



Technische Universität München  
Fakultät für Humanmedizin  
Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar  
(Vorstand: Univ.-Prof. Dr. A. B. Imhoff)

**Klinische und MR-tomografische Langzeituntersuchung von Funktion und Integrität des M. subscapularis nach arthroskopischer Schulterstabilisierung über das tiefe antero-inferiore 5:30-Uhr-Portal**

**Judith Bock**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Priv.-Doz. Dr. P. U. Brucker

2. Univ.-Prof. Dr. R. von Eisenhart-Rothe

Die Dissertation wurde am 07.12.2015 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.09.2016 angenommen.

**meinen Eltern & meinen Schwestern**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung und Zielsetzung.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Anatomie und Biomechanik des Schultergürtels.....</b>	<b>7</b>
2.1 Anatomie .....	7
2.2 Biomechanik.....	13
2.2.1 Schulterkinematik.....	13
2.2.2 Schulterstabilität.....	14
<b>3 M. subscapularis (SSC).....</b>	<b>17</b>
3.1 Anatomie des M. subscapularis.....	17
3.2 Biomechanik des M. subscapularis .....	18
<b>4 Schulterinstabilität .....</b>	<b>19</b>
4.1 Ätiologie.....	19
4.2 Epidemiologie.....	19
4.3 Klassifikationen .....	20
4.4 Diagnostik.....	24
4.4.1 Anamnese.....	24
4.4.2 Klinische Untersuchung .....	24
4.4.3 Bildgebende Verfahren .....	36
4.5 Therapie der anterioren-inferioren Schulterinstabilität.....	38
4.5.1 Konservative Therapie .....	38
4.5.2 Operative Verfahren.....	39
4.5.3 Offene Schulterstabilisierung .....	39
4.5.4 Arthroskopische Schulterstabilisierung .....	40
<b>5 Material und Methode.....</b>	<b>43</b>
5.1 Patientenkollektiv.....	43

5.2	Operationstechnik.....	44
5.3	Nachbehandlung .....	46
5.4	Fragebogen und Scores .....	47
5.5	Klinische Untersuchungen.....	51
5.6	Kraftmessverfahren .....	52
5.7	Magnetresonanztomographie (MRT).....	53
5.8	Statistik.....	56
<b>6</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>57</b>
6.1	Scores .....	57
6.2	Klinische Untersuchungen.....	60
6.3	Kraftmessverfahren .....	63
6.4	Magnetresonanztomographie (MRT).....	65
<b>7</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>77</b>
<b>9</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>95</b>
10.1	Abkürzungsverzeichnis.....	95
10.2	Tabellenverzeichnis.....	97
10.3	Abbildungsverzeichnis.....	99
<b>11</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>101</b>
<b>12</b>	<b>Anlagen .....</b>	<b>102</b>

# 1 Einleitung und Zielsetzung

Das Glenohumeral-Gelenk ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers und ist dadurch häufig Instabilitätsproblemen ausgesetzt [11, 27, 69, 147]. 50% aller Gelenksluxationen des Menschen betreffen das Schultergelenk, 95% davon luxieren nach anterior-inferior [47, 147]. Dabei kommt es häufig zu Begleitverletzungen wie einer Verletzung des Kapsel-Labrum-Komplexes [30].

1906 konnte Perthes zeigen, dass die Rekonstruktion des Kapsel-Band-Apparates einen entscheidenden Faktor für die Wiederherstellung der Schulterstabilität darstellt. Er benutzte in offener Operationstechnik für die Wiederherstellung des glenohumeralen Labrumkomplexes transglenoidale Nähte und Staples [105]. 1923 beschrieb Bankart eine Läsion des glenohumeralen Ligaments als Hauptursache für die Schulterinstabilität und die Refixation an das Glenoid als wirksame Operationstechnik. Nach Bankart ist die antero-inferiore Ablösung des Kapsel-Labrum-Komplexes vom Glenoid (Bankart-Läsion) benannt [3, 4].

Die erste arthroskopische Schulterstabilisierung wurde 1982 von Johnson in Michigan, USA durchgeführt. Er benutzte über ein anteriores Portal speziell entwickelte Staples zur Fixation des Labrums [17]. 1987 wurden von C.D. Morgan und Bodenstab sowie 1988 von Caspari transglenoidale Nahttechniken vorgestellt. Wolf beschrieb 1991 eine Stabilisierungstechnik mittels Fadenanker, die heute überwiegend zur Refixation des Kapsel-Labrum-Komplexes verwendet wird [6].

Lange wurde die offene vordere Schulterstabilisierung („offener Bankart-Repair“) als Goldstandard angesehen. Klinische Vergleichsstudien zeigten jedoch, dass die arthroskopische Schulterstabilisierung in Ankertechnik zu vergleichbaren klinischen Ergebnissen führt [9]. Sie hat sich heute als Standardverfahren etabliert [36, 55, 82]. Durch die geringere Zugangsmorbidität und die Möglichkeit der intraartikulären funktionellen Diagnostik sowie der suffizienten Behandlung von Begleitverletzungen kann die arthroskopische Stabilisierung heute als der offenen Stabilisierung überlegen betrachtet werden [72, 136]. Ein zusätzlicher Nachteil des offenen Verfahrens ist die nachhaltige Schädigung des M. subscapularis (SSC) durch fettige Infiltration und Atrophie bei teilweiser oder kompletter SSC-Tenotomie und Refixation im Rahmen der Stabilisierung [122].

Von großer Bedeutung für ein optimales Outcome der anterioren-inferioren arthroskopischen Schulterstabilisierung ist die korrekte Positionierung der Anker [91]. Zur Optimierung des Zuganges zum antero-inferioren Glenoidrand wurde daher das tiefe antero-inferiore 5:30-Uhr-Portal entwickelt [28]. Es gewährleistet einen optimalen Zugang zum unteren Labrumrand sowie zum inferioren glenohumeralen Ligament

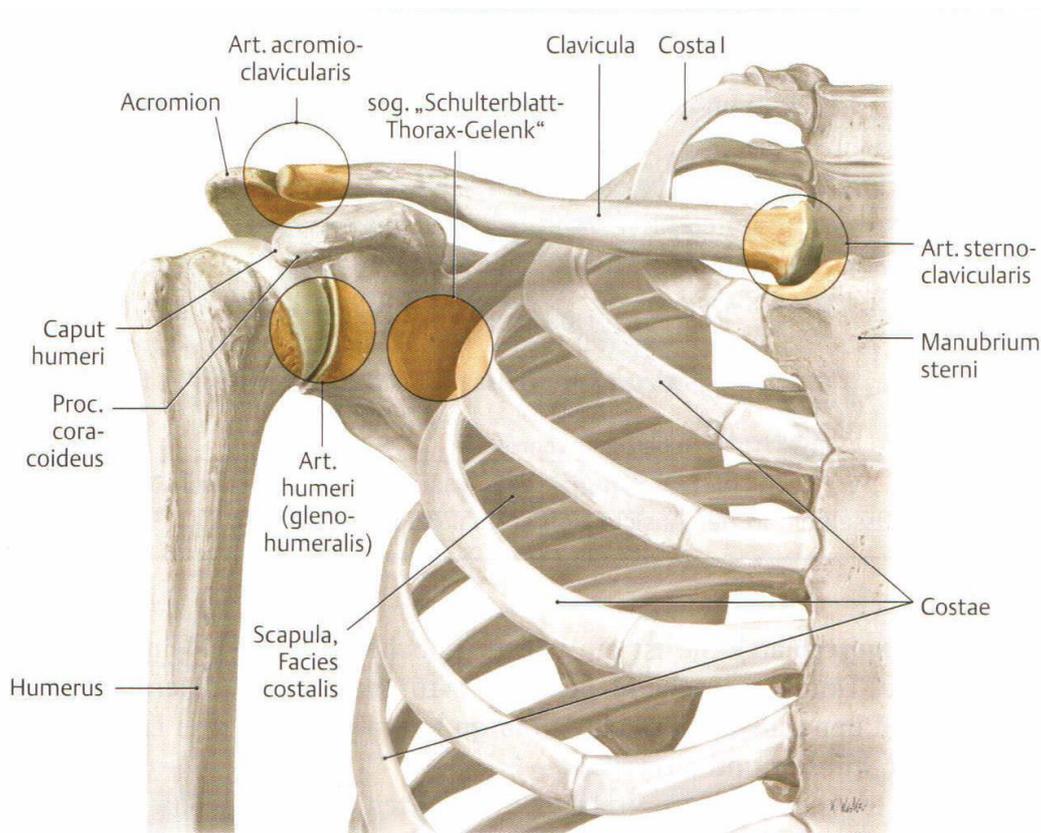
(IGHL), um in diesem Bereich eine flächige Refixation des Gewebes zu ermöglichen [144]. Ein potentieller Nachteil der Stabilisierungen über das 5:30-Uhr-Portal ist jedoch, dass der SSC perforiert werden muss.

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, mittels klinischer und MRT-Untersuchung festzustellen, ob bei der arthroskopischen Schulterstabilisierung unter Nutzung des tiefen 5:30-Uhr-Portals durch die Perforation des SSC vergleichbare Veränderungen auftreten wie bei der teilweisen oder vollständigen Inzision der Subscapularissehne bei der offenen Stabilisierung. Dabei wird von der Hypothese ausgegangen, dass sich im Langzeitverlauf nach arthroskopischer antero-inferiorer Stabilisierung über das tiefe 5:30-Uhr-Portal kein nachweisbarer Verlust der Funktion und keine Magnetresonanz (MR)-tomografisch nachweisbare Alteration des SSC im Sinne einer Atrophie oder progredienten Verfettung im Zeitverlauf sowie im Vergleich zur gesunden Gegenseite zeigt.

## 2 Anatomie und Biomechanik des Schultergürtels

### 2.1 Anatomie

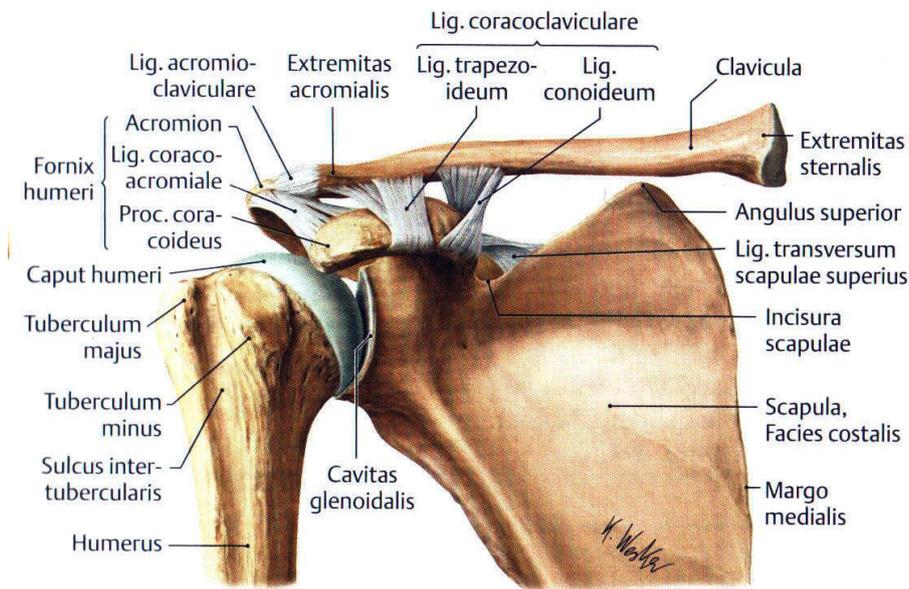
Das Schultergelenk wird aus drei echten Gelenken (Articulatio sternoclavicularis, Articulatio acromioclavicularis, Articulatio glenohumeralis) sowie zwei Nebengelenken – die scapulothorakale Gleitebene und den subacromialen Gleitraum – gebildet. Das funktionelle Zusammenwirken aller Elemente ermöglicht das große Bewegungsausmaß der Schulter, welches notwendig ist, um die Hand optimal im dreidimensionalen Raum zu positionieren [48, 107].



**Abbildung 2.1:** Gelenkanteile der Schulter im Überblick [148]

Der knöcherner Schultergürtel besteht aus Clavicula und Scapula. Die Clavicula bildet mit dem Sternum die **Articulatio sternoclavicularis** und ist die einzige echte Gelenkverbindung zwischen der oberen Extremität und dem Rumpf [148]. Lateral ist die Clavicula mit dem Acromion über die sogenannte **Articulatio acromioclavicularis** in Kontakt. Die Scapula liegt dorsal der 2.-7. Rippe auf und wird über die scapulothorakale Muskulatur auf dem Thorax fixiert und bewegt. Zwischen Scapula und Thorax liegt die **scapulothorakale Gleitebene** [48, 69].

Das **Glenohumeral-Gelenk** ist das größte Gelenk der Schulter. Seine knöchernen Anteile sind das Caput humeri und die Cavitas glenoidalis am lateralen Rand der Scapula.

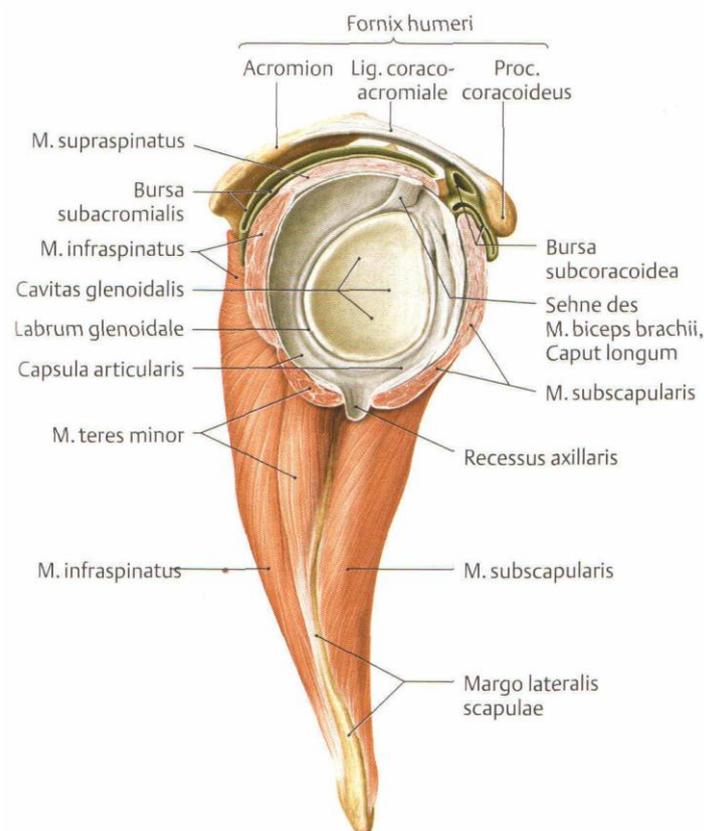


**Abbildung 2.2:** Gelenkanteile und Bandapparat des Schultergürtels [148]

Das Caput humeri ist eine Halbkugel mit einer Gelenkfläche von ca. 24 cm<sup>2</sup> und einem Radius von ca. 2,5 cm in der Frontalebene [107, 148]. Die Gelenkfläche ist von einer Knorpelschicht überzogen, die im Zentrum am dicksten ist und zum Rand an Höhe abnimmt [107]. Das Caput humeri bildet mit der Humerusschaftachse einen Winkel von 130°-150° und ein Retrotorsionswinkel von 30°-45° gegenüber der distalen Epicondylarlinie [107].

Dem Caput humeri steht die **Cavitas glenoidalis** als proximaler und konkaver Gelenkspartner mit einer Gelenkfläche von ca. 6-7 cm<sup>2</sup> gegenüber [134]. Die Gelenkpfanne besitzt die Form einer Birne, wobei der breite Anteil kaudal liegt [148]. Die Angaben über die Stellung der Cavitas glenoidalis sind nicht einheitlich [107]. Für diese Arbeit wird die Aussage von Kapandji [69] angenommen, dass die Cavitas glenoidalis nach lateral vorne und leicht nach oben gekippt ist. Die mit Knorpel überzogene Fläche der Cavitas glenoidalis hat nur 1/3 bis 1/4 der Größe der Gelenkfläche des Caput humeri [148]. Im Gegensatz zum Caput humeri ist der Knorpel der Cavitas glenoidalis im Zentrum sehr dünn und wird zum Rand hin bis zu 3 mm dick [107]. Kaudal von der Cavitas glenoidalis liegt das Tuberculum infraglenoidale, an dem ein Teil vom Caput longum des M. triceps brachii seinen Ursprung hat. Am Tuberculum supraglenoidale, das sich kranial der Cavitas glenoidalis befindet, entspringt am Labrumring die Sehne des Caput longum des M. biceps brachii [11].

Das **Labrum glenoidale** ist ein 4 mm breiter und ebenso dicker Ring, der aus dicht gepackten fibrösen Material besteht und zirkulär um die Cavitas glenoidalis liegt [107, 135]. Dadurch wird die Gelenkfläche und die Konkavität der Pfanne vergrößert und eine bessere Kongruenz zwischen den Gelenkflächen erzielt [69]. Im vorderen oberen Drittel liegt das Labrum nur an und überspannt die durch die Birnenform bedingte Einbuchtung in der Cavitas glenoidalis (Incisura glenoidalis). Im Bereich der Knorpel-Knochen-Grenze im oberen Anteil strahlen Fasern der langen Bizepssehne ein [107]. Das Labrum bildet zusammen mit der Kapsel des Glenohumeral-Gelenkes, den glenohumeralen Bändern (Lig. glenohumeralia superius, medium, inferius) und den langen Sehnen des Triceps und des Bizeps eine funktionelle Einheit, die im Hinblick auf die passive Stabilität im Glenohumeral-Gelenk eine große Bedeutung hat [58, 135]. Die Durchblutung des Labrum erfolgt vor allem an der Basis durch die A. suprascapularis, A. circumflexa scapulae und A. circumflexa humeri posterior, der superiore Anteil weist dabei eine schlechtere Versorgung auf [107].

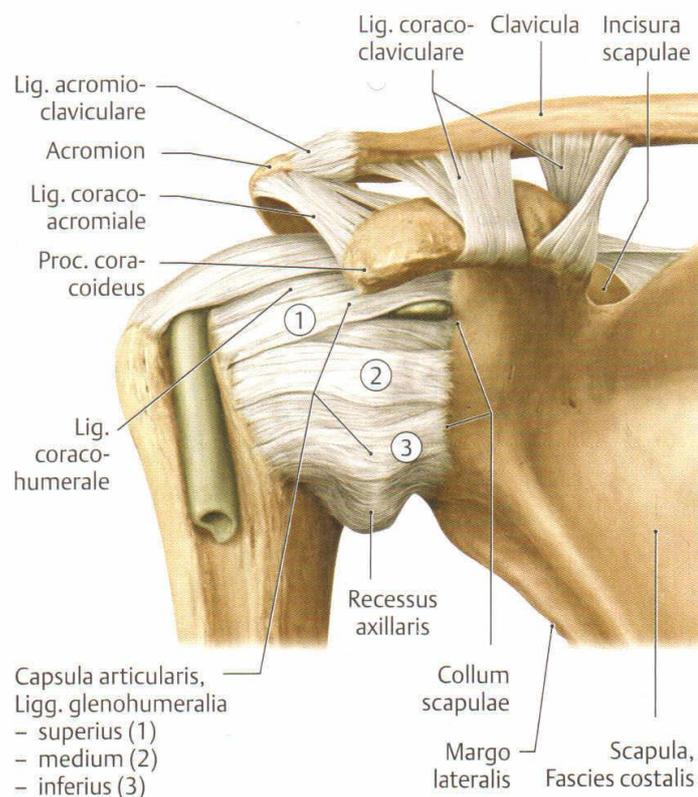


**Abbildung 2.3:** Gelenkpfanne des Schultergelenks [148]

Das Articulatio glenohumeralis wird von der weiten und schlaffen **Capsula articularis** umgeben. Die Kapsel besteht aus zwei Schichten, der zellreichen Gelenkinnenhaut (**Membrana synovialis**) und der äußeren Faserschicht (**Membrana fibrosa**), die vorwiegend aus Kollagen Typ 1 und wenigen elastischen Fasern besteht [148]. Die Kapsel setzt lateral des Labrum glenoidalis an, umschließt das Tuberculum

supraglenoidale, zieht über den Gelenkspalt und bildet eine Umschlagsfalte oberhalb der Facetten der Tubercula majus und minus, welche lateral-ventral am Caput humeri liegen, und zieht zurück an die Knorpel-Knochengrenze vom Caput humeri. In der Neutral-Null-Position des Armes bildet sie den **Recessus axillaris** und den **Recessus subscapularis**. Das physiologische Volumen der Kapsel liegt in einem Bereich von ca. 20 cm<sup>3</sup> [107].

Die Kapsel wird kranial und ventral von Bändern verstärkt. Das von der lateralen Basis des Proc. coracoideus kommende **Lig. coracohumerale** liegt der Kapsel kranial auf und zieht in zwei Teilen auslaufend zu den Tubercula majus und minus [107]. Ventral der Kapsel verlaufen die **Ligg. glenohumerale superius, medium und inferius** Z-förmig [148]. Das Lig. glenohumerale inferius (IGHL) besteht aus zwei Anteilen, dem anterioren Band (AB-IGHL) und dem posterioren Band (PB-IGHL). Durch die Z-Form bedingt entstehen zwei Foramina, das Foramen Weitbrecht und das Foramen Rouviere [69].



**Abbildung 2.4:** Kapsel-Band-Apparat der Schulter [148]

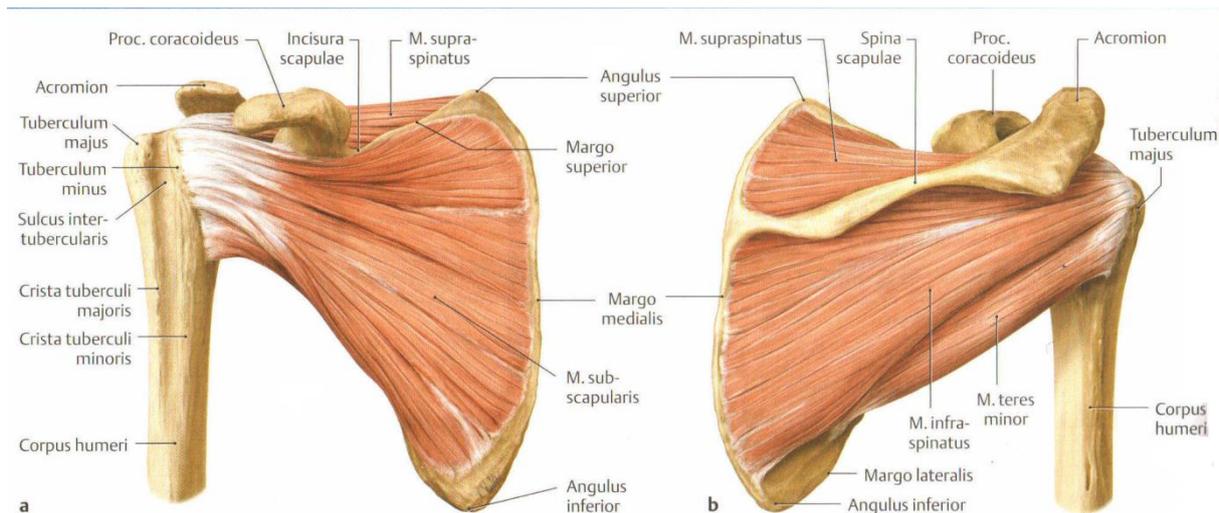
Die glenohumeralen Bänder zeigen anatomische Variationen, die von Morgan et al. [99] in vier typische Grundformen klassifiziert worden sind. Diese vier Grundformen haben einen Einfluss auf die Biomechanik der Schulter [97].

<b>Typ I</b>	Klassisches Muster, Bänder sind durch einen Rezessus der Kapsel getrennt
<b>Typ II</b>	MGHL und IGHL verlaufen gemeinsam
<b>Typ III</b>	MGHL verläuft ohne synoviale Aufhängung
<b>Typ IV</b>	Keine Ligamente erkennbar, tritt gehäuft bei instabilen Schultern auf

**Tabelle 2.1:** Grundformen der glenohumeralen Bänder [99]

In enger funktioneller Verbindung zum Glenohumeral-Gelenk steht der **subacromiale Gleitraum**. Dieser wird kaudal von der Rotatorenmanschette sowie kranial vom Schulterdach, welches vom Acromion, dem Proc. coracoideus und dem dazwischen gespannten **Lig. coracoacromiale** gebildet wird, begrenzt [20]. Im subacromialen Gleitraum liegt die **Bursa subacromialis** [148]. Der subacromiale Gleitraum wird vom M. deltoideus ummantelt und beeinflusst so direkt das Spiel zwischen Humeruskopf und Pfanne [147].

Das Glenohumeral-Gelenk ist durch die verhältnismäßig geringe Knochenführung vor allem ein muskulär geführtes Gelenk [148]. Hierbei spielt die **Rotatorenmanschette** eine wichtige Rolle. Die Rotatorenmanschette, welche zur **tiefen scapulohumeralen Muskulatur** gehört, wird von vier Muskeln gebildet, die das Glenohumeral-Gelenk dorsal durch den **M. teres minor** und den **M. infraspinatus**, kranial durch den **M. supraspinatus** und ventral durch den **M. subscapularis** haubenförmig umfassen. Die Rotatorenmanschette hat eine enge Verbindung zur Kapsel des Glenohumeral-Gelenkes, welche vor allem bei der dynamischen Stabilisation von Bedeutung ist. Zwischen dem anterioren Teil des M. supraspinatus und dem superioren Teil des M. subscapularis liegt das **Rotatorenintervall**, das lateral von der Basis des Proc. coracoideus begrenzt wird. Das Rotatorenintervall ist ein Bereich, in dem der Kapsel keine tendinöse Struktur aufliegt. Funktionell gesehen ist es ein Stabilisator gegen die untere Subluxation und sichert die posteriore Translation [85].



**Abbildung 2.5:** Muskeln der Rotatorenmanschette [148]

Zur **oberflächlichen scapulothorakalen Muskulatur** zählt der **M. deltoideus**, welcher der Hauptabduktor des Glenohumeral-Gelenkes ist. Er wird in drei Anteile untergliedert, Pars clavicular (anteriorer Anteil), Pars acromiale (lateraler Anteil) und Pars spinale (dorsaler Anteil) und wird vom N. axillaris innerviert.

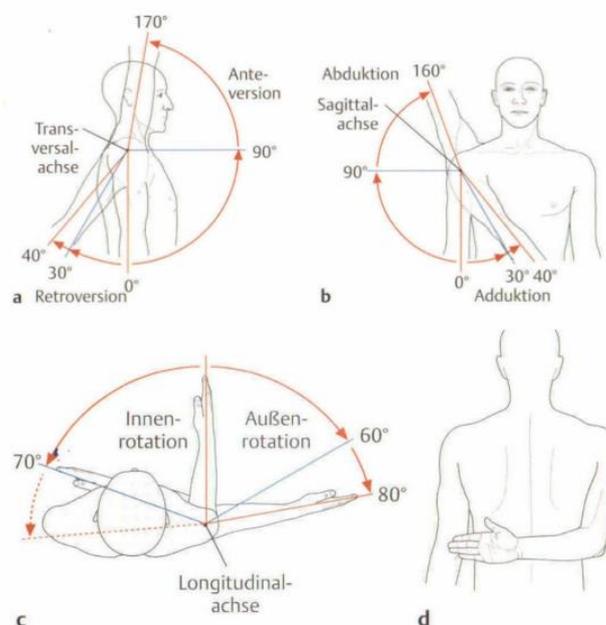
Weitere Muskelgruppen sind die **scapulothorakale Muskulatur** und die **thorakohumerale Muskulatur**. Zu der scapulothorakalen Muskulatur wird der **M. trapezius**, die **Mm. rhomboidei**, **M. levator scapulae**, **M. serratus anterior**, **M. pectoralis minor** sowie **M. coracobrachialis** gezählt. Zu der **thorakohumerale Muskulatur** gehören dagegen der **M. latissimus dorsi**, **M. teres major** sowie **M. pectoralis major**, welche eine unterstützende Funktion für die Rotatorenmanschette haben [42, 148].

## 2.2 Biomechanik

### 2.2.1 Schulterkinematik

Das Glenohumeral-Gelenk ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers [11, 69]. Die Beweglichkeit wird von verschiedenen Faktoren ermöglicht und beeinflusst. Zu dem selbst schon großen Bewegungsausmaß des Glenohumeral-Gelenk addieren sich die Bewegungsmöglichkeiten der angrenzenden Gelenke des Schultergürtels [148]. Weitere Faktoren sind der geringe Formschluss zwischen Gelenkpfanne und Gelenkkopf sowie die flexible Vergrößerung der Glenoidfläche durch das Labrum und die Kapsel [42]. Die ligamentäre Verspannung, die der Kapsel aufliegt, beeinflusst das Bewegungsausmaß nur in geringem Maß [148].

Das Glenohumeral-Gelenk ist ein Kugelgelenk, das Bewegungen um drei Hauptachsen mit drei Freiheitsgraden ermöglicht. Zusätzlich sind Translationsbewegungen möglich, wodurch die Bewegungsachse bis zu 5 mm verschoben werden kann [107]. Dadurch ist das Schultergelenk kein typisches Kugelgelenk wie das Hüftgelenk [42]. In der folgenden Abbildung 2.6 wird schematisch dargestellt, in welcher Ebene welche Bewegungsmöglichkeit besteht. Die Abbildung zeigt das gesamte Bewegungsausmaß des Schultergürtels sowie die isolierte Bewegung im Glenohumeral-Gelenk.



**Abbildung 2.6:** Gesamtbeweglichkeit der Schulter und isolierte Beweglichkeit im Glenohumeral-Gelenk [148]

Die **Rotationsbewegung** ist die größte autonome Bewegung, die im Schultergelenk stattfindet. Erst am Ende der Bewegung kommt es jeweils zu Translationsbewegungen der Scapula nach medial bzw. lateral [69, 107].

Die einseitige **Abduktionsbewegung** kann in drei Phasen eingeteilt werden. In der **ersten Phase** von  $0^\circ - 60^\circ$  findet die Bewegung überwiegend im Glenohumeral-Gelenk statt. [148]. In der **zweiten Phase**, zwischen ca.  $60^\circ - 90^\circ$ , kommt es zur Spannung der dorsalen Kapselanteile und zu einem passiven Widerstand der dorsal gelegenen Muskulatur. Dies zwingt die Scapula, sich nach lateral/kranial zu bewegen [21]. In der **dritten Phase** kommt es zu einer Lateralflexion der BWS, wodurch das vollständige Bewegungsausmaß von  $160^\circ - 180^\circ$  erreicht wird [69]. Eine wichtige Kombinationsbewegung beim Hochführen des Armes ist die automatische Außenrotation (ARO) im Glenohumeral-Gelenk, um einen Engpass im subacromialen Gleitraum zwischen Lig. coracoacromiale und Tuberculum majus zu vermeiden.

Die **Adduktionsbewegung** ist aus Neutral-Null-Stellung nicht möglich. Erst durch eine leichte Anteversion oder Retroversion kann eine Adduktion ausgeführt werden [148].

Die **Anteversionsbewegung** kann wie die Abduktion (ABD) in drei Phasen unterteilt werden. Die Phasen folgen dem gleichen Muster wie oben bei der Abduktionsbewegung beschrieben [148]. In der letzten Phase kommt es jedoch zu einer Extension der Wirbelsäule [69].

Die **Extensionsbewegung** im GH-Gelenk wird von der dorsal liegenden Muskulatur, geführt, die Scapula bewegt sich hierbei von Beginn an nach medial mit [69].

### 2.2.2 Schulterstabilität

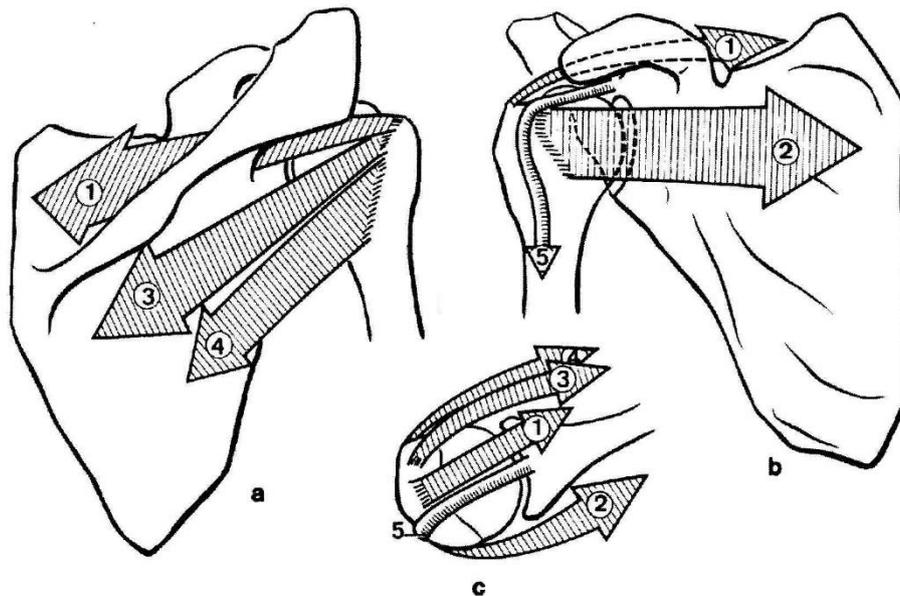
Das große Bewegungsausmaß und die muskuläre Führung des Schultergelenks stellen hohe Anforderungen an seine Stabilisation [48]. Hierbei wird zwischen statischen und dynamischen Stabilisatoren unterschieden. Das Ziel der Stabilisatoren ist es, eine maximale Stabilität in jeder Bewegungsposition zu erreichen [42].

Zu den **statischen Stabilisatoren** wird vor allem der Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex gezählt. Zusammen mit dem Ursprung der Sehnen des M. biceps brachii und des M. triceps brachii am Tuberculum supraglenoidale bzw. infraglenoidale bildet er das periartikuläre Fasersystem, welches einen „Korb“ formt, in dem das Caput humeri liegt [48]. Das Labrum schafft durch die seitliche Erhöhung von ca. 4 – 6 mm eine Vergrößerung der konkaven Fläche der Cavitas glenoidalis, was zu einem höheren Maß an Formschluss führt [42, 107]. Dies hat zur Folge, dass der Humeruskopf durch alle Kraftvektoren, die in Richtung der Cavitas glenoidalis verlaufen, in die Gelenkspfanne zentriert wird. Kommt es zu einem Verlust der Kavität (z.B. Bankart-

Fraktur, Glenoiddysplasie), besteht die Gefahr, dass der Humeruskopf durch die Kräfte der Rotatorenmanschette luxiert wird [48]. Das Labrum hat ferner die Eigenschaft eines „Dichtungsringes“, was einen Vakuum-Effekt im Gelenk bewirkt. Durch diesen Unterdruck im Gelenk wird eine stabilisierende Kraft von maximal 7 kp bei normalem Luftdruck und einer mittleren Glenoidfläche von ca. 7 cm<sup>2</sup> erreicht [147]. Eine weitere stabilisierende Komponente bilden außerdem die Kohäsion- und Adhäsionskräfte aufgrund der Passgenauigkeit der Gelenkspartner sowie der sich dazwischen befindlichen Synovialflüssigkeit. Den Kohäsions- und Adhäsionskräfte sowie dem Vakuum-Effekt wird allerdings nur ein untergeordneter Stabilisationseffekt zugeschrieben [42].

Die Gelenkkapsel und die glenohumeralen Bänder wirken in Extreimbewegungen ebenfalls als Stabilisatoren. Kommt es in bestimmten Situationen zum Versagen der dynamischen Stabilisatoren, wird der Humeruskopf durch die Kapsel und Bänder in der Gelenkpfanne gesichert [99, 138]. Durch die Anatomie der Kapsel und den Verlauf der Bänder hat jeweils ein spezifischer Kapselanteil in einer bestimmten Bewegungsposition eine stabilisierende Wirkung. Die Kapsel windet sich je nach Gelenkposition spiralförmig um das Caput humeri, was einen Widerstand in der Bewegung zur Folge hat. In den Arbeiten von Warner et al. [144], Bowen & Warren [14] und Terry et al. [131] wird gezeigt, dass den Bändern und der Kapsel keine alleinige Stabilisierungsrichtung zugeordnet werden kann, da immer ein Zusammenwirken mit den kontralateralen Strukturen besteht. Allerdings gibt es Positionen, in denen die einzelnen Strukturen bzw. deren spezifischer Anteile mehr oder weniger beansprucht werden.

Das Lig. coracohumerale begrenzt zusammen mit dem Lig. glenohumerale superius (SGHL) die Translation nach inferior in der Adduktionsbewegung und verhindert bei Anteversion bzw. ABD eine posteriore Instabilität. Der mittlere Anteil des Lig. glenohumerale, das sogenannte Lig. glenohumerale medium (MGHL), kommt bei 60° – 90° ABD unter Spannung und begrenzt somit die ventrale Translation. Die zwei Anteile des Lig. glenohumerale inferius (IGHL) bilden eine sog. Hängematte für den Humeruskopf. Gemeinsam stabilisieren sie nach inferior. Das anteriore Band kommt bei der Abduktionsbewegung und ARO unter Spannung und stabilisiert zusätzlich nach posterior. Dadurch wird z.B. die typische Wurfbewegung gesichert [48].



**Abbildung 2.7:** Die muskuläre Sicherung des Schultergelenkes

1. M. supraspinatus, 2. M. subscapularis, 3. M. infraspinatus, 4. M. teres minor, 5. Caput longum M. biceps brachii [69]

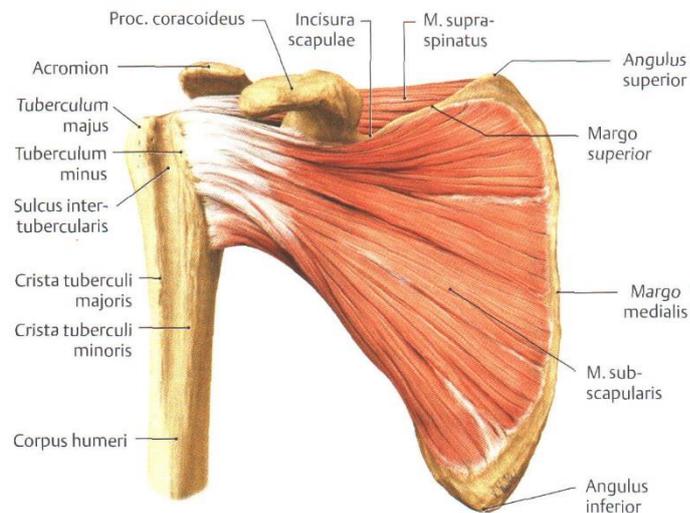
Die **dynamische Stabilisation** wird durch die Rotatorenmanschette gewährleistet, die eine direkte Kompression in das Gelenk erzeugt und damit eine zentrierende Wirkung des Caput humeri im Glenoid hat [116]. Beim Auftreten von Scherkräften im Glenohumeral-Gelenk durch bestimmte Bewegungen wird die Eigenspannung der Rotatorenmanschette erhöht, wodurch eine indirekte Kompression entsteht [42]. Die Rotatorenmanschette ist teilweise mit der Kapsel verwachsen. Diese wird über die Muskeln angespannt und zählt dadurch zu den dynamischen Stabilisatoren. Damit übernimmt auch die Kapsel eine dynamische Stabilisation [47, 48]. Kommt es zu einem Funktionsverlust eines Teils der Rotatorenmanschette (Sehnenruptur, Nervenläsion), kann hierdurch auch eine Instabilität resultieren [48].

Der Humeruskopf wird durch das Zusammenspiel der scapulohumeralen und der thorakohumeralen Muskulatur gegenüber der Pfanne balanciert [48]. Die stabilisierende Wirkung bei den großen Bewegungsausschlägen wird vor allem von der Rotatorenmanschette übernommen, die wiederum hauptsächlich vom M. subscapularis und M. infraspinatus (sog. „Force Couple“) geleistet wird [57, 102]. Wenn alle Muskelgruppen physiologisch zusammenarbeiten, besteht insgesamt eine muskuläre Balance [48].

Kommt es im statischen oder dynamischen System zu einer Störung, geht der sogenannte Stabilitätsindex verloren. Der Stabilitätsindex gibt an, wie hoch eine Scherkraft maximal auf das Gelenk einwirken darf, dass es zu keiner Luxation kommt [147].

### 3 M. subscapularis (SSC)

#### 3.1 Anatomie des M. subscapularis



**Abbildung 3.1:** M. subscapularis [148]

Der SSC ist Teil der Rotatorenmanschette und ein wichtiger dynamischer Schulterstabilisator. Er hat seinen Ursprung in der Fossa subscapularis [119]. Der superiore Anteil (60%) inseriert über die Sehne und der inferiore Anteil direkt über Muskelfasern (40%) am Tuberculum minus des Humerus [54]. Der SSC wird von zwei oder mehr Nervensträngen innerviert [68, 93]. Hierbei wird zwischen einem oberen Anteil des N. subscapularis, der seinen Ursprung direkt vom posterioren Nervenstrang des Plexus brachialis hat, einem unteren Anteil des N. subscapularis, der verschiedene Ursprünge aufweist, und einen mittleren Anteil des N. subscapularis, welcher als ein Abkömmling vom oberen Anteil des N. subscapularis angesehen wird [151]. Der Eintrittspunkt des oberen Nervs liegt ca. 2,5 cm von der Basis des Proc. coracoideus bzw. ca. 7 cm von der Basis der Spina scapulae, der Eintrittspunkt des unteren Nervs dagegen ca. 4,7 cm von der Basis des Proc. coracoideus bzw. 9 cm von der Mitte der Margo medialis der Scapula entfernt [68, 93]. Die Nerven zeigen unterschiedliche Aktivität bei verschiedenen Bewegungen. Bei 0° – 90° ABD nimmt die Aktivität der unteren Nerven zu, wohingegen die der oberen gleich bleibt oder sich verringert, so dass der SSC als zwei getrennte Muskeleinheiten betrachtet werden sollte [68]. Ventral auf der Höhe des Überganges vom sehnigen zum muskulären Ansatz verläuft die Vene und Arterie circumflexa humeri anterior parallel nach lateral. Die Arterie circumflexa humeri posterior verläuft mit dem N. axillaris durch den sog. „Quadrangular Space“ [119]. Die Lage der Nerven und Gefäße ist wichtig für

verschiedene Operationsverfahren, bei denen der SSC perforiert oder durchgetrennt wird.

### **3.2 Biomechanik des M. subscapularis**

Der SSC ist der stärkste Innenrotator des Glenohumeral-Gelenkes, die rotatorische Komponente ist in der Neutral-Null-Stellung am größten und wird in den anderen Ebenen geringer. Der Grund dafür ist die unterschiedliche Länge des Hebelarms zum Drehpunkt [80]. Durch seine innenrotatorische Wirkung begrenzt er die ARO und Extension und ist somit ein Antagonist zu dem M. teres minor, M. infraspinatus und zum posterioren Anteil des M. deltoideus, welche die wichtigsten Außenrotatoren im Glenohumeral-Gelenk darstellen. In der Arbeit von Turkel et al. [138] konnte objektiv eine weitere mögliche ARO nach Durchtrennen des SSC sowohl in 0° als auch in 45° ABD gezeigt werden. Bei einer glenohumeralen Flexion von ca. 60° wird der SSC von einem Abduktor zu einem Adduktor, da der SSC über den Drehpunkt wandert [86].

Der SSC gehört zu den wichtigen Stabilisatoren des Glenohumeral-Gelenkes, da er ein strukturelles Hindernis gegen die vordere Dislokation darstellt [29]. Hierbei wurde untersucht, in welcher Abduktions- und Rotationsstellung der SSC zur glenohumeralen Stabilisation beiträgt [138]. Bei 0° ABD und ARO stabilisiert der SSC in hohem Maße, da der SSC in ARO zusätzlich über die ossäre Vorderseite des Gelenks gedehnt wird, wobei das MGHL zudem in dieser Position auch angespannt ist. In 45° ABD liegt der kaudale Rand des SSC auf Höhe des unteren Glenoidrandes und hat somit eine stabilisierende Komponente, die von dem MGHL und den anterior-superioren Fasern des IGHL unterstützt wird. Bei einer zusätzlichen ARO wandert der obere Anteil des SSC nach kranial und liegt somit in dieser Position zum Teil auf dem Humeruskopf. Dies bedeutet, dass der SSC bei zunehmender ABD mit ARO von ventral nach kranial wandert und dadurch seine ventrale stabilisierende Komponente verliert. Deshalb entstehen die meisten Luxationen auch in der typischen ABD/ARO-Wurfbewegung. Bereits nach einmaliger vorderer Luxation kommt es zu einer pathologischen funktionellen wie auch strukturellen Veränderung des SSC. Es zeigen sich hierbei häufig eine vermehrte Laxität und ein Verlust an Tonus, Volumen und Kraft [29]. Dies kann aufgrund des Verlustes der dynamischen Stabilisation eine rezidivierende Dislokation zur Folge haben [29]. Durch Elektromyographie (EMG)-Messungen bei Patienten mit rezidivierenden vorderen Schulterluxationen konnte gezeigt werden, dass der SSC eine signifikant verminderte EMG-Aktivität aufweist [41].

## 4 Schulterinstabilität

Eine Schulterinstabilität bezeichnet die Unfähigkeit, das Caput humeri zentriert in der Gelenkspfanne zu halten [10, 88, 89]. Sie kann in unidirektionaler Form, d.h. in nur einer Richtung, oder in multidirektionaler Form auftreten. Hier zeigt sich die Instabilität in mindestens zwei oder mehrere Richtungen [120]. Es werden dabei verschiedene Arten und Schweregrade der Instabilität unterschieden. Als **Hyperlaxität** bezeichnet man eine vermehrte Translation eines Gelenks über das physiologische Maß hinaus. **Subluxation** bedeutet einen partiellen Kontaktverlust der Gelenkflächen unter Belastung, eine Reposition erfolgt meist spontan beim Nachlassen der Belastung [56]. Der komplette Kontaktverlust wird als **Luxation** bezeichnet, wobei hier meist eine Reposition erforderlich ist [50]. Eine Sonderform der Luxation stellt die Luxatio erecta dar [50].

### 4.1 Ätiologie

Eine Schulterinstabilität hat unterschiedliche, teilweise isolierte, aber auch kombinatorische Ursachen [60]. Die traumatische Schulterinstabilität ist praktisch immer Folge eines Unfalls, die atraumatische ist dagegen bedingt durch eine pathologische Gelenkkonfiguration und/oder alterierte Kapsel-Band-Struktur. Die rezidivierend-mikrotraumatische Instabilität wird dagegen eher durch Überlastung, wie sie häufig bei Überkopf-Sportarten auftritt, verursacht. Die Ursache einer Schulterinstabilität kann aber durch eine Entwicklungsanomalie entstanden und somit auch angeboren oder durch eine neurogene Ursache bedingt sein, wie z.B. bei Muskeldystrophie oder Epilepsie.

### 4.2 Epidemiologie

Eine schwedische Studie [56] hat gezeigt, dass 1,7% der 18 – 70-Jährigen eine Schulterluxation erleiden, wobei die Schulterluxation mit etwa 50% aller Gelenkluxationen des menschlichen Körpers führend ist [147]. Männer sind hierbei etwa 3 mal häufiger von einer Schulterluxation betroffen als Frauen, wobei die Inzidenz mit zunehmendem Alter abnimmt. In der Altersgruppe der 0 – 14-Jährigen beträgt die Luxationsrate nur 0,5%, in der der 14 – 17-Jährigen jedoch bereits 4%. Zu 95% tritt die Luxation nach antero-inferior auf. Bei 30% der unidirektionalen Luxationen liegt gleichzeitig eine multidirektionale Hyperlaxität vor, davon weisen wiederum 50% eine generelle Bandlaxität auf [50].

### 4.3 Klassifikationen

In der Vergangenheit wurden verschiedene Klassifikationen publiziert, die vor allem nach Richtung und/oder Ursache einteilten [120], jedoch wurde die Ätiologie dabei nicht umfassend berücksichtigt [120]. Somit war es oft schwer, eine genaue Zuordnung zu treffen bzw. konnten oft nur die Extremformen klassifiziert werden [120]. In den gängigen Klassifikationen werden zusätzlich zur Ätiologie neuromuskulären Aspekten Beachtung gegeben [120], wobei das Ziel der Klassifikationen der einheitlichen Planung des Behandlungsregimes dienen soll [48].

Eine grobe Einteilung stellt die Klassifikation nach **Matsen [49]** dar, wobei diese auf Basis der Luxationsursache in zwei Gruppen unterscheidet: Die traumatischen Luxationen werden in der **TUBS-Gruppe** zusammengefasst (traumatisch, unilateral, Bankart-Läsion, Surgical Repair). Die atraumatischen werden dagegen der **AMBRII-Gruppe** zugeordnet (atraumatisch, multidirektional, bilateral, Rehabilitation, inferiorer Kapselshift, Intervallschluss). Allerdings berücksichtigt die Klassifikation keine Mischformen aus Trauma und Hyperlaxität. Folglich kann das therapeutische Vorgehen nicht differenziert abgeleitet werden. Aus diesem Grund spielt die Klassifikation im heutigen klinischen Alltag nur eine sehr untergeordnete Rolle [48, 50].

Die 1988 veröffentlichte Klassifikation nach **Gerber** unterscheidet Instabilitäten bezüglich ihrer Richtung (unidirektional, multidirektional) und inwieweit eine Hyperlaxität vorliegt. Zusammen mit zwei Sonderformen ergeben sich hierbei die folgenden 6 Gruppen [50]:

<b>Gruppe I</b>	Chronisch verhakte Luxation
<b>Gruppe II</b>	Unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>Gruppe III</b>	Unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>Gruppe IV</b>	Multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>Gruppe V</b>	Multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>Gruppe VI</b>	Willkürliche Instabilität

**Tabelle 4.1:** Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber [50]

Diese Klassifikation wurde von **Gerber & Nyfeller** 2002 weiterentwickelt. Hierbei wurden zusätzlich die Klassen A bis C eingeführt, so dass sich folgende Einteilung ergab [40]:

<b>Klasse A – STATISCHE INSTABILITÄT</b>	
<b>A1</b>	Statische superiore Instabilität
<b>A2</b>	Statische anteriore Instabilität
<b>A3</b>	Statische posteriore Instabilität
<b>A4</b>	Statische inferiore Instabilität
<b>Klasse B – DYNAMISCHE INSTABILITÄT</b>	
<b>B1</b>	Chronisch verhakte Luxation
<b>B2</b>	Unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>B3</b>	Unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>B4</b>	Multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>B5</b>	Multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>B6</b>	Willkürliche Instabilität
<b>Klasse C – WILLKÜRLICHE LUXATION</b>	

**Tabelle 4.2:** Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber & Nyfeller [40]

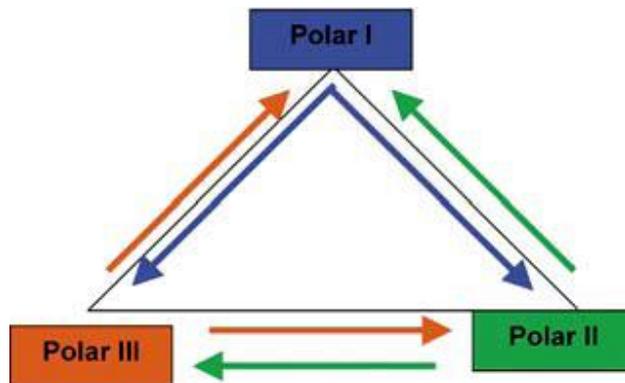
Die Klasse A beinhaltet die statische Dezentrierung des Humeruskopfes in allen Ebenen, welche durch einen Defekt der Rotatorenmanschette, eine degenerative Erkrankung oder eine traumatische Genese verursacht sein kann. Die Klasse B beinhaltet die bereits vorher bestehende Klassifikation nach Gerber. Klasse C umfasst nur die willkürliche Luxation [120]. Die klinische Validierung dieser Klassifikation steht allerdings noch aus [50].

Die Klassifikation von **Bayley [49]** dient der differenzierteren Therapiefindung und beinhaltet neben den Gliederungsaspekten „traumatisch“ und „atraumatisch“ noch den Aspekt der muskulären Dysbalance („Positional Instability“). Hierunter wird eine Störung der muskulären Führung verstanden [83]. Aus diesen Kriterien werden 3 Gruppen wie folgt unterschieden:

<b>Polar Group I – TRAUMATISCH STRUKTURELL</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Signifikantes Trauma</li><li>• Oft Bankart-Läsion</li><li>• Gewöhnlich unilateral</li><li>• Keine muskuläre Dysbalance</li></ul>
<b>Polar Group II – ATRAUMATISCH STRUKTURELL</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kein Trauma</li><li>• Struktureller Schaden des Gelenks</li><li>• Kapsuläre Dysfunktion</li><li>• Keine muskuläre Dysbalance</li><li>• Nicht selten bilateral</li></ul>
<b>Polar Group III – HABITUELL – NICHTSTRUKTURELL</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kein Trauma</li><li>• Struktureller Schaden des Gelenks</li><li>• Kapsuläre Dysfunktion</li><li>• Muskuläre Dysbalance</li><li>• Oft bilateral</li></ul>

**Tabelle 4.3:** Klassifikation der Schulterinstabilität nach Bayley [83]

Bei der Klassifikation von Bayley handelt es sich nicht um ein starres System, da die Übergänge zwischen den Gruppen gleitend sind. Daher wird sie auch als Dreieck („Bayley’s Triangle“) dargestellt [48].



**Abbildung 4.1:** Klassifikation nach Bayley [48]

## **4.4 Diagnostik**

### **4.4.1 Anamnese**

Mit der Anamnese wird die aktuelle Symptomatik der Schulterinstabilität erhoben. Wichtige Anamnesepunkte sind Ursache, Häufigkeit, Ausmaß, Richtung, Schmerzen sowie bisherige Therapie und Seitendominanz. Bei der Schmerzanamnese sind Lokalisation, Beginn und Dauer, der Zeitverlauf sowie die Intensität zu erfragen. Die Sozialanamnese gibt Aufschluss über Sportaktivitäten sowie die Erwartungen an den Therapieerfolg, d.h. welche Ansprüche der Patient an seine wiederhergestellte Schulter hat.

### **4.4.2 Klinische Untersuchung**

Die Untersuchungen sollten immer im Seitenvergleich durchgeführt werden, um einen Eindruck über die individuellen anatomischen bzw. physiologischen Gegebenheiten des Patienten zu bekommen. Auch ist darauf zu achten, dass immer mit den schmerzfreien /-armen Untersuchungen begonnen wird.

#### *Inspektion*

Hierbei werden Schonhaltungen und Bewegungsstörungen erfasst, der Schultergürtel wird auf Asymmetrien wie z.B. Schulterhochstand, Dislokationen und Muskelatrophie bzw. -hypertrophie inspiziert. Weiter wird die Schulter auf Wunden, Hämatome, Schwellungen und Narben untersucht [15, 77].

#### *Palpation*

Wichtige zu ertastende Strukturen sind das SCG und ACG sowie die Clavicula, der Proc. coracoideus, das Acromion, der Sulcus intertubercularis inklusive der langen Bizepssehne und die Tubercula minus und majus, welche wichtige Ansatzpunkte der Rotatorenmanschette darstellen. Das SCG und das ACG sind während der Palpation auf Stabilität zu prüfen. Gleichzeitig können eventuelle Krepitationen und Schnappphänomene durch passives Bewegen im GH-Gelenk wahrgenommen werden [15, 77].

#### *Beweglichkeitsprüfung*

Die Beweglichkeitsprüfung wird sowohl aktiv als auch passiv in allen Bewegungsebenen durchgeführt [50]. Dabei wird der Bewegungsumfang gemessen und beobachtet, ob der Bewegungsablauf flüssig und symmetrisch ist oder ob die Bewegung aufgrund von Schmerzen oder Kraftminderung unterbrochen, abgebrochen oder nicht ausgeführt wird bzw. durch eine Ausweichbewegung kompensiert wird. Ist

eine deutlich vermehrte passive Bewegung möglich, kann dies eine muskuläre Ursache haben wie z.B. Partial- oder Totalruptur eines oder mehrerer Muskeln, welches mit einer Kraftminderung oder mit Schmerzen einhergeht. Gleichzeitig kann man bei der passiven Beweglichkeitsprüfung den endgradigen Bewegungsanschlag spüren und erkennen welche Struktur (ossär, muskulär, oder kapsulär) den Bewegungsanschlag bewirkt.

#### *Muskelfunktionsprüfung / Muskelkrafttest*

Über die Muskelkraft können Muskeldysbalancen oder -schwächen identifiziert und quantifiziert werden. Die Symptomatik hängt hierbei von der Lokalisation und Ausdehnung der Pathologie ab [15, 118]. Für jeden Muskel der Rotatorenmanschette, und für den M. biceps brachii existieren spezifische Tests.

Die Muskelkraft wird in sechs Kraftgrade eingeteilt [15, 118]:

<b>Grad</b>	<b>Beurteilung der Kraft</b>
5	Normale Kraft
4	Bewegungen noch gegen Widerstand möglich
3	Bewegung gegen die Schwerkraft möglich
2	Bewegung unter Ausschluss der Schwerkraft möglich
1	Sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt
0	Keinerlei Muskelkontraktion sichtbar

**Tabelle 4.4:** Kraftgrade

Die im Folgenden aufgelisteten Tests wurden in der vorliegenden Arbeit durchgeführt.

Folgende Abkürzungen werden bei der Beschreibung der Tests verwendet:

A: Ausgangsstellung

D: Testdurchführung

B: Testbewertung

P: Patient

U: Untersucher

- **M. subscapularis**

Innenrotationstest nach Gerber [15]



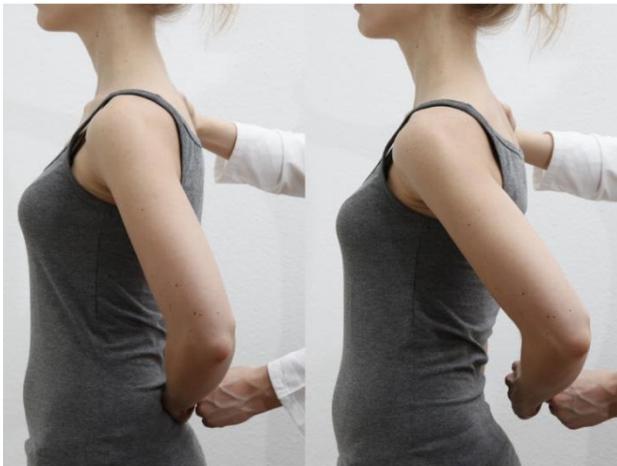
**A:** Die Arme des P sind im Ellenbogen 90° flektiert und liegen dem Körper an.

**D:** U gibt Widerstand gegen die IRO.

**B:** Bewertung Kraftentfaltung nach Kraftgraden 0-5.

**Abbildung 4.2:** Innenrotationstest nach Gerber

Lift-off-Test [137]



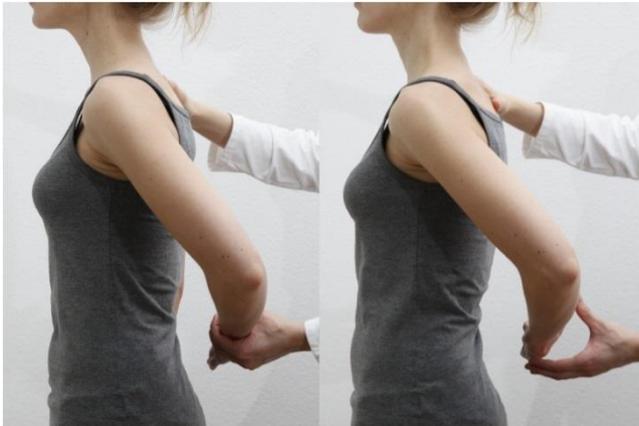
**A:** P legt die maximal innenrotierte Hand auf den Rücken.

**D:** P hebt den Handrücken gegen Widerstand vom Rücken ab.

**B:** Positiv, wenn P nicht oder nur eingeschränkt Druck ausüben kann.

**Abbildung 4.3:** Lift-off-Test

### IRO Lag-Zeichen [39, 118]



- A:** Gleich wie bei Lift-off-Test.
- D:** U hebt die Hand vom Rücken ab und P wird aufgefordert, die Position zu halten.
- B:** Positiv, wenn P den Arm nicht in dieser Position halten kann.

**Abbildung 4.4:** IRO Lag-Zeichen

### Belly-press-Test [38, 137] / Napoleon-Zeichen [18]



- A:** P legt die Hand mit geradem Handgelenk auf den Bauch.
- D:** P drückt ohne im Handgelenk einzuknicken gegen den Bauch und hält den Ellenbogen vorne.
- B:** Positiv, wenn P keine Kraftentfalten kann und dadurch im Handgelenk abnickt und die Bewegung durch Anheben der Schulter kompensiert (Napoleon-Zeichen [18]).

**Abbildung 4.5:** Belly-Press-Test / Napoleon-Zeichen

## Bear-hug-Test [5]



**A:** P legt ipsilaterale Hand auf die gegenüberliegende Schulter. Der ipsilaterale Ellenbogen zeigt nach anterior.

**D:** U versucht die Hand von der Schulter abzuheben, P soll die Ausgangsstellung beibehalten.

**B:** Positiv, wenn P die Ausgangsstellung nicht beibehalten kann.

**Abbildung 4.6:** Bear-hug-Test

- **M. supraspinatus**

## Starter-Test [15]



**A:** P lässt die Arme in Neutral-Null-Stellung hängen.

**D:** Aktive ABD gegen Widerstand.

**B:** Positiv, wenn Kraftabschwächung (im Seitenvergleich) oder nicht durchführbar.

**Abbildung 4.7:** Starter-Test

- **M. infraspinatus und M. teres minor** [15]



### **M. infraspinatus**

- A:** Der Arm des P ist im Ellenbogen 90° flektiert und liegt am Körper an.
- D:** U gibt Widerstand gegen die ARO.
- B:** Bewertung Kraftentfaltung nach Kraftgraden 0-5.



### **M. teres minor**

- A:** Der Arm des P ist am Ellenbogen 90° flektiert und in 90° ABD.
- D:** U gibt Widerstand gegen die Hoch-ARO.
- B:** Bewertung Kraftentfaltung nach Kraftgraden 0-5.

**Abbildung 4.8:** Außenrotations-Tests gegen Widerstand

- **Lange Bizepssehnen-Läsion**

Oft geht eine Schulterinstabilität mit einer Begleitverletzung der langen Bizepssehne und dessen Anker einher. Typisch ist hierfür die SLAP-Läsion [120].

O'Brien [100]



**A:** Der Arm des P ist 90° flektiert und leicht abduziert und innenrotiert, der Daumen zeigt zum Boden.

**D:** U gibt Widerstand von kranial und P soll den Arm weiter in die Flexion anspannen.

**B:** Gibt P bei Durchführung Beschwerden an, Hinweis auf Bizepssehnenankerläsion.

**Abbildung 4.9:** O'Brien-Test

Palm-up-Test [15]



**A:** Der Arm des P ist ca. 90° flektiert und die Handfläche zeigt nach oben.

**D:** U gibt in der Position Widerstand, P soll weiter flektieren.

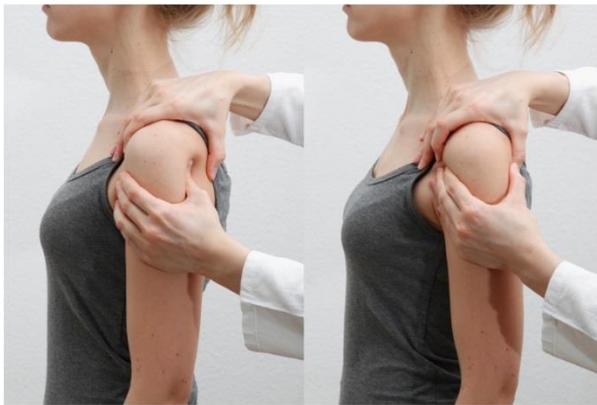
**B:** Positiv bei Schmerzen im Bereich des Sulcus intertubercularis, Hinweis auf Pathologie der langen Bizepssehne.

**Abbildung 4.10:** Palm-up-Test

## Schulterlaxitätstests

Bei der Instabilitätsuntersuchung ist es wichtig, zwischen rein traumatischen, hyperlaxitätsbedingten und sog. Mischformen zu differenzieren [118]. Die Untersuchung beginnt mit der Bestimmung der allgemeinen Laxität durch verschiedene Hyperlaxitätsparameter. Ein Hinweis kann sich bereits durch die Untersuchung der Gegenseite ergeben, weiter werden Finger-, Ellenbogen- und Kniegelenke auf Überstreckbarkeit geprüft. Über den Daumen-Unterarm-Abstand kann eine Hyperlaxität objektiviert werden [15]. Physiologisch beträgt der Abstand 6-12 cm und kann beim Vorliegen einer Hyperlaxität auf 0 cm reduziert sein [118]. Zur Überprüfung einer Laxität wird die Verschieblichkeit des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid nach anterior, posterior und inferior getestet [37].

### Schubladentest [37] – Translation nach anterior und posterior



- A:** Durchführung im Sitzen oder im Stehen bei kompletter muskulärer Entspannung des Armes.
- D:** U fixiert von dorsal mit Codmangriff die Scapula, umfasst mit der anderen Hand das Caput humeri von lateral und gibt in der Glenoidebene Schub nach ventral bzw. Zug nach dorsal.
- B:** Bewertung der antero-posterioren Translation nach Hawkins [51] (Tab. 4.6).

**Abbildung 4.11:** Schubladen-Test

Grad	Beurteilung der Translationsgrades
0	Keine oder nur geringe Translation
1	Translation des Humeruskopfes bis an den Rand des Glenoids
2	Translation des Humeruskopf bis zur Hälfte des Glenoidrandes mit Spontanreposition
3	Translation des Humeruskopf über den Glenoidrand hinaus bis zur Luxation ohne Spontanreposition

**Tabelle 4.6:** Einteilung des Translationsgrades nach Hawkins [51]

Sulcus-Zeichen [144] – Translation nach inferior



**A:** Durchführung im Sitzen oder im Stehen bei kompletter muskulärer Entspannung des Armes.

**D:** U fixiert mit Codman-Griff die Scapula und palpiert mit dem Zeigefinger den subacromialen Raum. Die andere Hand des U gibt Zug entlang der Armachse nach kaudal.

**B:** Sulcus-Zeichen zeigt sich unterhalb des Acromions, das in cm geschätzt wird und nach Altcheck eingeteilt wird [2] (Tab 4.6).

**Abbildung 4.12:** Sulcus-Zeichen

Grad	Beurteilung des Sulcus-Zeichens
1	0 - 1 cm
2	1 - 2 cm
3	> 2 cm

**Tabelle 4.7:** Einteilung des Sulcus-Zeichens nach Altcheck [2]

Zusätzlich wird das Sulcus-Zeichen in IRO und in ARO getestet [143]. Zeigt sich in IRO ein positives Sulcus-Zeichen, ist dies ein Hinweis auf eine allgemeine Laxität der hinteren Kapsel. Bei ARO weist dies auf eine Insuffizienz des Rotatorenintervalls hin [120].

#### Gagey-Test [35] – Hyperlaxität des inferioren Kapsel-IGHL-Komplexes



**A:** Durchführung im Sitzen oder im Stehen bei kompletter muskulärer Entspannung des Armes.

**D:** U fixiert von dorsal die Scapula und führt den Arm des P passiv in die ABD.

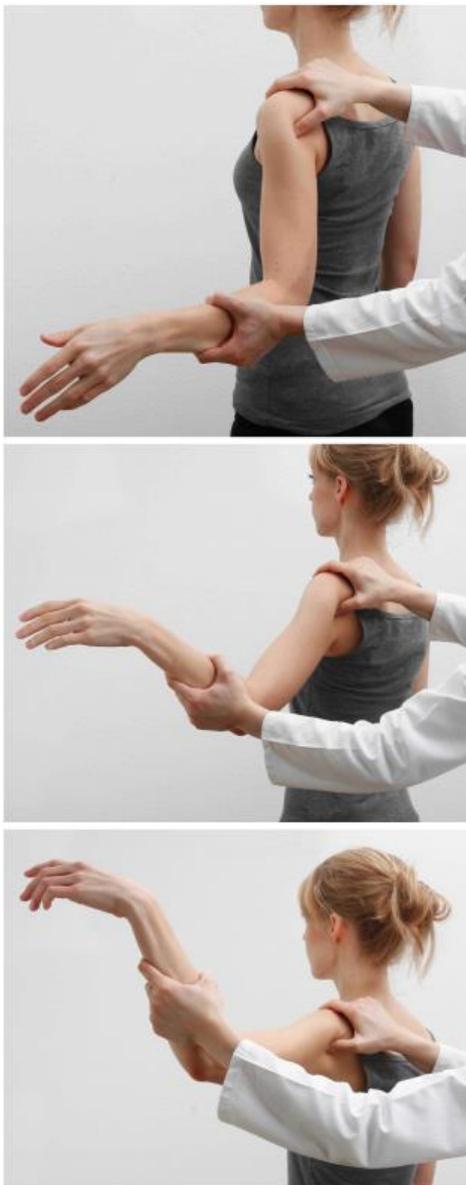
**B:** Positiv bei ABD von über 105°, Hinweis auf Hyperlaxität des inferioren Kapsel-IGHL-Komplexes.

**Abbildung 4.13:** Gagey-Test

## Schulterinstabilitätstests

Der Apprehension-Test wurde bereits 1981 von Rowe [113] vorgestellt, seine Hypothese war, dass ein positiver Test auf eine Belastung des anterioren Kapsel-Band-Apparates durch Dislokation des Humeruskopfes hinweist. 1990 entwickelte Jobe den Relocation-Test [66], um eine vordere Instabilität von einem vorderen Impingement zu unterscheiden. Speer et al. [130] fanden, dass der Relocation-Test eine höhere Aussagekraft hat, wenn das Apprehension-Sign betrachtet wird und nicht nur Schmerzäußerungen.

### Apprehension-Test [15] – Vordere Instabilität



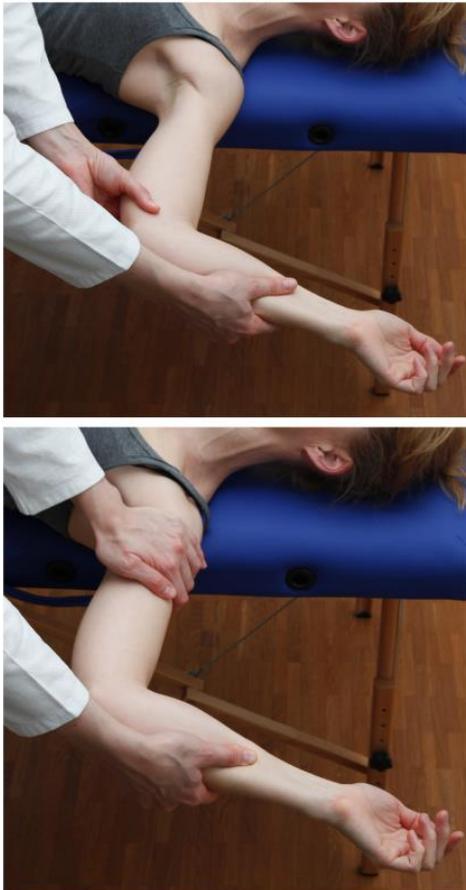
**A:** Durchführung im Sitzen oder Stehen, Arm des P entspannt.

**D:** U bringt den Arm in maximale ARO und führt ihn in zunehmender ABD bei gleichzeitigem Daumendruck auf den Humeruskopf von dorsal.

**B:** Positiv, wenn P muskulär gegenspannt oder Angst vor möglicher Subluxation/Luxation hat.

**Abbildung 4.14:** Apprehension-Test

### Relocation-Test [15] – Vordere Instabilität



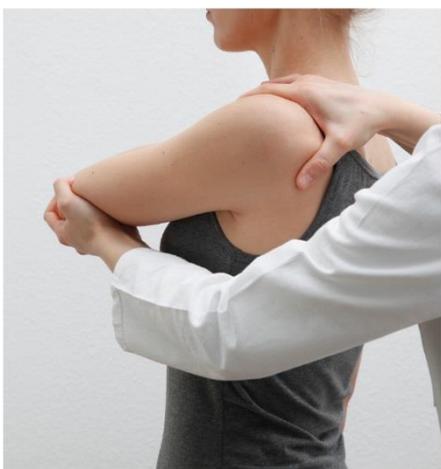
**A:** Im Liegen, im Anschluss an Apprehension-Test.

**D:** U bringt den Arm in maximale ARO und führt ihn in ABD und gibt in der für den Patienten unangenehmen Position Druck von ventral auf den Humeruskopf, dadurch wird eine Rezentrierung im Glenohumeralgelenk erreicht.

**B:** Positiv, wenn die Angst vor möglicher Luxation/Subluxation durch Rezentrierung reduziert wird.

**Abbildung 4.15:** Relocation-Test

### Jerk-Test [51] – Hintere Instabilität



**A:** Arm in 90° Flexion

**D:** U steht hinter P, führt den Arm in ADD und IRO bei gleichzeitigem axialen Druck über den Ellenbogen von ventral nach dorsal. Dadurch kann eine Subluxation des Humeruskopfes nach dorsal provoziert werden.

**B:** Positiv, wenn Luxation/Subluxation über hintere Glenoidebene auftritt; wenn zusätzlich schmerzhaft, Hinweis auf postero-inferiore Labrumläsion [73].

**Abbildung 4.16:** Jerk-Test

### 4.4.3 Bildgebende Verfahren

#### *Röntgen*

Die Standardröntgenaufnahmen in der Schulterdiagnostik sind die anteriore-posteriore Aufnahme (sog. „true a.p.“-Aufnahme), die Y-Aufnahme und die axiale Aufnahme [43].

Bei der anterior-posterioren Aufnahme wird der glenohumerale Gelenkspalt überlagerungsfrei dargestellt, eine dorsale Luxation kann bei fehlender Überlagerung des Humeruskopfes mit dem Glenoid hierbei ausgeschlossen werden. Die Y-Aufnahme ist zur Beurteilung einer anterioren oder posterioren Dezentrierung bzw. Sub- oder Luxationsstellung geeignet. Mit der axialen Aufnahme werden die Kopfposition zur Pfanne, ventrale Kopfimpression, Pfannenneigung sowie Pfannenrandfrakturen gut dargestellt. Sie ist jedoch nicht durchführbar bei akuter Luxationsstellung. Hier ist die Velpeau-Aufnahme [12] eine Alternative, welche eine Beurteilung von Gelenkpfanne und Tubercula ermöglicht.

Eine Alternative bei Luxationen ist die Bernageau-Aufnahme, welche zum Nachweis einer knöchernen Bankart-Fraktur dient [43, 48].

#### *Computertomographie*

Zur Darstellung knöcherner Ursachen der Instabilität und der anatomischen Form von Humerus und Glenoid, Glenoidkrümmung, Glenoidneigung zum Schulterblatt wird auch die Computertomographie (CT) angewandt [48, 126]. Die Arthro-CT mit Kontrastmittel wird eingesetzt, um Veränderungen am Labrum glenoidale sowie Knorpelschädigungen direkt darzustellen und um Kapselerweiterungen zu beurteilen [43, 48, 94, 126].

#### *Sonographie*

Über die Sonographie können vor allem Weichteile gut dargestellt werden. Durch eine gleichzeitige dynamische Untersuchung der Rotatorenmanschette ist diese suffizient beurteilbar, auch eine Subluxation im Glenohumeralgelenk kann hierdurch diagnostiziert werden [126]. Die Sonographie gilt als artefaktanfällig, sie sollte stets auch kontralateral durchgeführt werden, um Normvarianten auszuschließen [48, 126]. Die alleinige Sonographie ist allerdings kein Standardverfahren bei der Beurteilung der Schulterinstabilität [52].

## *Magnetresonanztomographie (MRT)*

In der Schulterdiagnostik wird die MRT als eines der Standardverfahren genutzt, da sie einen guten Weichteilkontrast und eine gute räumliche Auflösung bietet [124, 125]. Ferner besteht eine freie Wahl der Schichtebene und es tritt keine Belastung durch ionisierende Strahlung auf. Die Hauptindikationen der MRT sind transmurale Rotatorenmanschetten-Läsionen, okkulte Frakturen sowie akute Schulterluxationen [124]. Arthro-MRT-Untersuchungen (mit intraartikulärer Kontrastmittelgabe) sind bei Labrumschädigung und zur Darstellung von kleineren Rotatorenmanschetten-Läsionen geeignet und somit bei chronisch-rezidivierender Luxation zur Operationsplanung indiziert. Bei frischer Luxation kann innerhalb von ca. 1-2 Wochen durch die Einblutung intraartikulär auf ein Arthro-MRT verzichtet werden. Eine native MRT erlaubt keine sichere Beurteilung der Rolle der Kapsel bei der Schulterinstabilität [48]. Kontraindikationen für den Einsatz der MRT sind grundsätzlich metallene Gegenstände in der Nähe der zu untersuchenden Region, Herzschrittmacher, Insulinpumpen, Neurostimulatoren, Metallfragmente im Auge oder entlang wichtiger Gefäß- und Nervenbündel [124].

Die MRT wird in der Schulterdiagnostik mit T1- und T2-gewichteten TSE- oder SE-Sequenzen in einem Gerät mit 0,5 bis 3,0 Tesla durchgeführt [16]. Hierbei kommt in der Regel eine schulter spezifische Oberflächenspule mit  $\leq 3$  mm Schichtdicke bei einer Auflösung von  $\leq 0,5$  mm x 1,0 mm zum Einsatz. Bei der MRT werden drei Standardebenen angefertigt:

- Paracoronar zur Darstellung der Suprapinatussehne und des -muskels in Längsrichtung, des Glenoids mit Bizepssehnenanker, des Labrums, der Bursa subacromialis, des axillären Gelenkrezessus und des ACG
- Parasagittal zur Darstellung der Rotatorenmanschette um den Humeruskopf sowie deren Muskelbäuche weiter medial, des intraartikulären Verlaufs der langen Bizepssehne und des korakoakromialen Bogens, zusätzlich zur Beurteilung von ossären Defekten bzw. Läsionen am antero-inferioren Glenoidrand
- Axial zur Darstellung der Sehnen des SSC und des ISP, des Labrums, der Gelenkkapsel, der Ligg. glenohumeralia sowie der langen Bizepssehne im Sulcus intertuberkularis

Die Untersuchung erfolgt in Rückenlage, der Arm befindet sich dabei in Neutral-Null-Stellung [70, 81, 126].

## 4.5 Therapie der anterioren-inferioren Schulterinstabilität

### 4.5.1 Konservative Therapie

Bei der Indikationsstellung zur konservativen Therapie ist zwischen traumatischer und atraumatischer Instabilität zu unterscheiden. Bei einer traumatischen Erstluxation sind neben der Diagnose, das Alter des Patienten, die sportliche Aktivität, der Anspruch im Alltag und die Compliance von Bedeutung [87]. Bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Epiphysenfugen besteht eine Indikation zur primären konservativen Therapie. Zusätzlich ist eine konservative Behandlung bei Patienten im Alter von 18 – 30 Jahren ohne zusätzliche Begleitverletzung, Patienten ohne sportlichen Anspruch, Patienten >30 Jahre ohne knöchernen Bankart-Fraktur und Patienten >40 Jahren ohne Rotatorenmanschetten-Ruptur gegeben. Bei Vorliegen einer atraumatischen Instabilität kann ebenfalls primär eine konservative Therapie für zunächst bis zu 6 Monaten eingeleitet werden, um nach diesem Zeitraum die subjektive Instabilität nochmals sekundär zu beurteilen [50].

Zu Beginn der konservativen Therapie der traumatischen glenohumeralen Luxation steht nach Ausschluss von neurovaskulären Begleitverletzungen und Frakturen eine schonende Reposition im Vordergrund. Verschiedene Repositionsmanöver werden heute verwendet wie Hippokrates, Arlt, Matsen, Stimson und White/Milch [49]. Die Reposition kann beim wachen, analgesierten Patienten bzw. in kurzer Vollnarkose oder Teilnarkose durchgeführt werden [146].

Nach der erfolgreichen Reposition beginnt die Therapie durch eine temporäre Immobilisationsphase. Ein Verfahren ist hierbei die Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault-Verband. In der 1. Woche wird der Arm in 60° Innenrotation positioniert. Ab der 2. – 3. Woche wird der Arm in 0° – 30° IRO und 30° ABD ruhig gestellt [50, 87]. Ein neueres Verfahren ist die Ruhigstellung in einer 10° ARO-Orthese für drei Wochen. Bei diesem Verfahren konnten signifikant bessere Ergebnisse bezüglich der Relaxationsrate erzielt werden als mit der Ruhigstellung in Innenrotation [62, 63], jedoch werden die Ruhigstellungspositionen widersprüchlich diskutiert [139]. Ab der 4. Woche beginnt die Rehabilitations-Phase mit aktiv-assistierter Physiotherapie und dynamischen Übungen sowie Propriozeptionstraining. Der Bewegungsumfang ist zu diesem Zeitpunkt freigegeben bis zu einer Flexion von 90° – 120°. 90° ABD und einer ARO von 0° – 30°. Jede einzelne Bewegung wird dabei schmerzadaptiert durchgeführt. Das volle Bewegungsausmaß ist erst ab der 12. Woche erlaubt [87]. Das Ziel der Physiotherapie ist die Wiedererlangung der vollen Beweglichkeit des Glenohumeralgelenks und die Kräftigung der Schultergürtelmuskulatur.

Die konservative Therapie weist insgesamt ein hohes Rezidivrisiko auf, insbesondere bei traumatischer Erstluxation in jungen Jahren, da in bis zu 90% der Fälle der Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex abgerissen ist [65].

#### **4.5.2 Operative Verfahren**

Die Indikation zu einem operativen Verfahren reicht von einer Notfallindikation bis zur postprimären Stabilisierung. Eine Notfallindikation ist bei einer verhakten, nicht reponierbaren Schulter oder einer Gefäßschädigung gegeben. Eine absolute Operationsindikation besteht bei nicht reponierbarer oder retinierbarer Luxation mit Interposition von Weichgewebe, einem signifikanten knöchernen Glenoiddefekt mit einer Defektgröße von >21% [64], einer Fraktur des Tuberculum majus mit Dislokation nach kranial und/oder dorsal von >5 mm [50, 127], einer transmuralen Ruptur des SSC, da der SSC als wichtiger dynamischer Stabilisator der Schulter nach ventral dient und zudem die Gefahr einer schnellen Retraktion besteht [127]. Auch eine begleitende traumatische transmurale Ruptur des ISP und SSP bei älteren Patienten stellt eine absolute Operationsindikation dar. Eine Operationsindikation nach traumatischer Erstluxation besteht ebenfalls bei Patienten mit hohem Funktionsanspruch. Dagegen ist die Indikation zu einer postprimären Stabilisierung bei subjektiven und objektiven Instabilitätszeichen mit pathologischen Instabilitätstests nach Immobilisation und anschließender Rehabilitation sowie bei Rezidivluxationen gegeben [50, 127].

Operative Verfahren können in offener oder arthroskopischer Technik durchgeführt werden. Ziel jeder operativen Stabilisierung sollte sein, die sich reziprok beeinflussenden Parameter, die die Funktion und Stabilität betreffen, wiederherzustellen [84].

#### **4.5.3 Offene Schulterstabilisierung**

Eine Indikation zur offenen Stabilisierung ist vor allem dann gegeben, wenn das arthroskopische Verfahren bei relevanten ossären Glenoiddefekten nicht mehr durchgeführt werden kann. Die Indikation zur offenen Stabilisierung wird bei lediglich weichteiliger Läsion zunehmend kritischer gestellt, da diese durch die arthroskopischen Stabilisierungstechniken gut adressiert werden konnten [78].

Verschiedene Techniken können als offene Stabilisierungsoperation durchgeführt werden:

- Die Standardoperation in offener Technik ist die sog. Operation nach Bankart [4, 47], bei der der abgerissene Labrum-Kapsel-Komplex transossär oder in Ankertechnik am Pfannenrand refixiert wird und dadurch die glenoidale Kavität und der Ursprung der glenohumeralen Bändern wieder rekonstruiert wird. Liegt

ein knöcherner Bankart-Defekt vor, kann dieser mittels Schraubenosteosynthese rekonstruiert werden [50, 146].

- Durch die vordere Kapselplastik nach Neer [98] oder nach Matsen [88] wird eine Reduktion des vergrößerten Kapselvolumens erreicht und die Rekonstruktion der glenohumeralen Ligamente, vor allem des IGHL (anteriores Band) und des MGHL, vorgenommen [50, 127, 146].
- Ein knöcherner Pfannenaufbau mit einem J-Span nach Resch [90] kann bei einem großen knöchernen Substanzdefekt des vorderen unteren Glenoidrandes zur Anwendung kommen, wodurch die glenoidale Kavität wieder hergestellt werden kann. Dies wird mit einem freien Knochentransfer vom Beckenkamm durchgeführt [50, 146].
- Der Korakoidtransfer nach Latarjet ist eine Alternative zum J-Span. Das Prinzip dieser Operation ist die knöcherne Versetzung der Korakoidspitze inklusive des Caput breve des M. biceps brachii zum Scapulahals. Dadurch wird eine ossäre Vergrößerung des Glenoids erreicht und gleichzeitig wird der Humeruskopf bei ABD/ARO durch den Caput breve des M. biceps brachii wie in einer Hängematte aufgefangen und zusätzlich dynamisch stabilisiert [96].
- Eine Rotationsosteotomie des proximalen Humerus nach Weber [145] wird vor allem bei einem großen, zentral liegenden Hill-Sachs-Defekt durchgeführt, wodurch ein Einhaken des Humeruskopfes bei ARO verhindert werden soll. Nachteil dieses Verfahrens ist ein Verlust an Innenrotation. Weiter wurde beobachtet, dass dieses Verfahren eine frühzeitige degenerative Veränderung des Glenohumeralgelenkes mit sich bringt [33].

Bei einigen dieser offenen Verfahren muss bis auf das Glenohumeralgelenk präpariert werden, wodurch Strukturen, wie z.B. der SSC oder die ventrale Kapsel, in Mitleidenschaft gezogen werden. Dies kann in der Folge zu Einschränkungen des Bewegungsausmaßes, insbesondere der ARO, führen [82, 122].

#### **4.5.4 Arthroskopische Schulterstabilisierung**

Indikation zur arthroskopischen Schulterstabilisierung stellen primär traumatische Erstluxation im Alter zwischen 16-30 Jahre dar [47, 127], nach adäquatem Trauma ohne schwerwiegende Begleitverletzungen mit Kapsel-Labrum-Läsion und fehlender Kapsel-Bandlaxität oder eine Instabilität bei Hyperlaxität, jedoch guter struktureller Kompetenz des IGHL und MGHL [50]. Allgemein ist für diese Therapie wichtig, dass der Patient eine hohe Motivation und eine gute Compliance mitbringt. Weitere Indikationen sind symptomatische Subluxationen und chronische posttraumatische

Instabilitäten [50, 84]. In den letzten Jahren hat sich die arthroskopische Schulterstabilisierung bei antero-inferioren Schulterinstabilitäten als Standard entwickelt [61].

Arthroskopisch schwieriger zu adressieren sind HAGL-Läsionen, ausgedehnte substantielle Schädigungen bzw. Defekte des IGHL und MGHL, willkürlicher Instabilität (Gruppe VI gemäß der Klassifikation nach Gerber, Literatur) sowie Patienten, die eine extreme berufliche oder sportliche Überkopfbelastung haben und somit aufgrund ihrer Exposition für Rezidivluxationen prädestiniert sind [50, 85].

Durch den Fortschritt in der arthroskopischen Schulterstabilisierung werden die Indikationen zunehmend in Richtung der arthroskopischen Techniken verschoben [36, 59]. Inzwischen wurden Technik-Beschreibungen zum arthroskopischen Coracoidtransfer und zur arthroskopischen Knochenblock-Rekonstruktion der Glenoidkonkavität publiziert [1, 121].

In den letzten Jahren wurden verschiedene arthroskopische Verfahren beschrieben [49, 60]. Die meisten führen hierbei eine Refixation des glenohumeralen Kapsel-Labrum-Komplexes in einer modifizierten Bankart-Technik unter Verwendung verschiedener Fixationstechniken bzw. Implantaten durch [50]:

- Arthroskopische Stabilisierung mittels Schraub- oder Kipp-Fadenanker aus Titan, PEEK (Polyetheretherketon) oder PLDLA (Poly-L/D-Lactid) und knotenlose Anker [60]
- Arthroskopische extraartikuläre Bankart-Operation mit resorbierbaren Dübeln (Suretac®, Smith & Nephew, London, England) [60]
- Stabilisierung in transglenoidaler Technik nach Caspari (1981) oder Morgan & Bodenstab (1982). Durch eine modifizierte Morgan-Technik gelang O`Neill et al. [101] eine Relaxationsrate unter 5%.

Bei den heutigen Standardverfahren der arthroskopischen Schulterstabilisierung werden insgesamt drei Zugangsportale verwendet. Die Portale werden meist nach einem auf das rechte Glenoid übertragenen Zifferblatt einer Uhr bezeichnet [108].

Ein dorsales Portal wird 2 – 3 cm kaudal und 2 cm medial vom dorsalen Acromionneck angelegt. Über dieses Portal wird mit dem diagnostischen Rundgang begonnen. Weiter folgen ein antero-superiorer und ein antero-inferiorer Zugang. Der antero-superiore Zugang (1 – 2 Uhr) verläuft durch das Rotatorenintervall und ventral der SSP-Sehne bzw. kranial der SSC-Sehne. Von hier kann optisch der ganze anteriore Glenoidrand gut beurteilt werden und interventionell ist das kraniale Drittel gut zugänglich. Ein dritter, antero-inferiorer Zugang (3 Uhr) liegt ebenfalls innerhalb des

Rotatorenintervalls und kranial des SSC. Hierüber kann vor allem gut das mittlere Drittel des Pfannenrandes erreicht werden. Nachteil dieses eher hohen inferioren Portals ist, dass der häufig mitbeschädigte antero-inferiore Bereich des Glenoidrands schlecht zugänglich ist. Bei der Entwicklung eines tieferen antero-inferioren Portals wurde ein optimaler Zugang zum kaudalen Bereich des Glenoids gesucht. Dieser Zugang soll eine korrekte Platzierung der Anker zur Fixierung des Kapsel-Labrum-Komplexes unter weitestmöglicher Schonung der neurovaskulären Strukturen ermöglichen.

Von Resch et al. [108] wurde das 4:30 Uhr-Portal vorgestellt, welches spezifisch für die extraartikuläre Applikation von resorbierbaren Dübeln (Suretac®, Smith & Nephew; London, England, Vereinigtes Königreich) entwickelt wurde. Davidson et al. [26] beschrieb das 5:00 Uhr-Portal, das über eine inside-out-Technik angelegt wird. In einer Studie von Pearsall et al. [103] wird dieses Portal allerdings nicht zur Anwendung empfohlen aufgrund der Gefahr von Knorpelschäden und Schädigung der V. cephalica.

Ein 5:30-Uhr-Portal wurde von Imhoff et al. [61] beschrieben, seine klinische Anwendbarkeit und die dadurch optimale Position der Fadenanker zur Rekonstruktion der antero-inferioren Bankartläsion wurden in einer klinische Studie mit großer Fallzahl belegt. Die Gefahr einer Schädigung von neurovaskulären Strukturen [95] wurde von De Simoni & Imhoff [28] untersucht und hierbei gezeigt, dass bei korrekter Anwendung die Gefahr einer neurovaskulären Schädigung, insbesondere des N. axillaris, als gering einzustufen ist.

## 5 Material und Methode

### 5.1 Patientenkollektiv

In der Abteilung für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar wurden im Zeitraum von 1999 bis 2002 188 Patienten mit der Diagnose einer antero-inferioren Schulterinstabilität arthroskopisch stabilisiert. Folgende Einschlusskriterien für die Studie wurden hierbei berücksichtigt:

- Primäre antero-inferiore Stabilisierung zwischen 1999 und 2002 in Schraub-Fadenankertechnik über das tiefe antero-inferiore 5:30-Uhr-Portal [136]
- MRT-Bildgebung präoperativ

Als Ausschlusskriterien wurden definiert:

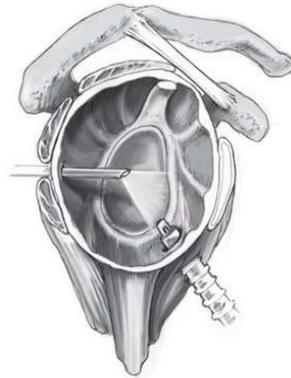
- Postoperative Rezidivluxation
- Revisionsoperation
- Kontralaterale Schulteroperation und -pathologie
- SLAP-Läsion  $\geq$  Typ 3 nach Snyder [129]

83 Patienten erfüllten diese Einschlusskriterien, 43 dieser Patienten davon konnten kontaktiert werden. Von diesen 43 Patienten erfüllten 23 nicht die Einschlusskriterien, so dass letztlich 20 Patienten in die Studie eingeschlossen wurden.

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 9,6 Jahre (min. 7,8 / max. 10,7). Die Studiengruppe bestand aus 6 weiblichen und 14 männlichen Patienten. Das Durchschnittsalter betrug 37 Jahre (min. 25 / max. 55), das Alter bei der OP lag bei 27,2 Jahren (min. 16,4 / max. 44,8). Bei 9 Patienten war die dominante, bei 11 Patienten die nicht-dominante Schulter betroffen.

## 5.2 Operationstechnik

Alle Patienten, die an der Studie teilgenommen haben, wurden mit einer arthroskopischen Schulterstabilisierung in Fadenankertechnik unter Berücksichtigung des tiefen anterioren Zugangs (5:30-Uhr-Portal) versorgt [136].

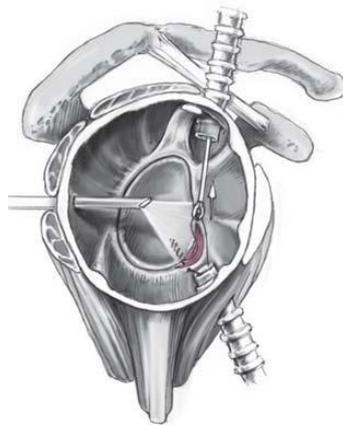


**Abbildung 5.1:** Tiefer antero-inferiorer Zugang [136]

Vor der Operation wurde der Patient über die Indikationen, das Verfahren, den Ablauf, die Nachbehandlung, die Risiken und eventuell auftretende Komplikationen aufgeklärt. Zur Operationsplanung und Indikationsstellung wurden ein Standard-Röntgenbild in drei Ebenen (true-a.p., axial und Y-View) angefertigt, um die ossären Strukturen, die Glenoidgröße und -neigung und eine mögliche knöcherne Bankart-Läsion zu beurteilen. Eine native Magnetresonanztomographie (MRT) wurde zur Darstellung des Kapsel-Labrum-Komplexes, des Bizepssehnenankers, des Kapselvolumens und der Rotatorenmanschette durchgeführt. Bei einer Patientin wurde notfallmäßig zum Ausschluss einer größeren glenoidalen Läsion eine CT durchgeführt.

Die Operation wurde in Vollnarkose durchgeführt. Der Patient wurde hierfür in Beach-Chair-Position gelagert und die Schulter frei gelagert. Vor Beginn der Operation erfolgte eine Narkoseuntersuchung der Schulter zur Dokumentation von Grad und Richtung der Instabilität. Nach standardgemäßer Desinfektion des Operationsgebietes und sterilem Abdecken wurden die ossären Landmarken (Clavicula, ACG, Acromion, Proc. coracoideus) zur Orientierung angezeichnet. Insgesamt wurden drei Portale gesetzt, wobei mit dem posterioren Portal begonnen wurde. Hierüber wurde zunächst ein arthroskopisch-diagnostischer Rundgang durchgeführt, um die intraartikuläre Schulterpathologie zu beurteilen. Daraufhin wurde unter Sicht das antero-superiore Portal in outside-in Technik gesetzt und das Labrum und der Bizepssehnenanker mittels Tasthaken auf Stabilität geprüft. Bei Nachweis einer antero-inferioren Schulterinstabilität mit korrespondierender Labrumablösung erfolgte die Mobilisation des Labrums und die Präparation des vorderen Glenoidrandes, bis das Labrum sich korrekt reponieren ließ. Der Glenoidhals wurde zusätzlich angefrischt, bis es zu

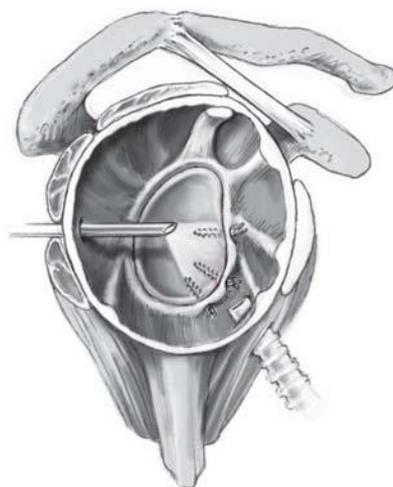
ossären Mikroblutungen kam, um eine suffiziente ossäre Einheilung des Labrums am Glenoidrand zu gewährleisten. Die jeweiligen Ankerpositionen wurden mit einer Kugelfräse auf 5:30 Uhr, 4:30 Uhr und 3:00 Uhr markiert. Hierbei ist insbesondere die 5:30-Uhr-Position für eine biomechanisch stabile Refixation und Verkürzung des inferioren glenohumeralen Ligamentes mit kranialem Kapselshift von essentieller Bedeutung. Unter arthroskopischer Sicht wurde der tiefe antero-inferiore Zugang ca. 8-10 cm distal des Proc. coracoideus, lateral der vorderen Axillarfalte durch das untere Drittel des SSC gesetzt (Abb. 5.1). Dieser Zugang erlaubt eine optimale Platzierung des inferioren Ankers bezüglich der Richtung zum Glenoid und ermöglicht damit eine biomechanisch günstige Zugrichtung auf den antero-inferioren Kapsel-Labrum-Komplex.



**Abbildung 5.2:** Platzierung des inferioren Ankers über das 5:30-Uhr-Portal [136]

Der erste („inferiore“) Anker wurde in der 5:30-Uhr-Position an der Knorpel-Knochen-Grenze, 1 mm medial der glenoidalen Knorpelfläche, in einem Winkel von  $135^\circ$  zur Glenoidfläche gesetzt (Abb. 5.2). Dafür muss der Arm in  $30^\circ$  ABD und  $10^\circ$  ARO gelagert sein. Von Bedeutung ist der richtige Winkel des Ankers, da ein zu flacher oder zu steiler Winkel die Ankerstabilität negativ beeinflusst. Zu beachten ist auch die richtige Tiefe des Ankers, da insbesondere ein hervorstehender Anker zu schweren Knorpelschäden führen kann. Beim Kapselshift ist es beim tiefsten Anker wichtig, die Kapsel nicht nur horizontal, sondern auch nach kranial im Verlauf des IGHL zu raffen, um den inferioren Recessus zu verkleinern. Über den 5:30-Uhr-Zugang wurde der Kapsellabrum-Komplex von inferior in Richtung Glenoidkante/Ankerposition durchstoßen und anschließend der Transportfaden ankernah ausgeleitet. Einer der Ankerfäden wurde nach antero-superior durchgezogen. Somit ist der komplette Kapsel- Labrum- Komplex gefasst und kommt beim Knoten anatomisch auf der Glenoidkante zum Liegen. Die Menge der gefassten Kapsel hängt vom vorliegenden Kapselvolumen und dem gewünschten Kapselshift ab.

In identischer Art und Weise wurden mindestens zwei weitere Anker in 4:30 und 3:00-Uhr-Position gesetzt. Das Abschlussbild zeigte ein anatomisch reponiertes und fixiertes antero-inferiores Labrum (Abb 5.3).



**Abbildung 5.3:** Anatomisch reponiertes und mittels Fadenanker fixiertes antero-inferiores Labrum [136]

### 5.3 Nachbehandlung

Alle Patienten wurden postoperativ mit einer Armschlinge für die ersten 24 Stunden versorgt, für weitere 4 Wochen wurde die Armschlinge vor allem nachts getragen. Am 14. postoperativen Tag erfolgte die Entfernung des Hautnahtmaterials. Das erlaubte Bewegungsausmaß für die ersten 7. Wochen ist tabellarisch dargestellt (Tab. 5.1).

<b>Postoperative Wochen</b>	<b>Abduktion</b>	<b>Flexion</b>	<b>Außenrotation</b>	<b>Innenrotation</b>
1. -3.	45° aktiv	45° aktiv	-30°	frei
4. -6.	90° aktiv	90° aktiv	0°	frei
ab 7.	frei	frei	frei (progressive Steigerung)	frei

**Tabelle 5.1:** Nachbehandlungsschema

Ab der 7. Woche postoperativ ist eine progressiv Steigerung mit freier Beweglichkeit, Zentrierung, Stabilisierung und Stützfunktion erlaubt. Im Verlauf kann zu einem sportartspezifischen Training übergegangen werden. Die Überkopfsportarten sind erst jedoch ab dem 6. Monat zulässig. Bei zusätzlicher SLAP-Refixation dürfen keine aktiven Bizeps-Übungen in den ersten 6 Wochen durchgeführt werden.

## 5.4 Fragebogen und Scores

### Fragebogen

Zur Erhebung der Daten wurde ein standardisierter Fragebogen entwickelt. Der erste Teil dieses Fragebogens beinhaltet allgemeine Patientendaten, eine visuelle Analogskala (VAS) zur Erhebung des Schmerzempfindens sowie diejenigen Anteile der WOSI-, Constant-, Rowe- und ASES-Scores, die vom Patienten selbständig auszufüllen waren. Der zweite Teil des Fragebogens umfasste die Anteile der Scores, die vom Untersucher auszufüllen waren, sowie weitere klinische Untersuchungen und die MRT-Daten. Der komplette Fragebogen befindet sich im Anhang der Arbeit.

### WOSI-Score (Western Ontario Shoulder Instability Index)

Der WOSI-Score wurde 1998 von Kirkley et al. entwickelt [75, 117]. Es handelt sich dabei um einen subjektiven Schulter-Score der ein Hauptaugenmerk auf Lebensqualität und Instabilitätsgefühl im Alltag richtet. Der WOSI-Score umfasst 21 Fragen und ist gegliedert in vier Bereiche:

- Physikalische Symptome (10 Fragen)
- Sport, Erholung, Arbeit (4 Fragen)
- Lebensumstände (4 Fragen)
- Gefühl (3 Fragen)

Der Patient markiert die Antworten auf einer VAS, wobei die Skala anschließend zur Auswertung ausgemessen wird. Dadurch ergibt sich für jede Frage ein Punktwert zwischen 0 (bester Wert) und 100 (schlechtester Wert), für den Gesamtscore ergibt sich somit ein Wert zwischen 0 und 2100. Der Patient beantwortet die Fragen selbstständig.

Das Ziel des WOSI-Scores ist es, in klinischen Studien den Behandlungserfolg bei Patienten mit Schulterinstabilität zu beurteilen. Der WOSI-Score ist geeignet, Veränderungen der Schulterinstabilität zu messen [74].

Der Korrelationskoeffizient zum Rowe-Score wurde mit 0,6 beschrieben [117].

### Constant-Score

Der Constant-Score wurde 1987 von Constant und Murley entwickelt [25]. Er erreicht maximal 100 Punkte und ist in folgende Bereiche aufgeteilt:

- Schmerz – keine weitere Aufteilung in Unterbereiche aufgeteilt (insgesamt 15 Punkte maximal)
- Aktivitäten des tgl. Lebens – aufgeteilt in Arbeit, Sport, Schlaf und Positionierung der Hand im Raum (insgesamt 20 Punkte maximal)
- Range of Motion - aufgeteilt in Flexion, ABD, IRO und ARO (insgesamt 40 Punkte maximal)
- Kraft in ABD – Umrechnung von kg in Punkte (insgesamt 25 Punkte maximal)

Der Constant-Score eines gesunden Patienten variiert stark mit Alter und Geschlecht [149]. Daher wird empfohlen, den in einer Untersuchung erhaltenen Score mit einem bzgl. Alter und Geschlecht adjustierten Score zu vergleichen. In dieser Arbeit wurde der von Gerber adjustierte Score als Referenz herangezogen [24]. Der ermittelte Originalwert wird ebenfalls angegeben, der einen Vergleich mit anderen Populationen oder einer Referenzskala erlaubt [149]. Darüber hinaus wurde die von Böhm [13] vorgestellte Prozentskala genutzt, um eine Einstufung der ermittelten Scores im Vergleich zu den nach Gerber alters- und geschlechtsadjustierten Scores entsprechend einer Schulnotenskala „sehr gut“, „gut“, etc. zu erhalten (Tab. 5.2).

91-100 %	81 – 90%	71-80%	61-70%	< 60 %
sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	schlecht

**Tabelle 5.2:** Bewertung des Constant-Scores

Aufgrund der gut durchzuführenden Untersuchungen ist der Constant-Score im Klinikalltag problemlos anzuwenden.

Zur Messung der isometrischen Schulterkraft wurde ein ISOBEX-Dynamometer (Cursor AG, Bern, Schweiz) eingesetzt. Die Messung wurde jeweils 3 mal durchgeführt und aus diesen drei Messungen der Mittelwert gebildet.

### ASES-Score (American Shoulder and Elbow Surgeons Society-Score)

Auf dem jährlichen Treffen (1993) der American Shoulder and Elbow Surgeons Society wurde ein neues Formblatt zur Erfassung der Schulterfunktionalität vorgestellt [110]. Hauptentwicklungskriterien waren dabei (a) leichte Nutzbarkeit; (b) Methode zur Bewertung der Aktivitäten des täglichen Lebens; (c) Einschluss eines Abschnitts, der von den Patienten selbstständig ausgefüllt werden kann. Hinzu kam ein Abschnitt, der die Untersuchung des Arztes dokumentiert.

Der ASES-Score adressiert die folgenden Bereiche

- Schmerz mit 3 „ja“/„nein“-Fragen und einer VAS
- Instabilität mit einer VAS
- Aktivitäten des täglichen Lebens durch 10 Einzelaktivitäten, gemessen auf einer Skala von 0 (Unmöglichkeit, die Aktivität auszuführen) bis 3 (keine Schwierigkeiten, die Aktivität auszuführen).
- Klinische Untersuchungen, welche den Bewegungsumfang, funktionelle Tests und Kraftmessung umfassen. Die Kraft wird auf einer Skala von 0 (keine Kraft) bis 5 (normale Kraft) angegeben.
- Instabilität auf einer Skala von 0 (keine Instabilität) bis 3 (starke Instabilität)

In die Berechnung des Scores fließt nur die Patientenselbstbeurteilung ein. Sie erfolgt nach folgendem Schema:

$$(10 - \text{VAS Schmerz}) + 5/3 * \text{Summe Aktivitäten des täglichen Lebens}$$

Beispiel: VAS = 6; Summe Aktivitäten des täglichen Lebens = 22

$$(10 - 6) + 5 / 3 * 22 = 57$$

Der Score kann maximal 100 Punkte erreichen. Es wurden bisher keine Angaben gemacht, wie die erzielten Punkte zu bewerten sind [110], daher wurde die Einteilung analog zum Rowe-Score vorgenommen [114] (Tab 5.3):

Punkte	90-100	75-89	51-74	< 50
Bewertung	sehr gut	gut	zufriedenstellend	schlecht

**Tabelle 5.3:** Bewertung des ASES-Scores

Der ASES-Score wurde entwickelt, um die Kommunikation zwischen Untersuchern zu verbessern und Multicenterstudien zu unterstützen [74].

### Rowe-Score

Der Rowe-Score ist ein erster Ansatz zur standardisierten Erfassung der Schulterfunktion nach Bankart-Repair gewesen. Er wurde von Rowe 1978 in dem Artikel „*The Bankart procedure: a long-term end-result study*“ vorgestellt [114].

Der Score ist unterteilt in folgende drei Bereiche

- Stabilität, wobei 0 Punkte ein schlechtes Ergebnis bedeutet. Die nächstmöglichen Werte sind 10, 30 und 50 Punkte (sehr gut).
- Bewegung, wobei 0 Punkte ein schlechtes Ergebnis bedeutet. Die nächstmöglichen Werte sind 5, 15 und 20 Punkte (sehr gut).
- Funktion, wobei 0 Punkte eine merkliche Einschränkung und Schmerz bedeuten, die nächstmöglichen Werte sind 10, 25 oder 30 Punkte (keine Einschränkungen oder Schmerz).

Der Rowe-Score kann maximal 100 Punkte erreichen, die Bewertung erfolgt nach dem von Rowe vorgegebenen Schema [114] (Tab 5.4):

Punkte	90-100	75-89	51-74	< 50
Bewertung	sehr gut	gut	zufriedenstellend	schlecht

**Tabelle 5.4:** Bewertung des Rowe-Scores [114]

## 5.5 Klinische Untersuchungen

Die klinischen Untersuchungen, die im Rahmen dieser Studie durchgeführt wurden, gliedern sich in

- Beweglichkeitsprüfung aktiv und passiv in allen Ebenen
- Muskelfunktionsprüfung/ Muskelkrafttest
  - M. subscapularis
    - Innenrotationstest nach Gerber [15]
    - Lift-off-Test [137]
    - IRO Lag-Zeichen [39, 118]
    - Belly-press-Test [38, 137] / Napoleon-Zeichen [18]
    - Bear-hug-Test [5]
  - M. supraspinatus
    - Starter-Test [15]
  - M. infraspinatus und M. teres minor
    - ARO gegen Widerstand [15]
  - Lange Bizepssehne / Bizepssehnenanker
    - O'Brien-Test [100]
    - Palm-up-Test [15]
- Schulterlaxität
  - Schubladentest [37]
  - Sulcus-Zeichen [15, 144]
  - Gagey-Test [35]
- Schulterinstabilität
  - Apprehension-Test [15]
  - Relocation-Test [15]
  - Jerk-Test [51]

Alle Untersuchungen sind ausführlich in Kapitel 4.4.2 beschrieben.

## 5.6 Kraftmessverfahren

Für die Ermittlung der Kraft bei den klinischen Tests „Lift-off“ und „Belly-press“ wurde eine Kraftmessplatte eingesetzt (Abb. 5.4). Sie arbeitet mit einem Drucksensor, der eine Spannung proportional zur einwirkenden Kraft erzeugt. Es können Kräfte zwischen 0,2 und 500 N mit einer Genauigkeit von 0,2% gemessen werden. Mit einer Abtastrate von 100 Hz wird das analoge Signal in ein digitales umgewandelt, so dass Zeit-/ Spannungspaare ausgegeben werden [7]. Mithilfe der Software PcLab2000se Version 3.1 (Velleman Instruments, Gevere, Belgien) wird die Spannung aufgezeichnet und mittels eines Excel-Spreadsheets werden über Umrechnungskonstanten aus den Spannungswerten Kraftwerte gebildet. Aus drei Messreihen von jeweils etwa 10 s wird jeweils das Maximum, aus den drei Maxima der Mittelwert ermittelt. Der Kraftwert in N wird schließlich als Mittel aus dem ermittelten Mittelwert und seinem 70%-Wert gebildet [7].



**Abbildung 5.4:** Kraftmessplatte

## 5.7 Magnetresonanztomographie (MRT)

Alle Patienten wurden in einem 1,5 Tesla-MRT (Avanto, Siemens, Erlangen, Deutschland) untersucht. Der Patient wurde hierbei in Rückenlage positioniert. Zur Untersuchung der Schulter dienten unpolarisierte, solenoidale kombinierte Sende- und Empfänger-Spulen verschiedener Größen. Um die Spulenlast zu optimieren, wurde die jeweils kleinstmögliche Spule verwendet. Der Arm wurde neben dem Körper in Neutral-Null-Position gelagert.

Es wurde ein Lokalizier für alle drei Raumebenen eingesetzt und folgende Sequenzen durchgeführt:

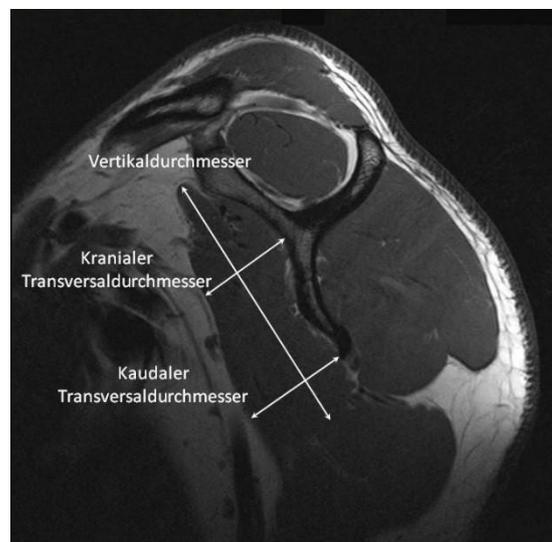
Sequenz	Bild-ebene	TE/TR	Distanz-faktor	Flip-winkel	Schicht-dicke	Prot.-Zeit
<b>ipsilateral</b>						
PD tse fs	transv.	45ms / 2880 ms	10%	180°	3,0 mm	5:47 min
T1	coronar	15 ms / 516 ms	10%	90°	3,0 mm	5:52 min
PD tse fs	coronar	45 ms / 2620 ms	10%	180°	3,0 mm	5:16 min
T2 tse rst	sag.	84 ms / 3950 ms	30%	180°	3,0 mm	4:10 min
T1	sag.	18 ms / 615 ms	30%	90°	3,0 mm	5:20 min
<b>kontralateral</b>						
T1	sag.	18 ms / 615 ms	30%	90°	3,0 mm	5:20 min

**Tabelle 5.5:** MRT-Parameter (transv. = transversal, sag. = sagittal, Prot.-Zeit = Protokollzeit)

Für die kontralaterale Seite wurde ebenfalls ein Lokalizier für alle drei Raumebenen verwendet, jedoch nur die Sagittalebene schlussendlich gewählt, um einen Vergleich mit der operierten Schulter hinsichtlich Atrophie und fettiger Infiltration des SSC durchführen zu können.

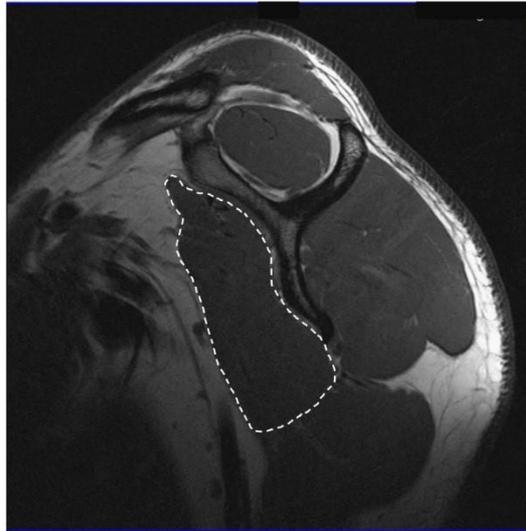
Die Auswertung der Atrophie erfolgte durch Messungen in der parasagittalen Ebene in der sogenannten „Y-Schnittposition“ („Y-shaped-position“) nach Thomazeau et al. [133]. Diese Schnittebene verläuft senkrecht zur Scapulaebene und wird medial begrenzt vom Proc. coracoideus und umfasst die Fossa supraspinata. Hierfür wurden die T1-gewichteten Spin-Echo-Sequenzen verwendet. Die Messungen wurden für die ipsilaterale und die kontralaterale Schulter durchgeführt und verglichen.

Es wurde der schrägvertikale Durchmesser von dem höchsten zum tiefsten Punkt des SSCs sowie die kranialen und kaudalen Transversaldurchmesser ermittelt. Der kraniale Transversaldurchmesser liegt hierbei senkrecht zum Vertikaldurchmesser auf Höhe der maximalen Konkavität der Fossa subscapularis. Der kaudale liegt ebenfalls senkrecht zum Vertikaldurchmesser, jedoch auf Höhe des Scapulablattendes [123] (Abb. 5.5).



**Abbildung 5.5:** Durchmesser des SSC

Ferner wurde die Cross-Sectional Area (CSA) des SSC gemessen. Dabei wurde mit Hilfe der PACS-Software die Fläche umrandet und direkt in  $\text{mm}^2$  umgerechnet [7, 67] (Abb. 5.6).



**Abbildung 5.6:** CSA des SSC

Zur Auswertung der fettigen Infiltration wurde die parasagittale Schicht auf Höhe der Y-Schnittposition (T1-gewichteten Spin-Echo-Sequenzen) beurteilt. Die fettige Infiltration wird in fünf Stadien eingeteilt in Anlehnung an der von Goutallier et al. [44] im CT entwickelten und von Fuchs et al. [34] auf MRT übertragenen Skala.

<b>Stadium 0</b>	<b>normaler Muskel ohne Spuren von Fett</b>
Stadium 1	Muskel enthält einige Spuren von Fett
Stadium 2	Bedeutende Fettinfiltration, mehr Muskel als Fett
Stadium 3	Gleich viel Muskel- wie Fettanteile
Stadium 4	Mehr Fett- als Muskelanteile

**Tabelle 5.6:** Fettige Infiltration – Einteilung nach Goutallier [44]



**Abbildung 5.7:** Fettige Infiltration des SSC [125]

## 5.8 Statistik

Für den statistischen Vergleich der für die beiden Schultern ermittelten Werte (Scores, Kraftwerte, MRT-Messungen) wurde der Wilcoxon-Rangsummentest herangezogen, da es sich um zwei verbundene, nicht-normalverteilte Stichproben handelt. Die Korrelation zwischen den MRT-Flächenmessungen und den Kraftmessungen wurden mit dem Pearson-Korrelationskoeffizienten ermittelt.

Für die statistischen Analysen wurde das Programm WINSTAT, Version 2009.1 (R. Fitch Software, Deutschland) verwendet. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p=0,05$  festgelegt.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Scores

#### Constant-Score

Der Constant-Score für die gesunde Schulter erreichte einen Wert von 86, da der Wert für die Kraft durchschnittlich lediglich 11,4 kg (Maximalwert 25 kg) betrug. Die Scores waren hierbei nicht altersjustiert. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und gesunden Schulter (**p=0,0006**) (Tab. 6.1). Nach der altersadaptierten Prozent-Bewertung von Böhm [13] entspricht der Mittelwert von 82 Punkten auf der ipsilateralen Seite 89% (= gut), der Mittelwert von 86 Punkten auf der kontralateralen Seite 94% (= sehr gut) (Tab. 6.2).

Constant [P]	MW	SD	Min/Max	Schmerz	Tgl. Leben	Mob.	Kraft
ipsilateral	<b>82</b>	5,5	73/94	14,3	17,7	38,9	11,6
kontralateral	<b>86</b>	4,2	82/96	14,8	20,0	39,6	11,9
<b>p-Wert</b>	<b>0,0006</b>						

**Tabelle 6.1:** Constant-Score im Seitenvergleich – Ergebnisse (Tgl. Leben = tägliches Leben, Mob. = Mobilität)

	91-100%	81-90%	71-80%	61-70%	< 60%
	sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	schlecht
<b>ipsilateral</b>	8	10	2	-	-
<b>kontralateral</b>	17	4	-	-	-

**Tabelle 6.2:** Constant Score im Seitenvergleich – Bewertung nach Böhm [13]

### WOSI-Score

Der WOSI-Score erreichte einen Mittelwert von 85%, dabei erzielten 45% der Patienten einen Score von  $\geq 90\%$  (Tab. 6.3 und 6.4).

WOSI [%]	MW	SD	Min/Max
ipsilateral	85	13,3	48/100

**Tabelle 6.3:** WOSI-Score – Ergebnisse umgerechnet in %

WOSI-Score in %	>95	90 - 95	80 - 89	70 - 79	< 70
Anzahl Patienten	7	2	5	4	2

**Tabelle 6.4:** WOSI-Score – Einteilung in Punkteklassen

### ASES-Score

Für den ASES-Score ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und der gesunden Schulter (**p=0,001**) (Tab. 6.5). 70% der Patienten erreichten auf der ipsilateralen Seite einen sehr guten Wert, 100% der Patienten erreichten auf der kontralateralen Seite einen sehr guten Wert (Tab. 6.6).

ASES [P]	MW	SD	Min/Max
ipsilateral	92	7,5	73/100
kontralateral	98	2,4	93/100
p-Wert	0,001		

**Tabelle 6.5:** ASES-Score in Seitenvergleich – Ergebnis

ASES [n]	90-100	75-89	51-74	< 50
Bewertung	sehr gut	gut	zufriedenstellend	schlecht
ipsilateral	14/20	5/20	1/20	-
kontralateral	20/20	-	-	-

**Tabelle 6.6:** ASES-Score in Seitenvergleich – Bewertung

### Rowe-Score

Der Rowe-Score erreichte einen Mittelwert von 84, dabei erzielten 60% der Patienten einen sehr guten Score (Tab. 6.7 und 6.8).

Rowe [P]	MW	SD	Min/Max
Ipsilateral	<b>84</b>	19,2	35/100

**Tabelle 6.7:** Rowe-Score – Ergebnis

Rowe [P]	90-100	75-89	51-74	< 50
Bewertung	sehr gut	gut	zufriedenstellend	schlecht
ipsilateral	12/20	3/20	4/20	1/20

**Tabelle 6.8:** Rowe-Score – Bewertung

## 6.2 Klinische Untersuchungen

Bei der ARO zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der ipsilateralen und der kontralateralen Seite. Ein signifikanter Unterschied besteht bei der ARO in 90° ABD (Tab. 6.9). Es zeigte sich ein ARO-Bewegungsdefizit sowohl mit 0° ABD als auch mit 90° ABD von ca. 5° (Tab. 6.10).

Grad [°]	Flex	ABD	ARO	ARO in 90° ABD	IRO	IRO in 90° ABD
MW ipsilateral	173	172	58	83	alle ≥Th12	64
MW kontralateral	176	176	63	89	alle ≥Th12	67
<b>p-Wert</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,003</b>		<b>0,06</b>

**Tabelle 6.9:** Bewegungsausmaß in Grad (aktiv)

Grad [°]	ARO-Defizit	ARO-Defizit in 90° ABD
MW	5,3	5,5
SD	11,9	6,5
min	-15	-5
max	20	20

**Tabelle 6.10:** ARO-Defizite in Grad (aktiv) zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite

### Muskelkrafttests

Der Bear-hug-Test war in 2 Fällen, der O'Brien-Test in 6 Fällen auf der ipsilateralen Seite positiv. Alle anderen Tests waren sowohl auf der ipsilateralen als auch auf der kontralateralen Seite negativ (Tab. 6.11).

Test [n]	ipsilateral	kontralateral
Palm-up	0/20	0/20
O'Brien	6/20	0/20
Napoleon	0/20	0/20
Bear-hug	2/20	0/20
Belly-press	0/20	0/20
IRO-Lag	0/20	0/20

**Tabelle 6.11:** Muskelkrafttests – Ergebnisse

### Lift-off-Test

95% der Patienten zeigten auf der ipsilateralen Seite eine volle Kraftentwicklung (Kraftgrad 5). Kein Patient zeigte sowohl auf der ipsilateralen als auch auf der kontralateralen Seite einen Kraftgrad < 4 (Tab. 6.12).

Kraftgrad [n]	ipsilateral	kontralateral
Grad 5	19/20	18/20
Grad 4	1/20	2/20
Grad < 4	-	-

**Tabelle 6.12:** Kraftentwicklung des SSC gemessen mittels Lift-off-Test

### Stabilitätstests

Die Stabilitätstests zeigten sich auf der ipsilateralen Seite vermehrt positiv gegenüber der kontralateralen Seite. Lediglich bei der anterioren Translation zeigte sich eine geringere Häufigkeit. Am häufigsten positiv auf der ipsilateralen Seite waren Sulcus-Zeichen, Apprehension-Test und der Relocation-Test mit jeweils 45% (Tab. 6.13).

<b>Stabilitätstests [n]</b>	<b>ipsilateral</b>	<b>kontralateral</b>
Anteriore Translation	2/20	6/20
Posteriore Translation	7/20	4/20
Sulcus-Zeichen	9/20	6/20
Apprehension-Test	9/20	2/20
Reproduzierbares Instabilitätsgefühl	2/20	0/20
Willkürliche Instabilität	1/20	0/20
Relocation-Test	9/20	2/20
Jerk-Test	2/20	1/20
Allg.	2/20	-

**Tabelle 6.13:** Stabilitätstests – Ergebnisse

### 6.3 Kraftmessverfahren

#### Kraftmessplatte

Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und der gesunden Schulter. Der Mittelwert der auf der operierten Seite gemessenen Kraftwerte war höher als der der nicht-operierten Seite. Von der Operation war 9 mal die dominante und 11 mal die nicht-dominante Seite betroffen. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dominanter und nicht dominanter Seite von  $p=0,04$  für den Belly-press-Test, der Unterschied für den Lift-off-Test war nicht signifikant mit  $p=0,1$ , allerdings war auch der Mittelwert für die nicht-dominante Seite jeweils größer als der für die dominante Seite (Tab. 6.14).

Kraft [N]	Belly-press ipsilat.	Belly-press kontralat.	Lift-off ipsilat.	Lift-off kontralat.
MW	101,5	100,5	73,2	68,8
SD	40,1	40,0	28,5	23,3
Min/Max	46,6/195,6	49,9/181,0	41,6/140,7	41,6/129,8
<b>p-Wert</b>	<b>0,65</b>		<b>0,09</b>	

**Tabelle 6.14:** Kraftentwicklung gemessen mit Kraftmessplatte in Newton

#### ISOBEX

Bei der ISOBEX-Kraftmessung ergab sich in der Kraftentwicklung des SSC und des ISP kein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und der gesunden Schulter (Tab. 6.15, 6.16). Bei der Kraftmessung des SSP zeigte sich kein signifikanter Unterschied ( $p=0,53$ ) (Tab. 6.17).

SSC [kg]	ipsilateral	kontralateral
<b>MW</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>
SD	2,7	2,8
Min/Max	3,5/12,4	3,2/12,2
<b>p-Wert</b>	<b>0,41</b>	

**Tabelle 6.15:** ISOBEX-Kraftmessung des SSC im Seitenvergleich

<b>ISP [kg]</b>	<b>ipsilateral</b>	<b>kontralateral</b>
<b>MW</b>	<b>6,2</b>	<b>6,4</b>
<b>SD</b>	2,4	2,1
<b>Min/Max</b>	3,2/12,4	3,8/11,1
<b>p-Wert</b>	<b>0,074</b>	

**Tabelle 6.16:** ISOBEX-Kraftmessung des ISP im Seitenvergleich

<b>SSP [kg]</b>	<b>ipsilateral</b>	<b>kontralateral</b>
<b>MW</b>	<b>5,2</b>	<b>5,3</b>
<b>SD</b>	2,2	2,0
<b>Min/Max</b>	2,9/9,2	3,1/9,3
<b>p-Wert</b>	<b>0,53</b>	

**Tabelle 6.17:** ISOBEX-Kraftmessung des SSP im Seitenvergleich

## 6.4 Magnetresonanztomographie (MRT)

### Atrophie

Die Beurteilung des SSC-Muskelbauches (Durchmesser und Fläche) ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der operierten und gesunden Schulter (Tab. 6.18).

Atrophie								
	vertikaler Durchmesser [mm]		kranialer TD [mm]		kaudaler TD [mm]		approximative Fläche [mm <sup>2</sup> ]	
	ipsi	kontra	ipsi	kontra	ipsi	kontra	ipsi	kontra
MW	91,5	94,3	27,9	29,4	33,5	34,2	2335,9	2526,1
SD	10,7	17,0	4,6	5,5	8,2	7,0	721,4	893,6
Min	73,0	69,4	20,7	20,0	19,8	22,3	1337,8	1343,0
Max	106,0	120,0	38,7	40,0	49,0	43,3	3645,0	4198,0
<b>p-Wert</b>	0,26		0,15		0,63		0,12	

**Tabelle 6.18:** MRT-Messung – Durchmesser und Fläche SSC im Seitenvergleich (TD = transversaler Durchmesser, ipsi = ipsilateral, kontra = kontralateral)

### Fettige Infiltration

Die Beurteilung der fettigen Infiltration des SSC ergab keinen eindeutigen Zusammenhang zur Operation. In einem Fall zeigte sich überraschender Weise sogar ein Rückgang von Grad 3 auf Grad 1, in keinem Fall zeigte sich eine fettige Infiltration größer als Grad 1 (Tab. 6.19).

Fettige Infiltration					
Grad	0	1	2	3	kein
Präop. MRT	10/20	6/20	-	1/20	3/20
Postop. ipsilat. MRT	13/20	7/20	-	-	-
Postop. kontralat. MRT	17/20	3/20	-	-	-

**Tabelle 6.19:** Fettige Infiltration – Vergleich präoperativ und postoperativ sowie Vergleich zur kontralateralen Seite

### Korrelation

Zwischen den quantitativen MRT-Befunden (Fläche) und den gemessenen Kräften konnte mittels Korrelationskoeffizienten nach Pearson eine schwache Korrelation nachgewiesen werden (Tab. 6.20).

<b>Korr.-Koeffizient nach Pearson</b>	<b>Belly-press ipsilat.</b>	<b>Belly-press kontralat.</b>	<b>Lift-off ipsilat.</b>	<b>Lift-off kontralat.</b>
Fläche SSC / Kraft	0,56	0,55	0,46	0,53

**Tabelle 6.20:** Korrelation Fläche des SSC zur SSC-Kraft im Seitenvergleich

## 7 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen der arthroskopischen Schulterstabilisierung über das transmuskulöse tiefe antero-inferiore 5:30-Uhr-Portal auf die Funktion sowie die MR-tomografische Darstellung des M. subscapularis untersucht. Dabei wurde von der Hypothese ausgegangen, dass sich nach arthroskopischer antero-inferiorer Stabilisierung über das tiefe 5:30-Uhr-Portal weder ein nachweisbarer Verlust der Funktion noch eine MR-tomografisch nachweisbare Alteration des SSC im Sinne einer Atrophie oder progredienten Verfettung im Langzeitverlauf sowie im Vergleich zur gesunden Gegenseite zeigt. Diese beiden Hypothesen wurden durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt.

Die erhobenen Scores ergaben durchweg gute bis sehr gute Ergebnisse. Die Kraftmessung der operierten Seite im Vergleich zur kontralateralen Seite zeigte keine signifikanten Unterschiede beim Belly-press Test und beim Lift-off Test. Auch der Vergleich der mittels MRT gemessenen Mittelwerte von Durchmesser und Fläche des SSC erbrachte keine signifikanten Unterschiede zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite.

Ausgangspunkt der Untersuchung war, dass eine offene Schulterstabilisierung zu Insuffizienzen des SSC führen kann. Sachs et. al. [115] zeigten, dass nach primär offener Bankartoperation, bei welcher die oberen 2/3 der SSC-Sehne abgesetzt wurden, 23% der Patienten postoperativ nach einem Follow-up von 4 Jahren eine Insuffizienz des SSC aufwiesen. Es wurde hierbei eine Kraftminderung von 73% im Vergleich zur gesunden Seite und ein positiver Lift-off-Test festgestellt [115]. Schröder et al. [125] untersuchten offene Schulterstabilisierungen mit umgekehrt L-förmiger Ablösung der SSC-Sehne mittels MRT durchschnittlich 52 Monate postoperativ und stellten eine zunehmende fettige Infiltration und Atrophie des SSC fest. Diese traten bei Primärstabilisierungen in 53,8%, bei Revisionsstabilisierungen sogar in 92,3% der Patienten auf. Eine Kontrollgruppe wies dagegen keine klinischen Zeichen einer SSC-Veränderung auf [125]. Greis et al. [46] evaluierten 4 Restabilisierungen nach offener Bankart-Operation mit kompletter SSC-Tenotomie. Diese 4 Patienten hatten durch ein Trauma eine Reruptur erlitten und zeigten eine rezidivierende Schulterinstabilität, eine Innenrotationsschwäche, einen pathologischen Lift-off-Test sowie eine verstärkte ARO des betroffenen Armes. Picard et al. [106] stellten nach einem Follow-up von 4 Jahren nach einer Latarjet-Operation mit SSC-Tenotomie eine Kraftreduktion des SSC-Muskels um fast 50% und bei 40% der Patienten eine deutliche Muskelverfettung fest [106]. Maynou et al. [92] untersuchten Schulterstabilisierungsverfahren nach Latarjet mit umgekehrt L-förmiger Ablösung der SSC-Sehne im Vergleich zu einem SSC-Split bei einem Follow-up von 7,5 Jahren. Der Mittelwert für die fettige Infiltration betrug

1,18 für die Gruppe mit L-förmiger Ablösung des SSC im Vergleich zu 0,12 bei der Gruppe mit SSC-Split [92]. Somit konnte gezeigt werden, dass bei offener Schulterstabilisierung bessere Ergebnisse bezüglich SSC-Verfettung und Atrophie erzielt werden, wenn der SSC im Rahmen des Zugangsweges parallel und nicht orthograd zu den Muskelfasern inzidiert wird [92].

Scheibel et al. [109, 122] verglichen die offene und arthroskopische Schulterstabilisierung bezüglich ihrer Auswirkung auf den SSC. Dabei fanden sie, dass bei der arthroskopischen Stabilisierung die Funktion des SSC zu 100% erhalten war. Bei der offenen Stabilisation hingegen waren die klinischen SSC-Funktionstests zu 70% positiv. Im MRT zeigte sich, dass der vertikale, der obere und der untere transversale Durchmesser des SSC bei offener Stabilisierung signifikant kleiner war als bei der arthroskopischen Stabilisierung. Wichtig ist hierbei zu erwähnen, dass bei dem arthroskopischen Verfahren ein hohes antero-inferiores Portal verwendet wurde, welches oberhalb des SSC angelegt wurde und den SSC somit nicht perforierte [109, 122].

Eine antero-inferiore Schulterinstabilität geht häufig mit einer Pathologie des antero-inferioren Labrums und Kapselbandapparats einher, welcher von großer Bedeutung für die Stabilität des GH-Gelenkes ist [144]. Da von einem hohen antero-inferioren Portal dieser Bereich nur eingeschränkt zugänglich ist und die inferioren Anker nicht in einem optimalen Winkel positioniert werden können, wurde das tiefer liegende 5:30-Uhr-Portal entwickelt [28]. Über diesen Zugang, der transmuskulär durch den SSC verläuft, kann eine optimale Positionierung der inferioren Anker erreicht und der antero-inferiore Kapselbandapparat suffizient refixiert werden.

Aufgrund der in der Literatur [46, 92, 106, 115, 122, 125] beschriebenen pathologischen Veränderungen des SSC bei unterschiedlichen Stabilisationsverfahren stellte sich die Frage, ob und inwieweit sich der SSC klinisch und strukturell-bildgebend verändert, wenn die Stabilisierung durch das transmuskuläre, tiefe 5:30-Uhr Portal erfolgt. Khan et al. [71] konnten in einer biomechanischen Untersuchung an Kadaverschultern zeigen, dass eine Perforation des SSC durch ein tiefes Portal keine Auswirkungen auf die Spannung des SSC bei Belastung hat, die Frage der klinischen und radiologischen Auswirkungen bleibt hierbei jedoch offen.

In die vorliegenden Untersuchung wurden Patienten eingeschlossen, deren Schulter in der Abteilung für Sportorthopädie am Klinikum rechts der Isar in den Jahren 1999-2002 über das tiefe 5:30-Uhr-Portal in Ankertechnik stabilisiert worden waren und welche die entsprechenden Einschlusskriterien erfüllten. Bei genauem Studium der

Patientenakten bezüglich Verfügbarkeit von präoperativem MRT und Relaxation sowie bei telefonischer Kontaktaufnahme und telefonischer Anamnese konnten 20 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Bei der größten Anzahl von potentiellen Patienten konnte kein Kontakt hergestellt werden (telefonisch, postalisch, soziale Medien). Es besteht die Vermutung, dass dies mit der Altersstruktur des Patientenkollektivs zusammenhängt. Das Durchschnittsalter der untersuchten Gruppe betrug zum Zeitpunkt der Operation 27,2 Jahre. Die Wahrscheinlichkeit, dass in dieser Altersgruppe der Wohnort gewechselt wurde, ist hoch. Auch hat die mobile Kommunikation (Handy, Internet) heute einen anderen Stellenwert als vor 10 Jahren. Festnetzanschlüsse sind häufig gar nicht mehr vorhanden, die Mobilnummer wird leichter gewechselt. Mit 14 (70%) männlichen und 6 (30%) weiblichen Patienten wich die Geschlechterverteilung vom Gesamtkollektiv der damals operierten Patienten (m=77%, w=23%) nur geringfügig ab.

Im Vergleich mit anderen retrospektiven Studien, die spezifisch den SSC bezüglich fettiger Infiltration und Atrophie untersuchten, wurde in dieser Untersuchung eine vergleichbare Anzahl von Patienten erreicht [122, 123, 125]. Das Follow-up in der vorliegenden Studie liegt mit 9,6 Jahre (min 7,8/ max. 10,7) jedoch deutlich höher. Schröder et al. [125] konnten in ihrer Studie 13 Patienten (3 Frauen, 10 Männer; Durchschnittsalter 36,5 Jahre) mit offener primärer Stabilisierung, 12 Patienten (1 Frau, 11 Männer; Durchschnittsalter 34,2 Jahre) mit offener Revisionsstabilisierung einschließen. Das Follow-up betrug 50 Monate. Scheibel et al. [122] konnten in ihrer Untersuchung 12 Patienten (2 Frauen, 10 Männer; Durchschnittsalter 30,9 Jahre) mit arthroskopischer Stabilisierung, 10 Patienten (2 Frauen, 8 Männer; Durchschnittsalter 28,8 Jahre) mit offener Stabilisierung sowie eine Kontrollgruppe von 12 Patienten (1 Frau, 11 Männern, Durchschnittsalter 29,3 Jahre) einschließen. Das Follow-up betrug 36,5 Monate. Scheibel et al. [123] untersuchten eine Gruppe von 13 Patienten mit primärer offener Stabilisierung (Durchschnittsalter 36,5 Jahre, Follow-up 48 Monate) und verglich sie mit einer Gruppe von 12 Patienten (Durchschnittsalter 34,2 Jahre, Follow-up 52 Monate) mit offener Restabilisierung.

Schulter-Scores wurden entwickelt, um den Zustand bzw. die Entwicklung der Schulterfunktion bei therapeutischen Maßnahmen zu messen und zu vergleichen [112]. Einige Scoringsysteme beziehen sich hierbei auf bestimmte Schulterzustände wie z.B. Instabilität [114], sind jedoch für andere Pathologien der Schulter nicht sinnvoll. Bislang hat sich jedoch kein weltweit akzeptierter Standard etablieren können [112].

Auch wenn bestimmte Scores die Stabilität bzw. Instabilität der Schulter adressieren, so sind sie nicht spezifisch genug, um die Fragestellung dieser Arbeit („Integrität des Musculus subscapularis“) zu beantworten. Die Scores, die in dieser Arbeit erhoben wurden, dienten somit eher einer allgemeinen Beurteilung der Schulterfunktion. Verschiedene Scores müssen nicht notwendigerweise miteinander korrelieren [112], daher wird eine Betrachtung der einzelnen Score vorgenommen bzw. werden einzelne Patienten mit auffälligen Scores betrachtet.

Der WOSI-Score wurde entwickelt, um die krankheitsspezifische Lebensqualität bei Patienten mit Schulterinstabilität zu messen [13]. Er sollte auch dazu dienen, um in klinischen Studien bei Patienten mit Schulterinstabilität das Ergebnis einer Therapie zu messen [75]. Dieses Scoringsystem wurde jedoch bisher nicht häufig eingesetzt [13]. Sachs et al. [115] zeigten, dass der WOSI-Score derjenige Score ist, der eine Dysfunktion des SSC reflektieren kann. In einer Studie von Salomonsson et al. [117] wurde eine Gruppe gesunder Probanden (n=45) mit dem WOSI-Score bewertet. Das Ergebnis variierte hierbei zwischen 73% und 100% und der Mittelwert betrug 96%. Im Vergleich dazu ermittelten wir in dieser Arbeit durchschnittlich einen Wert von 85% bei einem Range von 48% bis 100%. Diese Werte sind vergleichbar mit anderen Follow-up-Studien zur arthroskopischen Schulterstabilisierung: Bei Krueger et al. [79] erreichte die Gruppe der initialen arthroskopischen Stabilisierung einen Wert von 89,9%. Bei Scheibel et al. [122] erreichte die Gruppe der arthroskopischen Stabilisierung einen Wert von 82,1%. Für den WOSI-Score existiert bisher keine Vergleichsskala, die dem Prozentwert eine „Schulnote“ zuweist. Bei anderen Scores (Constant, ASES, Rowe) wird ein Wert zwischen 80% und 90% als gutes Ergebnis gewertet.

Der Constant-Score ist der in Europa am häufigsten eingesetzte Score. Methode und Kriterien, die zur Entwicklung des Constant-Scores führten, wurden nicht veröffentlicht. Dies gilt auch für die Gewichtung der einzelnen Untergruppierungen. Eine Stärke dieses Scoringsystems liegt darin, dass seine Anwendung detailliert beschrieben wurde [74]. Der Constant-Score wird von verschiedenen Fachgesellschaften für die Schulter betreffende wissenschaftliche Arbeiten empfohlen [13]. Für die Beurteilung einer Schulterinstabilität scheint der Constant jedoch nicht geeignet zu sein. Conboy et al. [23] fanden in einer Untersuchung, dass Patienten mit diagnostizierter Dislokation sogar einen Höchstwert im Constant-Score erreichen können. Edwards et al. [31] zeigten, dass eine fettige Infiltration des SSC keinen Einfluss auf den Constant-Score hatte. Der signifikante Unterschied ( $p < 0,01$ ) zwischen den Constant-Scores der ipsi- und der kontralateralen Seite in unserer Untersuchung hat somit wenig Aussagekraft. Der Unterschied zwischen ipsi- und kontralateraler Seite resultierte hierbei zu 75% aus der subjektiven Einschätzung von „Schmerz und Alltag“. Bewertet man die Scores

nach der Einstufung von Böhm [13], so ist der Mittelwert auf der ipsilateralen Seite als „gut“ und der kontralateralen Seite als „sehr gut“ einzustufen. Auch in den Studien von Gartsman et al. [36, 61, 122], Imhoff et al. [36, 61, 122] und Scheibel et al. [36, 61, 122] zur arthroskopischen Schulterstabilisierung wurden „gute“ bis „sehr gute“ Ergebnisse erzielt.

Die Besonderheit des ASES-Erhebungsbogens ist, dass sowohl subjektive als auch objektive Daten erhoben werden, in die Ermittlung des Scores (ASES-Index) jedoch nur die subjektiven Daten einfließen. Er wurde mit dem Ziel entwickelt, die Kommunikation zwischen Untersuchern in klinischen Prüfungen zu fördern [110]. In dieser Arbeit wurde ein ASES-Score von 90 Punkten für die ipsilaterale Schulter bzw. von 98 Punkten für die kontralaterale Seite ermittelt. Die Mittelwerte für die ipsi- und die kontralaterale Seite konnten beide als „sehr gut“ eingestuft werden. In vergleichbaren Studien zur arthroskopischen Schulterstabilisierung [22, 36, 61, 72, 141] wurden vergleichbare Ergebnisse erzielt. Eine gute Korrelation zwischen ASES- und Constant-Score, wie von Skutek [128] mit  $r=0,871$  gezeigt wurde, konnte in unserer Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Der Pearson-Korrelationskoeffizient betrug  $r=0,704$  für die ipsilaterale und  $r=-0,085$  für die kontralaterale Seite.

Der Rowe-Score setzt sich aus nur drei Fragen zusammen, die maximal insgesamt 100 Punkte ergeben [114]. Dabei ist die Stabilität mit einer Frage und 50 möglichen Punkten am höchsten gewichtet. Anzumerken ist, dass der Übergang von der höchsten Stufe der Stabilität „Kein Instabilitätsgefühl“ zur zweithöchsten Stufe „Instabilitätsgefühl, keine Subluxation“ bereits eine Reduktion des Gesamtscores um 20 Punkte bedeutet. Durch diese großen Unterschiede bei nur geringfügig unterschiedlicher Einschätzung ist auch das Gesamtergebnis des ermittelten Rowe-Scores stärker fokussiert auf die Instabilität als bei anderen Scores. Der Mittelwert des Rowe-Scores ist mit 84 Punkten als „gut“ einzustufen. Damit liegt der Rowe-Score dennoch am unteren Ende der Skala von vergleichbaren Studien zur arthroskopischen Schulterstabilisierung [22, 36, 59, 61, 72, 79, 122]. Dies ist darauf zurückzuführen, dass 5 der 20 untersuchten Patienten ein subjektives Instabilitätsgefühl angaben, jedoch ergaben sich bei den objektiven Kriterien keine Auffälligkeiten.

Bei allen untersuchten Schulter-Scores, die ipsi- und kontralateral verglichen wurden, zeigte sich ein signifikant schlechterer Wert für die ipsilaterale, operierte Seite. Trotz dieser Verschlechterung waren alle Mittelwerte als „gut“ oder „sehr gut“ gemäß ASES-Score einzustufen. Dies lässt auf eine subjektiv gute Einschätzung der Funktion der operierten Schulter schließen.

Zur klinischen Untersuchung des SSC wurde eine Reihe von spezifischen Tests entwickelt. Zunächst wurde 1991 von Gerber [39] der Lift-off-Test vorgestellt. Dieser Test wurde seither in verschiedenen Untersuchungen validiert. Greis et al. [45] konnten mittels EMG zeigen, dass der SSC bei diesem Test die höchste Aktivität im Vergleich zu anderen Muskeln der Rotatorenmanschette aufweist. Während Greis et al. [45] ebenso wie Pennock et al. [104] hierbei jedoch keine unterschiedliche Aktivierung des oberen und unteren Teils des SSC nachweisen konnten, gelang dies Tokish et al. [137] in ihrer Untersuchung. Bei der Validierung des Lift-off-Tests mittels EMG konnte hier beobachtet werden, dass der untere Teil des SSC stärker aktiviert wird [137]. Yoon et al. [150] konnten zeigen, dass der Lift-off-Test hochspezifisch für eine Ruptur der Subscapularissehne und eine fettige Infiltration des SSC ist. Bartl et al. [7] benutzten in ihrer Arbeit eine neuartige Kraftmessplatte, um quantitative Aussagen über die isometrische SSC-Kraft zu erhalten. In unserer Arbeit wurde der Test sowohl in der ursprünglichen Form nach Gerber [39] als auch mit einer vergleichbaren Kraftmessplatte durchgeführt. Diese Kraftmessung ermöglichte einen quantitativen und damit besseren Vergleich zur der kontralateralen Seite, welche als Kontrolle eingesetzt wurde.

Ebenfalls von Gerber wurde 1996 [38] der Belly-press-Test vorgestellt. Dieser Test wurde entwickelt, um auch Patienten klinisch testen zu können, welche den Lift-off-Test aus Schmerzgründen bzw. eingeschränkter Innenrotationsfähigkeit nicht durchführen können. Tokish et al. [137] und Chao et al. [19] validierten den Belly-press-Test mittels EMG und konnten dabei keine unterschiedliche Aktivierung des oberen und des unteren Teils des SSC nachweisen. Auch zur quantitativen Analyse beim Belly-press-Test benutzten Bartl et al. [7] eine Kraftmessplatte, welche in der eigenen Untersuchung ebenfalls zum Einsatz kam.

In unserer Arbeit ist insbesondere die Spezifität der Tests von Bedeutung, da ein negativer Test mit hoher Zuverlässigkeit das Nichtvorliegen einer Schädigung anzeigen soll. Die Spezifität der oben erwähnten Tests wurde in Arbeiten von Barth et al. [5] sowie Rigsby et al. [111] untersucht. Die Spezifität bei einer kompletten SSC-Sehnenruptur gemäß Rigsby et al. [111] betrug für den Lift-off-Test 0,99, für das Innenrotations-Lag-Zeichen 0,94, für den Napoleon- und den Belly-press-Test 0,97 und für den Bear-hug-Test 0,91. Bei einer partiellen SSC-Sehnenruptur betrug die Spezifität für den Lift-off-Test 0,99, für das Innenrotations-Lag-Zeichen 0,96, für den Napoleon- und den Belly-press-Test 0,98 und für den Bear-hug-Test 0,92.

In unserer Studie zeigten sich keine relevanten, pathologisch wertbaren Auffälligkeiten im Lift-off-Test, der minimal gemessene Kraftgrad war 4. Die Messergebnisse unterschieden sich hierbei nicht signifikant zwischen der ipsilateralen und der kontralateralen Seite. Bei den Patienten, die eine geringe Kraftentfaltung beim Lift-off

ipsi- bzw. kontralateral aufwiesen, zeigte sich auch in der Kraftmessung mittels Kraftmessplatte ein geringerer Wert auf der entsprechenden Seite. Der Belly-press-Test war sowohl auf der ipsilateralen als auch auf der kontralateralen Seite für alle Patienten negativ. Die Messergebnisse unterschieden sich nicht signifikant zwischen der ipsilateralen und der kontralateralen Seite. Sowohl die Ergebnisse des Belly-press- als auch des Lift-off-Tests ergaben keinen Hinweis auf eine Schädigung des SSC, so wie es ebenfalls in der Studie von Scheibel et al. [122] beobachtet werden konnte.

Auffällig bei den Ergebnissen der Messung mittels Kraftmessplatte war, dass sowohl beim Lift-off-Test als auch beim Belly-press-Test der Mittelwert der auf der ipsilateralen Seite gemessenen Kräfte größer als der auf der kontralateralen Seite war. Die Schulterdominanz der ipsilateralen Seite konnte jedoch hierfür keine Erklärung sein, da die Mittelwerte der nicht-dominanten Schulter sowohl beim Belly-press- (103,3 N vs. 98,6 N) als auch beim Lift-off-Test (73,2 N vs. 68,8 N) höher als die der dominanten Schulter waren. Dennoch waren die von uns gemessenen Kräfte vergleichbar den von Bartl et al. [7] gemessenen Werte. Der von Bartl et al. [7] in der Kontrollgruppe beim Belly-press-Test gemessene Kraftmittelwert betrug 86,6 N und lag damit geringfügig unter den von uns gemessenen Werten von 101,5 N ipsilateral und 100,5 N kontralateral, während der gemessene Kraftmittelwert beim Lift-off-Test mit 68,4 N zwischen den von uns gemessenen Werten von 73,2 N ipsilateral und 68,8 N kontralateral lag [7]. Die Abweichungen in den Kraftwerten sind hierbei hauptsächlich auf das unterschiedliche Patientenkollektiv zurückzuführen. So betrug das Durchschnittsalter bei der Untersuchung in unserer Studie 37 Jahre, in der Studie von Bartl et al. [7] 46 Jahre.

1996 stellte Hertel das Innenrotations-Lag-Zeichen als weiteren Parameter für die Funktion des SSC vor [53]. Es ist sensitiver als der Lift-off-Test und kann auch Partialrupturen erkennen [53]. Das Innenrotations-Lag-Zeichen in dieser Studie war bei allen Patienten negativ und somit vergleichbar mit der Arthroskopiegruppe aus der Arbeit von Scheibel et al. [122].

Darüber hinaus wurden weitere klinische Tests durchgeführt, die einen Gesamteindruck der Schulter erlaubten. Hierbei wurden die Testergebnisse der operierten Schulter mit denen der nicht operierten Schulter verglichen. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Integrität der Rotatorenmanschette und auf das Bewegungsmaß gelegt.

Das aktive Bewegungsausmaß war bei wenigen Patienten auf der operierten Seite endgradig eingeschränkt. Die Differenz zur gesunden Seite betrug jedoch in keinem Fall mehr als 15°, im Mittelwert war die Differenz in allen Bewegungsebenen  $\leq 10^\circ$ . Diese Werte sind vergleichbar mit anderen Studien zur arthroskopischen Schulterstabilisierung [36, 72, 141], die jeweils auch ein geringgradiges Bewegungsdefizit nachweisen konnten. Aufgrund der in dieser Studie gemessenen nicht-signifikanten Unterschiede in der beidseitigen ISOBEX-Kraftmessung der Muskeln der Rotatorenmanschette kann davon ausgegangen werden, dass die aktiven Bewegungsdifferenzen nicht auf eine Co-Pathologie der posterior-superioren Rotatorenmanschette zurückzuführen sind.

Zur Evaluation der Schulterstabilität wurden spezifische Stabilitätstests durchgeführt. 45% der Patienten äußerten ein „unangenehmes Gefühl“ bei der Durchführung des Apprehension-Tests auf der operierten Seite, das auch durch den Relocation-Test provoziert werden konnte. Dieser Prozentsatz liegt deutlich höher als in vergleichbaren Studien [22, 79, 141]. Bei der Beurteilung des nativen MRTs konnte jedoch keine Pathologie der passiven Stabilisatoren diagnostiziert werden, da hierfür ein Arthro-MRT aussagekräftiger gewesen wäre [32, 142]. Die klinische Untersuchung der aktiven Stabilisatoren (Rotatorenmanschette, M. deltoideus) ergab keine pathologischen Befunde, so dass vermutlich die passiven Stabilisatoren (Kapsel-Labrum-Komplex) für diese z.T. subklinische Restinstabilität verantwortlich sind. Ferner ist bei der Beurteilung dieser Ergebnisse zu vermuten, dass Patienten mit Luxationen in ihrer Vorgeschichte oft bewusster isoliert auf das Gelenk einwirkende Scherkräfte wahrnehmen. Bei 5 dieser 9 Patienten zeigte sich ein subjektives Instabilitätsgefühl bereits im Rowe-Score. Auch andere Studien beschreiben die Schwierigkeit, den Relocation-Test zu objektivieren [130] sowie eine schlechtere subjektive als objektive Beurteilung der Schulterinstabilität [79].

Der SSC wurde quantitativ mittels MRT auf eine Atrophie hin beurteilt. Scheibel et al. [123] beschrieben ein Messverfahren zur Beurteilung der Atrophie, welches auf Arbeiten von Thomazeau et al. [132, 133] basierten. Dieses bildgebend-quantitative Verfahren kam bereits in verschiedenen Publikationen [7, 122, 125] zum Einsatz und wurde auch in dieser Arbeit angewandt. In der „Y-shaped-position“ wird der vertikale, der obere und untere transversale Durchmesser sowie die Cross Sectional Area (CSA) des SSC bestimmt. Zanetti et al. [152] konnten zeigen, dass die in dieser Position gemessene CSA geeignet ist, die Größe eines Muskels der Rotatorenmanschette quantitativ zu beurteilen.

In der vorliegenden Arbeit ergab sich kein signifikanter Unterschied bezüglich Fläche und Durchmesser zwischen der ipsilateralen und der kontralateralen Seite. Die gemessenen Werte waren außerdem vergleichbar mit denen der Kontrollgruppe in den Arbeit von Bartl et al. [7], mit denen der Arthroskopie-Gruppe und der Kontrollgruppe bei Scheibel et al. [122] sowie mit denen der Kontrollgruppe bei Schröder et al. [125]. Die Unterschiede in den jeweiligen Parametern können hierbei durch die unterschiedlichen Geschlechts- und Altersstrukturen der einzelnen Studien erklärt werden.

Hinsichtlich Fläche und Kraft konnte eine schwache Korrelation nach Pearson gefunden werden. Bei 14 Patienten war die CSA auf der ipsilateralen Seite kleiner, jedoch konnten 9 dieser Patienten auf der ipsilateralen Seite gleichviel oder sogar mehr Kraft entwickeln als auf der kontralateralen.

Die fettige Infiltration wurde erstmalig von Goutallier et al. [44] am M. supraspinatus klassifiziert, welcher auf Basis einer CT-Untersuchung eine 5-stufige Einteilung vornahm. Fuchs et al. [34] übertrugen diese Einteilung auf das MRT und schlugen dabei allerdings eine nur 3-stufige Einteilung der fettigen Infiltration am M. supraspinatus vor. Die Einteilung von Goutallier et al. [44] kam auch bei Edwards et al. [31] zum Einsatz, allerdings am SSC, und wurde in gleicher Weise in unserer Arbeit am nativen MRT angewandt. Hierbei war insgesamt kein Zusammenhang beobachtbar zwischen Operation und fettiger Infiltration. Nur in einem Fall war nach der Operation isoliert in der operierten Schulter eine fettige Infiltration des SSC nachweisbar. Der höchste beobachtete Grad der fettigen Infiltration betrug 1 gemäß modifizierter Klassifikation von Goutallier et al. [44] im MRT. In einem Fall war sogar ein Rückgang der Infiltration von Grad 3 auf Grad 1 zu beobachten. Dieser Rückgang ist vermutlich auf die wiederhergestellte Funktionalität der Schulter zurückzuführen. Bartl et al. [8] beschrieb einen Zusammenhang zwischen fettiger Infiltration und einem positiven Belly-press-Test. Jedoch waren sowohl die fettige Infiltration als auch der Belly-press-Test in dieser Arbeit negativ.

Eine Stärke der Studie ist das lange Follow-up von 9,6 Jahren im Mittel. Die vergleichbaren Studien erreichten maximal ein Follow-up von 3,7 Jahren [72], so dass erstmalig auch die funktionellen und strukturellen Parameter des SSC nach einem transtendinösen tiefen antero-inferioren Portal im Langzeit-Follow-up evaluiert wurden. Durch die strengen Einschlusskriterien konnte ferner ein sehr homogenes Patientenkollektiv erreicht werden. Des Weiteren hat die Studie trotz einer geringen

Fallzahl eine gute Aussagekraft, da die Befunde der operierten Schulter mit der gesunden kontralateralen Schulter verglichen werden und insgesamt eine multimodale Evaluation unter Verwendung verschiedener klinischer, funktioneller und struktureller Untersuchungen erfolgte. Hierbei waren nicht nur der Vergleich zur kontralateralen Seite, sondern insbesondere zu einigen präoperativen Parametern (z.B. in der MRT) als Ausgangsbefund von relevanter Bedeutung und essentiell für die Aussagekraft der Studie.

Limitationen der Studie waren aufgrund der strengen Ein- und Ausschlusskriterien und des langen Follow-ups die deutlich geringere Anzahl an eingeschlossenen und damit untersuchten Patienten als geplant. Dies ist vor allem auf die nicht erfolgreiche Kontaktaufnahme mit den Patienten und deren mittlerweile veränderter Kontaktdaten zurückzuführen. Des Weiteren waren die präoperativen MRTs an verschiedenen radiologischen Zentren erfolgt und daher nicht einheitlich hinsichtlich MRT-Sequenzprotokoll, so dass aufgrund unterschiedlicher MRT-Qualität viele potenzielle Studienteilnehmer ausgeschlossen werden mussten. Zur aktuellen Beurteilung des Kapsel-Labrum-Komplexes im operierten Areal antero-inferior wäre ein Arthro-MRT vorteilhaft gewesen, aus ethischen Gründen war jedoch eine i.a. Kontrastmittel-Applikation nicht zu vertreten gewesen. Auch ein EMG hätte eine zusätzliche objektive Beurteilung der SSC-Funktion liefern können, allerdings ist diese jedoch nur suffizient mit Nadelelektroden im Vergleich zu einem nicht-invasiven Oberflächen-EMG ableitbar [76, 140], was jedoch durch die Ethikkommission nicht freigegeben worden wäre.

Weitere Untersuchungen erscheinen sinnvoll, inwieweit REHA-Maßnahmen und/oder sportliche Aktivitäten sich langfristig auf den Zustand des SSC auswirken. Ferner wäre zu untersuchen, ob eine Reluxation durch eine Degeneration des SSC begünstigt wurde.

## 8 Zusammenfassung

Ziel der retrospektiven Arbeit (Evidence-based Level IV) war es mittels klinischer Tests, Kraftmessung und MRT-Diagnostik zu untersuchen, ob und inwieweit bei der Stabilisierung unter Nutzung des tiefen 5:30-Uhr-Portals durch die Perforation des SSC vergleichbare pathologische Veränderungen (fettige Infiltration und Atrophie) auftreten wie bei der teilweisen oder vollständigen Inzision und Refixation der Sehne des SSC bei offener Schulterstabilisierung. Dabei wurde von der Hypothese ausgegangen, dass sich im Langzeitverlauf kein nachweisbarer Verlust der Funktion und keine MR-tomografisch nachweisbare Alteration des SSC im Sinne einer Atrophie oder progredienten Verfettung im Zeitverlauf sowie im Vergleich zur gesunden Gegenseite zeigt.

Insgesamt wurden gute und sehr gute Schulter-Scores erzielt, die in der Literatur vergleichbare Ergebnisse zeigten. Die signifikanten Unterschiede zwischen ipsilateralen und kontralateralen Schulter-Scores spiegelten sich allerdings nicht in den SSC-spezifischen klinischen Tests, Kraftmessungen und in der MRT-Untersuchung wieder.

Bei der Gesamtbetrachtung aller SSC-spezifischen klinischen Tests und Kraftmessungen ergab sich kein Hinweis auf eine relevante Schädigung des SSC. Der Kraftunterschied im Belly-press und Lift-off-Test zwischen ipsilateraler und kontralateraler Schulter war hierbei nicht signifikant. Dabei lag der Mittelwert der gemessenen Kräfte sogar geringfügig höher auf der operierten im Vergleich zur kontralaterale Seite.

Zudem konnte keine vermehrte fettige Infiltration des SSC auf der operierten im Vergleich zur nicht-operierten Seite und zum präoperativen Befund nachgewiesen werden. Es ergaben sich des Weiteren keine Hinweise auf eine Atrophie des SSC im Vergleich zur kontralateralen Seite und zu anderen Studien.

Somit konnten wir zeigen, dass der SSC, im Gegensatz zu den offenen Verfahren, durch eine Perforation bei der Nutzung des 5:30-Uhr-Portals keine persistierende funktionelle wie strukturelle Alteration erleidet.

## 9 Literatur

1. Agneskirchner J.D., Haag M., Lafosse L.  
*Arthroscopic coracoid transfer : Indications, technique and initial results.*  
Orthopade. 2011 Jan;40(1):41-51.
2. Altchek D.W., Warren R.F., Skyhar M.J., Ortiz G.  
*T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types.*  
J Bone Joint Surg Am, 1991. 73(1): p. 105-12.
3. Bankart A.S.  
*Recurrent or Habitual Dislocation of the Shoulder-Joint.*  
Br Med J, 1923. 2(3285): p. 1132-3.
4. Bankart A.S.B.  
*The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder-joint.*  
British Journal of Surgery, 1938. 26(101): p. 23-29.
5. Barth J.R., Burkhart S.S., De Beer J.F.  
*The bear-hug test: a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear.*  
Arthroscopy, 2006. 22(10): p. 1076-84.
6. Barthel T.  
*Arthroskopie des Schultergelenks*  
in Orthopädie und orthopädische Chirurgie - Schulter, Gohlke, F., Hrsg. 2002,  
Thieme: Stuttgart
7. Bartl C., Salzmann G.M., Seppel G., Eichhorn S., Holzapfel K., Wörtler K., Imhoff A.B.  
*Subscapularis function and structural integrity after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears.*  
Am J Sports Med, 2011. 39(6): p. 1255-62.
8. Bartl C., Scheibel M., Magosch P., Lichtenberg S., Habermeyer P.  
*Open repair of isolated traumatic subscapularis tendon tears.*  
Am J Sports Med, 2011. 39(3): p. 490-6.
9. Bartl C., Schumann K., Paul J., Vogt S., Imhoff A.B.  
*Arthroscopic capsulolabral revision repair for recurrent anterior shoulder instability.*  
Am J Sports Med, 2011. 39(3): p. 511-8.

10. Bartsch S., Echtermeyer V.  
*Luxationen und Instabilitäten*  
in Praxisbuch Schulter, Echtermeyer V., Bartsch S., Hrsg. 2005, Thieme:  
Stuttgart.
11. Benninghoff A., Drenckhahn D.  
*Anatomie Band1.*  
Drenckhahn D., Hrsg. 2008, Urban & Fischer/Elsevier, S. 279-301.
12. Bloom M.H., Obata W.G.  
*Diagnosis of posterior dislocation of the shoulder with use of Velpeau axillary  
and angle-up roentgenographic views.*  
J Bone Joint Surg Am, 1967. 49(5): p. 943-9.
13. Böhm D.  
*Scores*  
in Orthopädie und orthopädische Chirurgie - Schulter, Gohlke, F., Hrsg. 2002,  
Thieme: Stuttgart S. 98-104.
14. Bowen M.K., Warren R.F.,  
*Ligamentous control of shoulder stability based on selective cutting and static  
translation experiments.*  
Clin Sports Med, 1991. 10(4): p. 757-82.
15. Brunner U.H.  
*Klinische Untersuchung der Schulter*  
in Schulterchirurgie, Habermeyer P., Hrsg. 2002, Urban & Fischer.
16. Bücheler E., Lackner H-J., Thelen M.  
*Einführung in die Radiologie*  
2005, Thieme: Stuttgart.
17. Bunker T., Wallace W.  
*Shoulder Arthroscopy*, Dunitz M., Hrsg. 1991, Year Book Medical Pub.
18. Burkhart S.S., Tehrany A.M.  
*Arthroscopic subscapularis tendon repair: Technique and preliminary results.*  
Arthroscopy, 2002. 18(5): p. 454-63.
19. Chao S., Thomas S., Yucha D., Kelly J.D., Driban J., Swanik K.  
*An electromyographic assessment of the "bear hug": an examination for the  
evaluation of the subscapularis muscle.*  
Arthroscopy. 2008 Nov 24(11): p. 1265-70.

20. Clark J.M., Harryman D.T.  
*Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy.*  
J Bone Joint Surg Am, 1992. 74(5): p. 713-25.
21. Cochran G.V.B.  
*Orthopädische Biomechanik.*  
1988, Enke: Stuttgart.
22. Cole B.J., L'Insalata J., Irrgang J., Warner J.J.  
*Comparison of arthroscopic and open anterior shoulder stabilization. A two to six-year follow-up study.*  
J Bone Joint Surg Am, 2000. 82-A(8): p. 1108-14.
23. Conboy V., Morris R., Kiss J., Carr A.  
*An evaluation of the Constant-Murlay Shoulder assessment.*  
J Bone Joint Surg Br. 1997 Jul;79(4):695-6.
24. Constant C.R., Gerber C., Emery R.J.H., Søjbjerg J. O., Gohlke F., Boileau P.  
*A review of the Constant score: Modifications and guidelines for its use.*  
J Shoulder Elbow Surg, 2008. 17(2): p. 355-361.
25. Constant C.R., Murley A.H.  
*A clinical method of functional assessment of the shoulder.*  
Clin Orthop Relat Res, 1987(214): p. 160-4.
26. Davidson P.A., Tibone J.E.  
*Anterior-inferior (5 o'clock) portal for shoulder arthroscopy.*  
Arthroscopy, 1995. 11(5): p. 519-25.
27. Dawson J., Fitzpatrick R., Carr A.  
*The assessment of shoulder instability. The development and validation of a questionnaire.*  
J Bone Joint Surg Br, 1999. 81(3): p. 420-6.
28. De Simoni C, Burkart A., Imhoff A.B.  
*Ein neuer inferiorer (5.30-Uhr-) Zugang für die arthroskopische Reparatur des Bankart-Schadens.*  
Arthroskopie, 2000. 13: p. 217-219.
29. DePalma A.F., Cooke A.J., Prabhakar M.  
*The role of the subscapularis in recurrent anterior dislocations of the shoulder.*  
Clin Orthop Relat Res, 1967. 54: p. 35-49.

30. Echtermeyer V., Bartsch S.  
*Praxisbuch Schulter.*  
Echtermeyer V., Bartsch S., Hrsg. 2004, Thieme: Stuttgart.
31. Edwards T.B, Walch G., Sirveaux F., Molé D., Nové-Josserand L., Boulahia A., Neyton L., Szabo I., Lindgren B.  
*Repair of tears of the subscapularis.*  
J Bone Joint Surg Am, 2005. 87(4): p. 725-30.
32. Elentuck D., Palmer W.E.  
*Direct magnetic resonance arthrography.*  
Eur Radiol, 2004. 14(11): p. 1956-67.
33. Flury M.P., Goldhahn J., Holzmann P., Simmen B.R.  
*Does Weber's rotation osteotomy induce degenerative joint disease at the shoulder in the long term?*  
J Shoulder Elbow Surg, 2007. 16(6): p. 735-41.
34. Fuchs B., Weishaupt D., Zanetti M., Hodler J., Gerber C.  
*Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging.*  
J Shoulder Elbow Surg, 1999. 8(6): p. 599-605.
35. Gagey O.J., Gagey N.  
*The hyperabduction test.*  
J Bone Joint Surg Br, 2001. 83(1): p. 69-74.
36. Gartsman G.M, Roddey T.S, Hammerman S.M.  
*Arthroscopic Treatment of Anterior-Inferior Glenohumeral Instability.*  
J Bone Joint Surg Am. 2000 Jul;82-A(7):991-1003.
37. Gerber C, Ganz R.  
*Clinical assessment of instability of the shoulder with special reference to anterior and posterior drawer tests.*  
J Bone Joint Surg, 1984: p. 551-556.
38. Gerber C., Hersche O., Farron A.  
*Isolated rupture of the subscapularis tendon : Results of operative repair.*  
J Bone Joint Surg, 1996: p. 1015-1023.

39. Gerber C, Krushell R.J.  
*Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases.*  
J Bone Joint Surg, 1991: p. 389-394.
40. Gerber C., Nyffeler R.W.  
*Classification of glenohumeral joint instability.*  
Clin Orthop Relat Res, 2002(400): p. 65-76.
41. Glousman R., Jobe F., Tibone J., Moynes D., Antonelli D., Perry J.  
*Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability.*  
J Bone Joint Surg Am, 1988. 70(2): p. 220-6.
43. Gohlke F.  
*Biomechanics of the shoulder.*  
Orthopäde, 2000. 29(10): p. 834-44.
43. Golser K., Smekal V., Resch H.  
*Konventionelle Radiologie und Computertomographie der Schulter in Schulterchirurgie, Habermeyer P., Hrsg. 2002, Urban & Fischer.*
44. Goutallier D., Postel J.M., Bernageau J., Lavau L., Voisin M.C.  
*Fatty Muscle Degeneration in Cuff Ruptures Pre- and Postoperative Evaluation by CT Scan.*  
Clin Orthop Relat Res, 1994 Jul(304): p. 78-83.
45. Greis P.E., Kuhn J.E., Schultheis J., Hintermeister R., Hawkins R.  
*Validation of the lift-off test and analysis of subscapularis activity during maximal internal rotation.*  
Am J Sports Med. 1996 Sep-Oct;24(5): p. 589-93.
46. Greis P.E., Dean M., Hawkins R.J.  
*Subscapularis tendon disruption after Bankar reconstruction for anterior instability.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1996 May-Jun;5(3): p. 219-22.
47. Habermeyer P.  
*Schulterchirurgie.*  
Habermeyer P., Hrsg. 2002, Urban & Fischer Verlag.

48. Habermeyer P., Lichtenberg S.  
*Diagnostik und Therapie der vorderen und hinteren Schulterluxation Teil I: Diagnostik.*  
Der Chirurg, 2003. 74(11): p. 1078-1088.
49. Habermeyer P., Lichtenberg S.  
*Diagnostik und Therapie der vorderen und hinteren Schulterluxation Teil II: Therapie.*  
Der Chirurg, 2003. 74(12): p. 1178-1194.
50. Habermeyer P., Magosch P., Lichtenberg S.  
*Schulterinstabilitäten.*  
Der Orthopäde, 2004. 33(7): p. 847-873.
51. Hawkins R.J.  
*The clinical evaluation of the shoulder problems*  
in The Shoulder, Matsen F., Hrsg. 1990: Philadelphia. p. 149-177.
52. Hedtmann A.  
*Sonographische Diagnostik*  
in Orthopädie und orthopädische Chirurgie - Schulter, Gohlke F., Hedtmann A., Hrsg. 2002, Thieme: Stuttgart.
53. Hertel R., Ballmer F.T., Lombert S.M., Gerber C.  
*Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1996 Jul-Aug;5(4): p. 307-13.
54. Hinton M.A., Parker A.W., Drez D. Jr., Altcheck D.  
*An anatomic study of the subscapularis tendon and myotendinous junction.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1994 Jul;3(4): p. 224-229.
55. Hobby J., Griffin D., Dunbar M., Boileau P.  
*Is arthroscopic surgery for stabilisation of chronic shoulder instability as effective as open surgery? A systematic review and meta-analysis of 62 studies including 3044 arthroscopic operations.*  
J Bone Joint Surg Br. 2007 Sep;89(9): p. 1188-96.
56. Holanda M.  
*Schulter und Schultergürtel*  
in Orthopädie und Unfallchirurgie, Scharf H.-P., Rüter A., Hrsg. 2009, Elsevier.

57. Howell S.M., Kraft T.A.  
*The role of the supraspinatus and infraspinatus muscles in glenohumeral kinematics of anterior shoulder instability.*  
Clin Orthop Relat Res, 1991 Feb(263): p. 128-34.
58. Huber W.P., Putz R.V.  
*Periarticular fiber system of the shoulder joint.*  
Arthroscopy. 1997 Dec;13(6) p. 680-691.
59. Ide J., Maeda S., Takagi K.  
*Arthroscopic Bankart Repair using Suture Anchors in Athletes: Patient Selection and postoperative Sports Activities.*  
Am J Sports Med. 2004 Dec;32(8): p. 1899-905.
60. Imhoff A., König U.  
*Schulterinstabilität -Rotatorenmanschette.*  
Imhoff A.B., König U., Hrsg.1999, Steinkopff-Verlag.
61. Imhoff A.B., Ansah P., Tischer T., Reiter C., Bartl C., Hench M., Spang J.T., Vogt S.  
*Arthroscopic repair of anterior-inferior glenohumeral instability using a portal at the 5:30-o'clock position: analysis of the effects of age, fixation method, and concomitant shoulder injury on surgical outcomes.*  
Am J Sports Med, 2010. 38(9): p. 1795-803.
62. Itoi E., Hatakeyama Y., Kido T., Sato T., Minagawa H., Wakabayashi I., Kobayashi M.  
*A new method of immobilization after traumatic anterior dislocation of the shoulder: a preliminary study.*  
J Shoulder Elbow Surg, 2003. 12(5): p. 413-5.
63. Itoi E., Hatakeyama Y., Sato T., Kido T., Minagawa H., Yamamoto N., Wakabayashi I., Nozaka K.  
*Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence. A randomized controlled trial.*  
J Bone Joint Surg Am, 2007. 89(10): p. 2124-31.
64. Itoi E., Lee S.B., Berglund L.J., Berge L.L., An K.N.  
*The effect of a glenoid defect on anteroinferior stability of the shoulder after Bankart repair: a cadaveric study.*  
J Bone Joint Surg Am, 2000. 82(1): p. 35-46.

65. Jakobsen B.W., Johannsen H.V., Suder P., Søjbjerg J.O.  
*Primary repair versus conservative treatment of first-time traumatic anterior dislocation of the shoulder: a randomized study with 10-year follow-up.*  
Arthroscopy, 2007. 23(2): p. 118-23.
66. Jobe F.W., Tibone J.E., Jobe C.M., Kvitne RS.  
*The shoulder in sports*  
in The shoulder, Rockwood C.A., Matsen F.A., Hrsg. 1990, WB Saunders: Philadelphia. p. 961-990.
67. Juul-Kristensen B., Bojsen-Moller F., Finsen L., Eriksson J., Johansson G., Ståhlberg F., Ekdahl C .  
*Muscle sizes and moment arms of rotator cuff muscles determined by magnetic resonance imaging.*  
Cells Tissues Organs, 2000. 167(2-3): p. 214-22.
68. Kadaba M.P., Cole A., Wootten M.E., McCann P., Reid M., Mulford G., April E., Bigliani L.  
*Intramuscular wire electromyography of the subscapularis.*  
J Orthop Res, 1992. 10(3): p. 394-7.
69. Kapandji I.A.  
*Funktionelle Anatomie der Gelenke.*  
4. Auflage. 2006, Thieme: Stuttgart.
70. Kenn W.  
*Kernspintomographische Diagnostik*  
in Orthopädie und orthopädische Chirurgie - Schulter, Gohlke F., Hedtmann A., Hrsg. 2002, Thieme: Stuttgart
71. Khan N., Levin S.D., Domont Z.B., Wu Y.N., Ren Y., Zhang L.Q.  
*Strain effects of placing an arthroscopic portal through the subscapularis tendon.*  
J Shoulder Elbow Surg, 2011. 20(1): p. 33-8.
72. Kim S.H., Ha K.I., Cho Y.B., Ryu B.D., Oh I.  
*Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two to six-year follow-up.*  
J Bone Joint Surg Am, 2003. 85(8): p. 1511-1518.
73. Kim S.H., Park J.C., Park J.S., Oh I.  
*Painful jerk test: a predictor of success in nonoperative treatment of posteroinferior instability of the shoulder.*  
Am J Sports Med, 2004. 32(8): p. 1849-55.

74. Kirkley A., Griffin S., Dainty K.  
*Scoring systems for the functional assessment of the shoulder.*  
Arthroscopy, 2003. 19(10): p. 1109-20.
75. Kirkley A., Griffin S., McLintock H., Ng L.  
*The development and evaluation of a disease-specific quality of life measurement tool for shoulder instability. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI).*  
Am J Sports Med, 1998. 26(6): p. 764-72.
76. Konrad P.  
*EMG-Fibel – Eine praktische Einführung in die kinesiologische Elektromyographie.* 2005.
77. Kralinger F.W., Smekal V., Wambacher M.  
*Diagnostik des Schultergelenkes bei Ballspielern.*  
Sportorthopädie und Sporttraumatologie, 2002(18): p. 231-239.
78. Kropf E.J., Tjoumakaris F.P., Sekiya J.K.  
*Arthroscopic shoulder stabilization: is there ever a need to open?*  
Arthroscopy, 2007. 23(7): p. 779-84.
79. Krueger D., Kraus N., Pauly S., Chen J., Scheibel M.  
*Subjective and objective outcome after revision arthroscopic stabilization for recurrent anterior instability versus initial shoulder stabilization.*  
Am J Sports Med. 2011 Jan;39(1): p. 71-7.
80. Kuechle D.K, Newman S.R, Itoi E., Niebur G.L, Morrey B.F., An K.N.  
*The relevance of the moment arm of shoulder muscles with respect to axial rotation of glenohumeral joint in four positions.*  
Clin Biomech (Bristol, Avon). 2000 Jun;15(5): p. 322-9.
81. Lackner K.-J.,  
*Geschichte und technisch-physikalische Grundlagen*  
in Einführung in die Radiologie, Diagnostik und Interventionen, Bücheier E.,  
Lackner K.-J., Thelen M, Hrsg. 2006, Thieme: Stuttgart.
82. Lenters T.R., Franta A.K., Wolf F.M., Leopold S.S., Matsen F.A.  
*Arthroscopic Compared with Open Repairs for Recurrent Anterior Shoulder Instability. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature.*  
J Bone Joint Surg Am. 2007 Feb;89(2): p. 244-54.

83. Lewis A., Kitamura T., Bayley J.I.L.  
*The classification of shoulder instability: new light through old windows.*  
Current Orthopaedics, 2004. 18(2): p. 97-108.
84. Lichtenberg S., Engel G., Habermeyer P.  
*Arthroskopische Behandlung der traumatischen Schulterinstabilität.*  
Trauma und Berufskrankheit, 2000. 2 (Suppl 4): p. 400-5.
85. Lichtenberg S., Habermeyer P.  
*Operative Arthroskopie des Glenohumeralgelenks*  
in Schulterchirurgie, P. Habermeyer, Hrsg. 2003, Urban & Fischer.
86. Liu J., Hughes R.E., Smutz W.P., Niebur G., Nan-An K.  
*Roles of deltoid and rotator cuff muscles in shoulder elevation.*  
Clin Biomech (Bristol, Avon). 1997 Jan;12(1): p. 32-38.
87. Magosch P., Habermeyer P., Lichtenberg S.  
*Konservative Therapie der Schulterinstabilität.*  
Arthroskopie August 2004, Volume 17, Issue 3, p. 146-154.
88. Matsen F.A., Lippitt S.B., Sidles J.A., Harryman D.T.  
*Practical Evaluation and Management of the Shoulder.*  
1994: Saunders: Philadelphia. p. 59-109.
89. Matsen F., Fu F.H., Hawkins R.J.  
*The shoulder: A balance of mobility and stability.*  
Rosemont, 1993, American Academy of Orthopaedic Surgeons.
90. Maurer H., Resch H.  
*Schultergelenk*  
in Chirurgische Operationslehre. Spezielle Anatomie, Indikationen, Technik, Komplikationen: Chirurgische Operationslehre Bd 9, L.W. Kremer K, Platzer W, Schneider HW, Weller S, Hrsg. 1995, Thieme: Stuttgart.
91. Mauro C.S., Voos J.E., Hammoud S., Altchek D.W.  
*Failed anterior shoulder stabilization.*  
J Shoulder Elbow Surg. 2011 Dec;20(8): p. 1340-50.
92. Maynou C., Cassagnaud X., Mestdagh H.  
*Function of subscapularis after surgical treatment for recurrent instability of the shoulder using a bone-block procedure.*  
J Bone Joint Surg Br. 2005 Aug;87(8): p. 1096-101.

93. McCann P.D., Cordasco F.A., Ticker J.B., Kadaba M.P., Wootten M.E., April E.W., Bigliani L.U.  
*An anatomic study of the subscapular nerves: A guide for electromyographic analysis of the subscapularis muscle.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1994 Mar;3(2): p. 94-9.
94. Mettler F.  
*Klinische Radiologie: Basiswissen für alle Fachgebiete.*  
2006, Urban&Fischer.
95. Meyer M., Graveleau N., Hardy P., Landreau P.  
*Anatomic risks of shoulder arthroscopy portals: anatomic cadaveric study of 12 portals.*  
Arthroscopy. 2007 May;23(5): p. 529-36.
96. Molè D, Walch G.  
*Traitement chirurgical des instabilités de l'épaule. Articulation glenohumérale.*  
Tech Chir Orthop Traumatol, 1993. 44(265).
97. Morgan C.D., Rames R.D., Snyder S.J.  
*Anatomical variations of the glenohumeral ligaments*  
Presented: 58th Annual Meeting of Orthopaedic Surgeons. 1991: Anaheim, California.
98. Neer C.S.  
*Shoulder Reconstruction.*  
1990, Saunders: Philadelphia.
99. O'Brien S.J., Neves M.C., Arnoczky S.P., Rozbruch S.R., Dicarlo E.F., Warren R.F., Schwartz R., Wickiewicz T.L.  
*The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder.*  
Am J Sports Med. 1990 Sep-Oct;18(5): p. 449-56.
100. O'Brien S.J., Pagnani M.J., Fealy S., McGlynn S.R., Wilson J.B.  
*The active compression test: a new and effective test for diagnosing labral tears and acromioclavicular joint abnormality.*  
Am J Sports Med. 1998 Sep-Oct;26(5): p. 610-3.

101. O'Neill D.B.  
*Arthroscopic Bankart repair of anterior detachments of the glenoid labrum. A prospective study.*  
J Bone Joint Surg Am. 1999 Oct;81(10): p. 1357-66.
102. Parsons I.M., Apreleva M., Fu F.H., Woo S.L.  
*The effect of rotator cuff tears on reaction forces at the glenohumeral joint.*  
J Orthop Res. 2002 May;20(3): p. 439-46.
103. Pearsall, A.W., Holovacs T.F., Speer K.P.  
*The low anterior five-o'clock portal during arthroscopic shoulder surgery performed in the beach-chair position.*  
Am J Sports Med. 1999 Sep-Oct;27(5): p. 571-4.
104. Pennock A.T., Pennington W.W., Torry M.R., Decker M.J., Vaishnav S.B., Provencher M.T., Millett P.J., Hackett T.R.  
*The influence of arm and shoulder position on the bear-hug, belly-press, and lift-off tests: an electromyographic study.*  
Am J Sports Med. 2011 Nov;39(11): p. 2338-46.
105. Perthes G.  
*Über Operationen bei habitueller Schulterluxation.*  
Deutsche Zeitschrift für Chirurgie December 1906, Volume 85, Issue 1, p. 199-227.
106. Picard F., Saragaglia D., Montbarbon E., Tourne Y., Thony F., Charbel A.  
*Anatomo-clinical consequences of the vertical sectioning of the subscapular muscle in Latarjet intervention.*  
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1998 May;84(3): p. 217-23.
107. Putz, R.  
*Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks*  
in Schulterchirurgie, P. Habermeyer, Hrsg. 2002, Urban & Fischer.
108. Resch H., Wykypiel H.F., Maurer H., Wambacher M.  
*The antero-inferior (transmuscular) approach for arthroscopic repair of the Bankart lesion: an anatomic and clinical study.*  
Arthroscopy. 1996 Jun;12(3):309-19; discussion p. 320-2.

109. Rhee Y.G., Lim C.T., Cho N.S.  
*Muscle strength after anterior shoulder stabilization: arthroscopic versus open Bankart repair.*  
Am J Sports Med. 2007 Nov;35(11): p. 1859-64.
110. Richards R.R., An K.N., Bigliani L.U., Friedman R.J., Gartsman G.M., Gristina A.G., Iannotti J.P., Mow V.C., Sidles J.A., Zuckerman J.D.  
*A standardized method for the assessment of shoulder function.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1994 Nov;3(6): p. 347-52.
111. Rigsby R., Sitler M., Kelly J.D.  
*Subscapularis tendon integrity: an examination of shoulder index tests.*  
J Athl Train. 2010 Jul-Aug;45(4): p. 404-6.
112. Romeo A.A., Bach B.R. Jr, O'Halloran K.L.  
*Scoring systems for shoulder conditions.*  
Am J Sports Med. 1996 Jul-Aug;24(4): p. 472-6.
113. Rowe C.R, Zarins B.  
*Recurrent transient subluxation of the shoulder.*  
J Bone Joint Surg Am. 1981 Jul;63(6): p. 863-72.
114. Rowe C.R., Patel D., Southmayd W.W.  
*The Bankart procedure: a long-term end-result study.*  
J Bone Joint Surg Am. 1978 Jan;60(1): p. 1-16.
115. Sachs R.A., Williams B., Stone M.L., Paxton L., Kuney M.  
*Open Bankart Repair : Correlation of Results With Postoperative Subscapularis Function.*  
Am J Sports Med. 2005 Oct;33(10): p. 1458-62.
116. Saha A.K.  
*Rezidivierende Schulterluxationen.*  
Pathophysiologie und operative Korrektur, 1978, Enke: Stuttgart.
117. Salomonsson B., Ahlström S., Dalén N., Lillkrona U.  
*The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI): validity, reliability, and responsiveness retested with a Swedish translation.*  
Acta Orthop. 2009 Apr;80(2): p. 233-8.
118. Scheibel M., Habermeyer P.  
*Aktuelle klinische Untersuchung der Schulter.*  
Der Orthopäde, 2005. 34(3): p. 267-283.

119. Scheibel M., Habermeyer P.  
*Subscapularis dysfunction following anterior surgical approaches to the shoulder.*  
J Shoulder Elbow Surg, 2008. 17(4): p. 671-683.
120. Scheibel M., Imhoff A.  
*Definition, Klassifikation und klinische Diagnostik der instabilen Schulter.*  
Arthroskopie, 2004. 17(3).
121. Scheibel M., Kraus N., Diederichs G., Haas N.P.  
*Arthroscopic reconstruction of chronic anteroinferior glenoid defect using an autologous tricortical iliac crest bone grafting technique.*  
Arch Orthop Trauma Surg. 2008 Nov;128(11): p. 1295-300.
122. Scheibel M., Nikulka C., Dick A., Schroeder R.J., Popp A.G., Haas N.P.  
*Structural Integrity and Clinical Function of the Subscapularis Musculotendinous Unit After Arthroscopic and Open Shoulder Stabilization.*  
Am J Sports Med. 2007 Jul;35(7): p. 1153-61.
123. Scheibel M., Tsynman A., Magosch P., Schroeder R.J., Habermeyer P.  
*Postoperative subscapularis muscle insufficiency after primary and revision open shoulder stabilization.*  
Am J Sports Med. 2006 Oct;34(10): p. 1586-93
124. Schmid M.R., Hodler J.  
*MRT und MR-Arthrographie*  
in Schulterchirurgie, P. Habermeyer, Hrsg. 2002, Urban & Fischer.
125. Schröder R.-J., Scheibel M., Tsynman A., Magosch P., Habermeyer P.  
*Magnetresonanztomographische Untersuchung des Musculus subscapularis nach offener vorderer Schulterstabilisierung.*  
Fortschr Röntgenstr 2006; 178: p. 706–712.
126. Sell S., Sell I., Reize P., Niemeyer M., Martini E.  
*Schultergelenkinstabilität - klinische und bildgebende Diagnostik*  
in Fortbildung Orthopädie A.B. Imhoff, Hrsg. 2001, p. 15-24, Steinkopff.
127. Siebold R., Lichtenberg S., Habermeyer P.  
*Therapiestrategie bei vorderer Schulterinstabilität.*  
Trauma und Berufskrankheit , 2003. 5(Suppl 1): p. 114-119.

128. Skutek M., Fremerey R.W., Zeichen J., Bosch U.  
*Outcome analysis following open rotator cuff repair. Early effectiveness validated using four different shoulder assessment scales.*  
Arch Orthop Trauma Surg, 2000. 120(7-8): p. 432-6.
129. Snyder S. J., Karzel R. P., Del Pizzo W., Ferkel R. D., Friedman M. J.  
*SLAP lesions of the shoulder.*  
Arthroscopy, 1990. 6(4): p. 274-9.
130. Speer K.P., Hannafin J.A., Altchek D.W., Warren R.F.  
*An evaluation of the shoulder relocation test.*  
Am J Sports Med. 1994 Mar-Apr;22(2): p. 177-83.
131. Terry G.C., Hammon D., France P., Norwood L.A.  
*The stabilizing function of passive shoulder restraints.*  
Am J Sports Med. 1991 Jan-Feb;19(1): p. 26-34.
132. Thomazeau H., Duval J.M., Darnault P., Dréano T.  
*Anatomical relationships and scapular attachments of the supraspinatus muscle.*  
Surg Radiol Anat, 1996. 18(3): p. 221-5.
133. Thomazeau H., Rolland Y., Lucas C., Duval J.M., Langlais F.  
*Atrophy of the supraspinatus belly Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology.*  
Acta Orthop Scand. 1996 Jun;67(3): p. 264-8.
134. Tischer T., Anetzberger H., Müller-Gerbl M., Imhoff A. B.  
*Arthroskopisch relevante Anatomie der Schulterinstabilität.*  
Arthroskopie, 2004. 17(3): p. 133-138.
135. Tischer T., Putz R.  
*Die Anatomie des oberen Labrumkomplexes im Schultergelenk.*  
Orthopäde, 2003. 32: p. 572-577.
136. Tischer T., Vogt S., Imhoff A.B.  
*Arthroskopische Schulterstabilisierung mittels Fadenankern unter besonderer Berücksichtigung des tiefen anterior-inferioren Zugangs (5:30 Uhr).*  
Operative Orthopädie und Traumatologie, 2007. 19(2): p. 133-154.

137. Tokish J.M., Decker M.J., Ellis H.B., Torry M.R., Hawkins R.J.  
*The belly-press test for the physical examination of the subscapularis muscle: electromyographic validation and comparison to the lift-off test.*  
J Shoulder Elbow Surg. 2003 Sep-Oct;12(5): p. 427-30.
138. Turkel S.J., Panio M.W., Marshall J.L., Girgis F.G.  
*Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint.*  
J Bone Joint Surg Am. 1981 Oct;63(8): p. 1208-17.
139. Vavken P., Sadoghi P., Quidde J., Lucas R., Delaney R., Mueller A.M., Rosso C., Valderrabano V.  
*Immobilization in internal or external rotation does not change recurrence rates after traumatic anterior shoulder dislocation.*  
J Shoulder Elbow Surg. 2014 Jan;23(1): p. 13-9.
140. Voigt C., Kunze M., Fischer M., Strauß G., Scholz G.  
*Vergleichende Messungen von Oberflächen- und Finewire-EMG am M. deltoideus acromialis bei Anteversion der Schulter*  
in Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2013, German Medical Science GMS Publishing House: Berlin.
141. Voos J.E., Livermore R.W., Feeley B.T., Altchek D.W., Williams R.J., Warren R.F., Cordasco F.A., Allen A.A.  
*Prospective evaluation of arthroscopic bankart repairs for anterior instability.*  
Am J Sports Med. 2010 Feb;38(2): p. 302-7.
142. Waldt S., Burkart A., Imhoff A.B., Bruegel M., Rummeny E.J., Woertler K.  
*Anterior shoulder instability: accuracy of MR arthrography in the classification of anteroinferior labroligamentous injuries.*  
Radiology. 2005 Nov;237(2): p. 578-83.
143. Warner J.P.  
*Overview: avoiding pitfalls and managing complications and failures of instability surgery*  
in Complex and revision problems in shoulder surgery, Warner JJP, Iannotti JP, Gerber C., Hrsg. 1997, Philadelphia. p. 3-8.
144. Warner J.J., Deng X.H., Warren R.F., Torzilli P.A.  
*Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint.*  
Am J Sports Med. 1992 Nov-Dec;20(6): p. 675-85.

145. Weber B.G., Simpson L.A., Hardegger F.  
*Rotational humeral osteotomy for recurrent anterior dislocation of the shoulder associated with a large Hill-Sachs lesion.*  
J Bone Joint Surg Am, 1984. 66(9): p. 1443-50.
146. Wiedemann E.  
*Offene Stabilisierungsverfahren bei der Schulterinstabilität*  
in Schulterchirurgie, P. Habermeyer, Hrsg. 2002, Urban & Fischer.
147. Wiedemann E., Löhner J.F.  
*Pathologie und Pathomechanik der Schulter*  
in Schulterchirurgie, P. Habermeyer, Hrsg. 2002, Urban & Fischer.
148. Wurzingler, L.J.  
*Bewegungssystem - Obere Extremität*  
in Duale Reihe Anatomie, G. Aumüller, Editor. 2007, Thieme: Stuttgart.
149. Yian E.H., Ramappa A.J., Arneberg O., Gerber C.  
*The Constant score in normal shoulders.*  
J Shoulder Elbow Surg. 2005 Mar-Apr;14(2): p. 128-33.
150. Yoon J.P., Chung S.W., Kim S.H., Oh J.H.  
*Diagnostic value of four clinical tests for the evaluation of subscapularis integrity.*  
J Shoulder Elbow Surg. 2013 Sep;22(9): p. 1186-92.
151. Yung S.W., Lazarus M.D., Harryman D.T.  
*Practical guidelines to safe surgery about the subscapularis.*  
J Shoulder Elbow Surg. 1996 Nov-Dec;5(6): p. 467-70.
152. Zanetti M., Gerber C., Hodler J.  
*Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging.*  
Invest Radiol. 1998 Mar;33(3): p. 163-70.

# 10 Verzeichnisse

## 10.1 Abkürzungsverzeichnis

ABD	Abduktion
AB-IGHL	Anteriores Band - Lig. glenohumerale inferius
ACG	Acromioklaviculargelenk
ADD	Adduktion
AMBRIL	Atraumatisch, Multidirektional, Bilateral, Rehabilitation, Inferiorer Kapselshift
a.p.	anterior-posterior
ARO	Außenrotation
ASES	American Shoulder And Elbow Surgeons
ASK	Arthroskopie
BWS	Brustwirbelsäule
CSA	Cross Sectional Area
CT	Computertomographie
EMG	Elektromyographie
FOV	Field of View
i.a.	intraarticulär
IGHL	Lig. glenohumerale inferius
IRO	Innenrotation
ISP	M. infraspinatus
GH	Glenohumeral
HAGL	Humeral avulsion of glenohumeral ligament
LBS	Lange Bizepssehne
MGHL	Lig. glenohumerale medius
MR	Magnetresonanz
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
N	Newton
PB-IGHL	Posteriores Band - Lig. glenohumerale inferius
Proc.	Processus
SCG	Sternoclaviculargelenk
SD	Standard Deviation
SE	Spin-Echo
SGHL	Lig. glenohumerale superior

SLAP	Superior Labrum Anterior to Posterior
SSC	M. subscapularis
SSP	M. supraspinatus
TE	Time of Echo
TR	Time of Repetition
TSE	Turbo-Spin-Echo
TUBS	Traumatisch, Unidirektional, Bankart-Läsion, Surgical repair
VAS	Visuelle Analog Skala
WOSI	Western Ontario Shoulder Instability

## 10.2 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 2.1:</b> Grundformen der glenohumeralen Bänder [99].....	11
<b>Tabelle 4.1:</b> Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber [50] .....	20
<b>Tabelle 4.2:</b> Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber & Nyfeller [40].....	21
<b>Tabelle 4.3:</b> Klassifikation der Schulterinstabilität nach Bayley [83].....	22
<b>Tabelle 4.4:</b> Kraftgrade .....	25
<b>Tabelle 4.6:</b> Einteilung des Translationsgrades nach Hawkins [51].....	32
<b>Tabelle 4.7:</b> Einteilung des Sulcus-Zeichens nach Altcheck [2].....	33
<b>Tabelle 5.1:</b> Nachbehandlungsschema.....	46
<b>Tabelle 5.2:</b> Bewertung des Constant-Scores.....	48
<b>Tabelle 5.3:</b> Bewertung des ASES-Scores .....	50
<b>Tabelle 5.4:</b> Bewertung des Rowe-Scores [114].....	50
<b>Tabelle 5.5:</b> MRT-Parameter (transv. = transversal, sag. = sagittal, Prot.-Zeit = Protokollzeit).....	53
<b>Tabelle 5.6:</b> Fettige Infiltration – Einteilung nach Goutallier [44].....	55
<b>Tabelle 6.1:</b> Constant-Score im Seitenvergleich – Ergebnisse (Tgl. Leben = tägliches Leben, Mob. = Mobilität) .....	57
<b>Tabelle 6.2:</b> Constant Score im Seitenvergleich – Bewertung nach Böhm [13].....	57
<b>Tabelle 6.3:</b> WOSI-Score – Ergebnisse umgerechnet in % .....	58
<b>Tabelle 6.4:</b> WOSI-Score – Einteilung in Punkteklassen .....	58
<b>Tabelle 6.5:</b> ASES-Score in Seitenvergleich – Ergebnis.....	58
<b>Tabelle 6.6:</b> ASES-Score in Seitenvergleich – Bewertung.....	58
<b>Tabelle 6.7:</b> Rowe-Score – Ergebnis .....	59
<b>Tabelle 6.8:</b> Rowe-Score – Bewertung .....	59
<b>Tabelle 6.9:</b> Bewegungsausmaß in Grad (aktiv) .....	60

<b>Tabelle 6.10:</b> ARO-Defizite in Grad (aktiv) zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite .....	60
<b>Tabelle 6.11:</b> Muskelkrafttests – Ergebnisse .....	61
<b>Tabelle 6.12:</b> Kraftentwicklung des SSC gemessen mittels Lift-off-Test.....	61
<b>Tabelle 6.13:</b> Stabilitätstests – Ergebnisse .....	62
<b>Tabelle 6.14:</b> Kraftentwicklung gemessen mit Kraftmessplatte in Newton .....	63
<b>Tabelle 6.15:</b> ISOBEX-Kraftmessung des SSC im Seitenvergleich .....	63
<b>Tabelle 6.16:</b> ISOBEX-Kraftmessung des ISP im Seitenvergleich.....	64
<b>Tabelle 6.17:</b> ISOBEX-Kraftmessung des SSP im Seitenvergleich .....	64
<b>Tabelle 6.18:</b> MRT-Messung – Durchmesser und Fläche SSC im Seitenvergleich (TD = transversaler Durchmesser, ipsi = ipsilateral, kontra = kontralateral) .....	65
<b>Tabelle 6.19:</b> Fettige Infiltration – Vergleich präoperativ und postoperativ sowie Vergleich zur kontralateralen Seite .....	65
<b>Tabelle 6.20:</b> Korrelation Fläche des SSC zur SSC-Kraft im Seitenvergleich.....	66

### 10.3 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 2.1:</b> Gelenkanteile der Schulter im Überblick [148].....	7
<b>Abbildung 2.2:</b> Gelenkanteile und Bandapparat des Schultergürtels [148].....	8
<b>Abbildung 2.3:</b> Gelenkpfanne des Schultergelenks [148] .....	9
<b>Abbildung 2.4:</b> Kapsel-Band-Apparat der Schulter [148] .....	10
<b>Abbildung 2.5:</b> Muskeln der Rotatorenmanschette [148] .....	12
<b>Abbildung 2.6:</b> Gesamtbeweglichkeit der Schulter und isolierte Beweglichkeit im Glenohumeral-Gelenk [148].....	13
<b>Abbildung 2.7:</b> Die muskuläre Sicherung des Schultergelenkes.....	16
<b>Abbildung 3.1:</b> M. subscapularis [148].....	17
<b>Abbildung 4.1:</b> Klassifikation nach Bayley [48] .....	23
<b>Abbildung 4.2:</b> Innenrotationstest nach Gerber .....	26
<b>Abbildung 4.3:</b> Lift-off-Test.....	26
<b>Abbildung 4.4:</b> IRO Lag-Zeichen .....	27
<b>Abbildung 4.5:</b> Belly-Press-Test / Napoleon-Zeichen .....	27
<b>Abbildung 4.6:</b> Bear-hug-Test.....	28
<b>Abbildung 4.7:</b> Starter-Test .....	28
<b>Abbildung 4.8:</b> Außenrotations-Tests gegen Widerstand.....	29
<b>Abbildung 4.9:</b> O'Brien-Test.....	30
<b>Abbildung 4.10:</b> Palm-up-Test .....	30
<b>Abbildung 4.11:</b> Schubladen-Test.....	31
<b>Abbildung 4.12:</b> Sulcus-Zeichen .....	32
<b>Abbildung 4.13:</b> Gagey-Test .....	33
<b>Abbildung 4.14:</b> Apprehension-Test.....	34
<b>Abbildung 4.15:</b> Relocation-Test.....	35
<b>Abbildung 4.16:</b> Jerk-Test.....	35

<b>Abbildung 5.1:</b> Tiefer antero-inferiorer Zugang [136].....	44
<b>Abbildung 5.2:</b> Platzierung des inferioren Ankers über das 5:30-Uhr-Portal [136]..	45
<b>Abbildung 5.3:</b> Anatomisch reponiertes und mittels Fadenanker fixiertes antero-inferiores Labrum [136].....	46
<b>Abbildung 5.4:</b> Kraftmessplatte.....	52
<b>Abbildung 5.5:</b> Durchmesser des SSC .....	54
<b>Abbildung 5.6:</b> CSA des SSC .....	55
<b>Abbildung 5.7:</b> Fettige Infiltration des SSC [125] .....	55

## 11 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. A. B. Imhoff danke ich für die Möglichkeit, die vorliegende Arbeit in seiner Abteilung zu erstellen sowie Herrn PD Dr. med. Peter Brucker als Doktorvater für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung.

Mein Dank geht auch an Herrn Prof. Dr. med. K. Wörtler, der die gute Kooperation mit der radiologischen Abteilung ermöglichte, hier insbesondere an Herrn PD Dr. med. Matthias Eiber, der in vielen Stunden mir die Bedienung und Auswertung des MRT erklärte.

Mein Dank geht auch an Herrn Dr. med. Stefan Buchmann und Herrn Dr. med. Knut Beitzel, die mich bei der Erstellung der Arbeit unterstützten.

Mein größter Dank geht dabei an Stefan Buchmann, der mich in dieser Arbeit von der Erstellung des Fragebogens, bei der Untersuchung der Patienten bis zum Schreiben der Arbeit intensiv begleitete.

## 12 Anlagen

- Patientenfragebogen



Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

vielen Dank dafür, dass Sie uns in unserem Telefonat ihr mündliches Einverständnis gegeben haben, Ihr Schultergelenk, welches vor ca. 8-10 Jahren bei uns operiert wurde, untersuchen zu lassen.

Die Untersuchung besteht aus einer Befragung, klinischen Funktionstests sowie einer MRT-Untersuchung (Schnittbildverfahren). Bei dieser MRT-Untersuchung sind Sie weder Röntgenstrahlung oder noch einer anderen schädlichen Strahlung ausgesetzt. Es werden hierzu auch keine Spritzen in das Gelenk oder ähnliches angewendet. Die Teilnahme an dieser Untersuchung ist völlig freiwillig.

Die Untersuchung und die daraus resultierenden Ergebnisse sind Inhalt einer klinischen Studie, die später von uns veröffentlicht wird. Die Ergebnisse werden zukünftigen Patienten bei ähnlichen Operationen helfen. Die Veröffentlichung der Daten geschieht völlig anonym. Wenn Sie es wünschen, werden Sie jedoch über Ihre persönlichen Befunde und Ergebnisse unterrichtet.

Wir bitten Sie darum, sich in Ruhe folgende Fragen durchzulesen und zu beantworten. Den ausgefüllten Fragebogen bringen Sie bitte zu dem vereinbarten Untersuchungstermin mit. Bei Rückfragen oder Unklarheiten stehen wir Ihnen natürlich gerne jederzeit zur Verfügung.

Wenn Sie mit der anonymen Befragung und Untersuchung einverstanden sind, bitten wir Sie, mit Ort, Datum und Unterschrift Ihr Einverständnis schriftlich niederzulegen. Vielen Dank für Ihre Kooperation.

---

Ort, Datum,

Unterschrift

# A = Patiententeil

## Allgemeine Daten

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Telefon Festnetz: \_\_\_\_\_ Mobil: \_\_\_\_\_

Email \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Geb. Datum \_\_\_\_\_

Alter \_\_\_\_\_ Größe \_\_\_\_\_ Gewicht \_\_\_\_\_

Wann war die erste Luxation bzw. Subluxation (vollständiges bzw. unvollständiges Auskugeln des Gelenks) und wie häufig war die Schulter vor der Operation vollständig oder unvollständig ausgekugelt?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Traten die Beschwerden nach einem Unfall auf oder spontan ohne ersichtliche Ursache?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ist die Schulter nach der Operation noch einmal luxiert bzw. subluxiert (vollständiges bzw. unvollständiges Auskugeln des Gelenks)? Wenn ja: Wann und wie oft?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Sind Sie nach der ersten Operation (arthroskopische Schulterstabilisierung) in unserer Klinik wegen einer erneuten Schulterinstabilität nochmals operiert worden? Wenn ja: Wann und wie oft? Wurde die anschließende(n) Operation(en) offen oder erneut arthroskopisch durchgeführt?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## A 1. Allgemeine Fragen

**Welche Schulter war / ist betroffen (beschwerdeführend)?**

Rechts                       Links                       Beide

**Handelt es sich bei der operierten Schulter um die dominante Schulter (Rechts- oder Linkshänder)?**

Ja                                       Nein

**Haben Sie aktuell Schulterschmerzen?**

Ja, starke Schmerzen                                       Ja, mäßige Schmerzen   
Ja, gelegentlich leichte Schmerzen                                       Keine Schmerzen

**Haben Sie aktuell ein Instabilitätsgefühl?**

Fühlt sich Ihre Schulter instabil an? Haben Sie Angst, dass die Schulter auskugeln könnte?

Ja                                       Nein

**Wie instabil ist Ihre Schulter (bitte auf der Linie ankreuzen)?**



**Haben Sie evtl. Sport auf Grund der Schulterbeschwerden aufgegeben oder reduziert?**

Sportart: 1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_

Sportart 1:

Nein                       Reduziert                       Aufgegeben

Sportart 2:

Nein                       Reduziert                       Aufgegeben

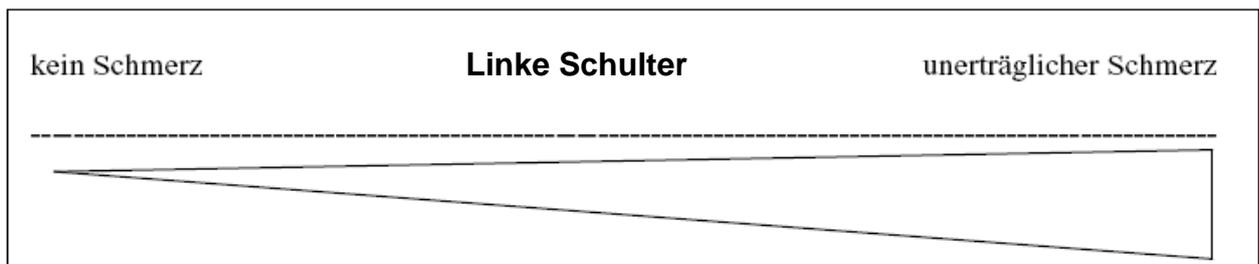
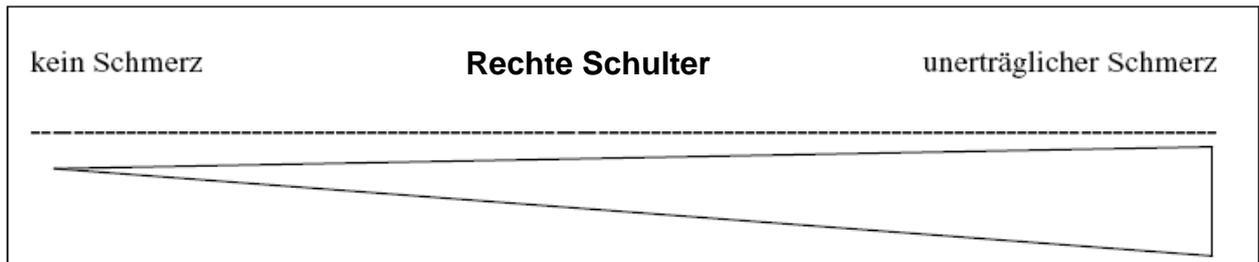
**Nehmen Sie derzeit Schmerzmedikamente wegen der Schulter ein?**

Ja, regelmäßig                       Ja, bei Bedarf                       Nein

## A 2. VAS

Visuelle Analogskala = subjektive Einschätzung Ihrer aktuellen Beschwerden

**Wie beurteilen Sie den Schmerz Ihrer Schulter zurzeit (bitte auf der Linie ankreuzen)?**



### A3. WOSI-Score

Bitte auf der Linie ankreuzen

---

#### 1. Haben Sie Beschwerden bei Überkopftätigkeiten?

keine Schmerzen

extreme Schmerzen



#### 2. Wie stark sind Sie die Schmerzen in der Schulter im Alltag?

kein Ziehen oder Stechen

sehr schmerzhaftes Ziehen/Stechen



#### 3. Wie stark bewerten Sie den Kraftverlust Ihrer Schulter?

kein Kraftverlust

ausgeprägter Kraftverlust



#### 4. Verspüren Sie eine Schwäche oder verminderte Ausdauerkraft der Schulter?

normale Ausdauerkraft

stark verminderte Ausdauerkraft



#### 5. Wie stark ist das Klicken, Knacken oder Krachen in Ihrer Schulter?

kein Klicken

häufiges starkes Klicken



**6. Wie stark ist Ihre Schulter eingesteift?**

keine Einsteifung

extreme Einsteifung



**7. Wie stark sind Ihre muskulären Nackenprobleme aufgrund der Schulter?**

keine Probleme

sehr schmerzhafte Verspannungen



**8. Wie instabil bewerten Sie Ihre Schulter?**

keine Instabilität

ausgeprägte Instabilität



**9. Kompensieren sie Schulterbewegungen mit anderen Muskeln?**

gar nicht

extrem



**10. Fühlen sie sich in der Schulterbeweglichkeit aktiv eingeschränkt?**

gar nicht

extrem



**11. Wie stark sind Sie in Freizeit und Sport eingeschränkt?**

gar nicht

extrem



**12. Wie stark schränkt Sie Ihre Schulter in speziellen Sport oder Arbeitsbewegungen ein?**

gar nicht

extrem



**13. Versuchen Sie Ihren Arm im Alltag so gut wie möglich zu schützen und zu schonen?**

gar nicht

extrem



**14. Haben Sie Probleme schwere Gegenstände unter Schulterhöhe zu heben?**

gar nicht

extrem



**15. Haben Sie Angst auf Ihre Schulter zu stürzen?**

gar nicht

sehr große Angst



**16. Haben Sie Problem Ihr altes Fitnesslevel zu halten?**

gar nicht

sehr große Probleme



**17. Haben Sie Probleme mit Kindern, Freunden, Familie herumzutollen, ausgelassen zu spielen?**

keine Probleme

sehr große Probleme



**18. Haben Sie Schlafprobleme auf Grund Ihrer Schulter?**

gar keine

extrem



**19. Ist Ihr Schulterproblem für Sie im Alltag allgegenwärtig?**

gar nicht

andauernd



**20. Wie groß ist Ihre Angst der Zustand der Schulter könnte schlechter werden?**

gar keine

sehr groß



**21. Wie groß ist Ihre Frustration auf Grund der Schulterproblematik?**

keine Frustration

extrem



## **A4. CONSTANT- Score**

### **1. Wie stark sind Sie in Ihrem Beruf auf Grund der Schulter eingeschränkt?**

- a) keine Einschränkung
- b) weniger als 50 Prozent
- c) etwa 50 Prozent
- d) mehr als 50 Prozent
- e) Ausübung nicht mehr möglich

### **2. Wie stark sind Sie in Sport und Freizeit durch die Schulter eingeschränkt?**

- a) keine Einschränkung
- b) weniger als 50 Prozent
- c) etwa 50 Prozent
- d) mehr als 50 Prozent
- e) Ausübung nicht mehr möglich

### **3. Wachen Sie nachts aufgrund der Schulterschmerzen auf?**

- a) nie
- b) gelegentlich
- c) häufig

### **4. In welcher Arbeitshöhe können Sie im Alltag problemlos Tätigkeiten ausführen?**

- a) über Kopf
- b) in Kopfhöhe
- c) in Höhe des Halses
- d) in Brusthöhe
- e) in Höhe der Gürtellinie

### **5. In welche der folgenden Positionen können Sie ihre Hand führen (max. 5 Kreuze)?**

- Hand hinter den Kopf mit Ellbogen nach vorne
- Hand hinter den Kopf mit Ellbogen nach hinten gedrückt
- Hand auf den Kopf mit Ellbogen nach vorne
- Hand auf den Kopf mit Ellbogen nach hinten gedrückt
- Volle Beweglichkeit über Kopf

## A5. ROWE-Score

### 1. Funktion

- Keine Einschränkungen in Wurf- und Überkopftaktivitäten; keine oder lediglich geringe Unsicherheit
- Geringe Einschränkungen in Wurf- und Überkopftaktivitäten; geringe Unsicherheit
- Mittelschwere Einschränkungen im Alltag; häufige Unsicherheit
- Ausgeprägte Einschränkungen im Alltag und Schmerzen der Schulter

### 2. Stabilität

- Kein Instabilitätsgefühl, kein beinahe Auskugeln der Schulter (Subluxationen)
- Instabilitätsgefühl, kein beinahe Auskugeln der Schulter (Subluxationen)
- Wiederholtes beinahe Auskugeln der Schulter (Subluxationen)
- Wiederholtes Auskugeln der Schulter (Luxationen)

### 3. Beweglichkeit

- keine Bewegungseinschränkung
- Einschränkung der Aussendrehung des Armes, ansonsten frei beweglich
- Einschränkung der Aussendrehung des Armes, zudem kann der Arm nicht mehr komplett angehoben werden
- komplette Einschränkung der Aussendrehung des Armes, zudem kann der Arm nicht mehr über Schulterhöhe gehoben werden

## A6. ASES-Score

### Tägliches Leben

Bitte bei folgenden Fragen ankreuzen wie Sie die genannten Aktivitäten im Alltag meistern können:

(0=nicht möglich; 1=sehr schwierig; 2=leichte Schwierigkeiten; 3=problemlos)

	Rechter Arm				Linker Arm			
1. Mantel/Jacke anziehen	0	1	2	3	0	1	2	3
2. Schlafen auf dem Arm	0	1	2	3	0	1	2	3
3. Rücken waschen/BH verschließen	0	1	2	3	0	1	2	3
4. Selbstständig waschen	0	1	2	3	0	1	2	3
5. Haare kämmen	0	1	2	3	0	1	2	3
6. Ein hohes Regal erreichen	0	1	2	3	0	1	2	3
7. 5 kg über Schulterhöhe heben	0	1	2	3	0	1	2	3
8. Ball Überkopf werfen	0	1	2	3	0	1	2	3
9. Alltägliche Arbeit Beispiel:_____	0	1	2	3	0	1	2	3
10. Sport Beispiel:_____	0	1	2	3	0	1	2	3

**Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe. Sie unterstützen uns in unserem steten Bemühen, den Wünschen und Ansprüchen von Patienten noch besser zu genügen und unsere ärztlichen Leistungen zu optimieren!**

## B. (vom Untersucher auszufüllen)

1. Name, Vorname \_\_\_\_\_
2. Untersuchungsdatum \_\_\_\_\_
- 3a. OP-Datum \_\_\_\_\_
- 3b. Unfalldatum \_\_\_\_\_
4. BMI \_\_\_\_\_
5. Seite rechts \_\_\_\_\_ links \_\_\_\_\_ beide \_\_\_\_\_
6. andere Schulter normal   
fast normal   
leicht beschädigt   
stark beschädigt

### B1. CONSTANT-Score

**Mobilität** (schmerzfrei und aktiv! (40 Punkte max))

Flexion	0-30°	0
	31-60°	2
	61 - 90°	4
	91 - 120°	6
	121-150°	8
	151-180°	10
Abduktion	0-30°	0
	31-60°	2
	61 - 90°	4
	91 - 120°	6
	121-150°	8
	151-180°	10

Außenrotation (kombinierte) (10 Punkte max)	Hand hinter den Kopf mit Ellbogen nach vorne	2
	Hand hinter den Kopf mit Ellbogen nach hinten gedrückt	2
	Hand auf den Kopf mit Ellbogen nach vorne	2
	Hand auf den Kopf mit Ellbogen nach hinten gedrückt	2
	Volle Beweglichkeit über Kopf	2
Innenrotation	Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	0
	Handrücken auf Gesäß	2
	Handrücken auf lumbosacralem Übergang	4
	Handrücken auf Gürtellinie (3. LWK)	6
	Handrücken auf 12. Rückenwirbel	8
	Handrücken zwischen den Schulterblättern (DV 7)	10

## Kraft

### Isobex Messung SSP (3 Messungen und Mittelwert):

Rechts: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg  
 Links: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg  
 Punkte: re: \_\_\_\_      li: \_\_\_\_

90° Abduktion in der Scapularebene, Hand proniert., Abd. gegen Widerstand (Isobex)

1 P 0,45 kg	6 P 2,7 kg	11 P 4,95 kg	16 P 7,2 kg	21 P 9,45 kg
2 P 0,9 kg	7 P 3,15 kg	12 P 5,4 kg	17 P 7,65 kg	22 P 9,9 kg
3 P 1,35 kg	8 P 3,6 kg	13 P 5,85 kg	18 P 8,1 kg	23 P 10,35 kg
4 P 1,8 kg	9 P 4,05 kg	14 P 6,3kg	19 P 8,55 kg	24 P 10,8 kg
5 P 2,25 kg	10 P 4,5 kg	15 P 6,75 kg	20 P 9,0 kg	25 P 11,25 kg

### Isobex Messung ISP (3 Messungen und Mittelwert):

Rechts: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg  
 Links: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

### Isobex Messung SSC (3 Messungen und Mittelwert):

Rechts: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg  
 Links: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

### Kraftmessplatte SSC bds (lift off)

Rechts: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

Links: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

### Kraftmessplatte SSC bds (belly press)

Rechts: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

Links: 1. \_\_\_\_kg      2. \_\_\_\_kg      3. \_\_\_\_kg      MW: \_\_\_\_kg

### ROM

Flexion gesamt      re.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)  
re.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)

Flexion gh      re.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)  
re.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)

Abduktion gesamt      re.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)  
re.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)

Abduktion gh      re.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.aktiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)  
re.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)      li.passiv: \_\_\_\_ (Pkt.:\_\_\_\_)

Gagey      re.pos.       neg.       li.pos.       neg.

*(0-30°=0 Pkt., 31-60°=2 Pkt., 61-90°=4 Pkt., 91-120°=6 Pkt., 121-150°=8 Pkt., 151-180°=10 Pkt.)*

ARO Arm angelegt      re.aktiv: \_\_\_\_      li.aktiv: \_\_\_\_  
re.passiv: \_\_\_\_      li.passiv: \_\_\_\_

ARO Arm 90° Abd      re.aktiv: \_\_\_\_      li.aktiv: \_\_\_\_  
re.passiv: \_\_\_\_      li.passiv: \_\_\_\_

IRO re:     Trochanter     Gesäß     ISG    † L3    † Th12    †  
Th7

IRO Arm 90° Abd      re.aktiv: \_\_\_\_  
re.passiv: \_\_\_\_

IRO li:     Trochanter     Gesäß     ISG    † L3    † Th12    †  
Th7

IRO Arm 90° Abd      li.aktiv: \_\_\_\_  
li.passiv: \_\_\_\_

## B2. Klinische Untersuchungen

Klinische Zeichen:	Rechter Arm		Linker Arm	
1. Crepitationen	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
2. Narben - Lokalisation:..... .....	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
3. Atrophie - Lokalisation:..... .....	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

### Instabilität:

0=keine, 1=milde (0-1cm Translation), 2=moderate (1-2cm Translation), 3=schwere (>2cm Translation)

	Rechter Arm				Linker Arm			
1. Anteriore Translation	0	1	2	3	0	1	2	3
2. Posteriore Translation	0	1	2	3	0	1	2	3
3. Sulcus Sign	0	1	2	3	0	1	2	3
4. Apprehension sign	pos. <input type="checkbox"/> ____ Grad				pos. <input type="checkbox"/> ____ Grad			
	neg. <input type="checkbox"/>				neg. <input type="checkbox"/>			
5. Reproduzierbares Instabilitätsgefühl	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				
6. Willkürliche Instabilität	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				
7. Relocation Test positiv	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				
8. Jerk positiv	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				
9. Allg. Hyperlaxitätszeichen	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				

<b>BEIGHTON-Score:</b> Fingerüberstreckbarkeit	unilateral <input type="checkbox"/>	bilateral <input type="checkbox"/>
Handgelenküberstreckbarkeit	unilateral <input type="checkbox"/>	bilateral <input type="checkbox"/>
Ellenbogenüberstreckbarkeit	unilateral <input type="checkbox"/>	bilateral <input type="checkbox"/>
Kniegelenküberstreckbarkeit	unilateral <input type="checkbox"/>	bilateral <input type="checkbox"/>
Finger-Boden-Abstand	negativ <input type="checkbox"/>	

### Muskeltests:

	Rechter Arm					Linker Arm						
1. Palm-Up	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
2. O'Brien	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
3. Napoleon	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
	Grad: _____					Grad: _____						
4. Bear Hug	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
5. Belly-off-Zeichen	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
6. IRO-Lag-Zeichen	pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>				pos. <input type="checkbox"/>	neg. <input type="checkbox"/>					
7. Starter	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
8. ISP-Kraft	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
9. Lift-Off	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5

(0/5 keine Kontraktion, 1/5 Fibrillationen, 2/5 Bewegung ohne Schwerkraft, 3/5 Bewegung gegen Schwerkraft, 4/5 Bewegung gegen Widerstand, 5/5 volle Kraft)

## B3. Präoperatives MRT ( $\pm$ i.a. KM)

mit i.a. Gd       ohne i.a. Gd

### 1. Fettige Infiltration (Skala nach Fuchs, modifiziert nach Goutallier)

Stadium 0    normaler Muskel ohne Spuren von Fett  
Stadium 1    Muskel enthält einige Fettspuren  
Stadium 2    Bedeutende Fettinfiltration, mehr Muskel als Fett  
Stadium 3    Gleichviel Muskel wie Fett  
Stadium 4    Mehr Fett als Muskel

Stadium \_\_\_\_ ipsilateral

Stadium \_\_\_\_ kontralateral

### 2. Atrophie (Skala nach Thomazeau)

Vertikaldurchmesser	____ mm ipsilateral	____ mm kontralateral
Kranialer Transversaldurchmesser	____ mm ipsilateral	____ mm kontralateral
Kaudaler Transversaldurchmesser	____ mm ipsilateral	____ mm kontralateral
Approx. Fläche	____ mm <sup>2</sup> ipsilateral	____ mm <sup>2</sup> kontralateral

## B4. Natives MRT (Follow-Up)

### 1. Fettige Infiltration (Skala nach Fuchs, modifiziert nach Goutallier)

- Stadium 0 normaler Muskel ohne Spuren von Fett
- Stadium 1 Muskel enthält einige Fettspuren
- Stadium 2 Bedeutende Fettinfiltration, mehr Muskel als Fett
- Stadium 3 Gleichviel Muskel wie Fett
- Stadium 4 Mehr Fett als Muskel

Stadium \_\_\_\_ ipsilateral

Stadium \_\_\_\_ kontralateral

### 2. Atrophie (Skala nach Thomazeau)

Vertikaldurchmesser \_\_\_\_\_ mm ipsilateral \_\_\_\_\_ mm kontralateral

Kranialer Transversaldurchmesser \_\_\_\_\_ mm ipsilateral \_\_\_\_\_ mm kontralateral

Kaudaler Transversaldurchmesser \_\_\_\_\_ mm ipsilateral \_\_\_\_\_ mm kontralateral

Approx. Fläche \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup> ipsilateral \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup> kontralateral