

Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Klinisches und radiologisches Outcome nach arthroskopischer
anteroinferiorer Schulterstabilisierung
– Fadenanker- vs. knotenfreie Ankersysteme –**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Pit Fischer
aus Königs Wusterhausen

Datum der Promotion: 25.06.2017

**Meinen Eltern
mit Dank gewidmet**

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract	3
1. Einleitung	5
1.1 Anatomie der Schulter.....	5
1.2 Epidemiologie der Schulterluxationen	7
1.3 Definition der Schulterinstabilität	8
1.4 Klassifikationen der Schulterinstabilität	9
1.5 Begleitverletzungen nach Schulterluxation	11
1.6 Anamnese, klinische und radiologische Diagnostik	18
1.6.1 Anamnese.....	18
1.6.2 Klinische Diagnostik.....	18
1.6.3 Radiologische Diagnostik.....	22
1.7 Therapie der Schulterinstabilität	24
1.7.1 Konservative Therapie	26
1.7.2 Operative Therapie	28
1.7.2.1 Operative Stabilisierung mittels Fadenanker.....	30
1.7.2.2 Operative Stabilisierung mittels knotenfreier Anker.....	30
1.8 Zielsetzung der Arbeit	31
2. Patienten und Methoden	32
2.1 Patientenkollektiv	32
2.2 Operationsverfahren	34
2.2.1 Operative Stabilisierung mittels Fadenanker	36
2.2.2 Operative Stabilisierung mittels knotenfreier Anker	37
2.3 Klinische Untersuchung.....	43
2.3.1 Neutral-Null-Methode.....	43
2.3.2 Instabilitätstests	44
2.3.2.1 Apprehension-Test	44
2.3.2.2 Relokationstest/Surprise-Test	44
2.3.3 Laxitätstests.....	45
2.3.3.1 Sulkuszeichen	45
2.3.3.2 Hyperabduktionstest nach Gagey	46
2.3.4 Integritätsprüfung des Musculus subscapularis.....	46
2.3.4.1 Belly-press-Test.....	46
2.3.4.2 Belly-off-Zeichen.....	47

2.3.4.3 Lift-off-Test	47
2.3.4.4 Innenrotations-Lag-Zeichen	48
2.4 Radiologische Untersuchung	48
2.5 Evaluation der Schulterfunktionsscores.....	50
2.5.1 Subjektive Scores	50
2.5.1.1 Western Ontario Shoulder Instability Index	50
2.5.1.2 Melbourne Instability Shoulder Score.....	51
2.5.1.3 Patientenzufriedenheit	51
2.5.2 Objektive/Subjektive Scores	51
2.5.2.1 Constant-Score.....	51
2.5.2.2 Walch-Duplay Score	52
2.5.2.3 Rowe-Score.....	52
2.6 Statistische Methoden.....	53
3. Ergebnisse	54
3.1 Patientenkollektiv	54
3.2 Klinische Untersuchung.....	54
3.2.1 Neutrall-Null-Methode	54
3.2.2 Instabilitätstests	56
3.2.2.1 Apprehension-Test.....	56
3.2.2.2 Relokationstest/Surprise-Test	57
3.2.3 Laxitätstests.....	57
3.2.3.1 Sulkuszeichen	57
3.2.3.2 Hyperabduktionstest nach Gagey	57
3.2.4 Integritätsprüfung des Musculus subscapularis.....	58
3.2.4.1 Belly-press-Test.....	58
3.2.4.2 Belly-off-Zeichen.....	58
3.2.4.3 Lift-off-Test	58
3.2.4.4 Innenrotations-Lag-Zeichen	59
3.3 Radiologische Auswertung.....	59
3.4 Schulterfunktionsscores	60
3.4.1 Subjektive Scores	61
3.4.1.1 Western Ontario Shoulder Instability Index	61
3.4.1.2 Melbourne Instability Shoulder Score.....	62
3.4.1.3 Patientenzufriedenheit	62
3.4.2 Objektive/Subjektive Scores	63
3.4.2.1 Constant-Score.....	63
3.4.2.2 Walch-Duplay Score	64
3.4.2.3 Rowe-Score.....	65
4. Diskussion	67

4.1 Literaturvergleich.....	67
4.2 Schlussfolgerung.....	75
5. Literaturverzeichnis.....	77
6. Abbildungsverzeichnis	88
7. Tabellenverzeichnis.....	90
8. Lebenslauf	91
9. Eidesstattliche Versicherung	95
10. Publikationsliste	96
11. Danksagung.....	97

Zusammenfassung

Einleitung:

Die Operationstechnik der arthroskopischen Schulterstabilisierung und die dabei verwendeten Implantate befinden sich in einer stetigen Weiterentwicklung. Die Verwendung von Fadenankern hat sich hierbei seit Jahren bewährt. Auch die Verwendung knotenfreier Anker führte bislang zu guten Resultaten. Die Vorzüge der knotenfreien Fixierung des Kapsel-Labrum-Komplexes, im Vergleich zu den herkömmlichen Fadenankern, werden in einem technisch einfacheren und einem zeitsparenden Vorgehen sowie in einer knorpelschonenden Technik aufgrund von fehlendem Knotenkonvolut gesehen. Ziel dieser Arbeit war es, das postoperative klinische Resultat nach arthroskopischer Schultergelenksstabilisierung mittels Fadenankersystem im Vergleich zu einem knotenfreien Ankersystem zu evaluieren.

Patienten und Methoden:

Es wurden 52 Patienten retrospektiv nach arthroskopischer Schultergelenksstabilisierung in die Studie eingeschlossen und hinsichtlich der Operationstechnik gegenübergestellt. Von den 52 Probanden wurden 26 Patienten mittels Fadenanker (Gruppe I) und 26 Patienten mittels knotenfreier Anker (Gruppe II) chirurgisch versorgt. Bei der klinischen und radiologischen Nachuntersuchung wurden die Bewegungsumfänge, die Schulterstabilität und die -arthrosegrade sowie die spezifischen Schulterfunktionsscores evaluiert und mittels des Programms IBM SPSS Statistics 21.0 ausgewertet.

Ergebnisse:

Es zeigte sich im Vergleich der beiden Ankersysteme eine signifikant bessere Abduktion von 177° versus (vs.) 180° ($p=0,014$), eine hohe Innenrotation von 81° vs. 85° ($p=0,029$) sowie eine Außenrotation von 65° vs. 80° ($p=0,002$) zugunsten der Gruppe II.

Beim Constant-Score erreichten die Gruppen (Gruppe I vs. Gruppe II) durchschnittlich 86 vs. 89 Punkte ($p=0,032$). Bezüglich des Rowe-Scores wurden 89 vs. 95 Punkte ($p<0,026$) und des Walch-Duplay Scores 84 vs. 94 Punkte erreicht ($p<0,001$). Beim Western Ontario Shoulder Instability Index erlangten die Gruppen im Durchschnitt

90,3% vs. 90,1% ($p=0,009$). Beim Melbourne Instability Shoulder Score sowie Subjective Shoulder Value erzielten die Gruppen 89 vs. 93 Punkte bzw. 91% vs. 90% ($p>0,05$).

Postoperativ wurden die Patienten verschiedenen Tests unterzogen, um die Funktionalität des Schultergelenks und die Schmerzhaftigkeit bei Bewegung zu überprüfen. Beim Apprehension-Test konnten zwei positive Ergebnisse in Gruppe I und drei positive Ergebnisse in Gruppe II dokumentiert werden ($p>0,05$).

Bei der postoperativen Beurteilung des Sulkuszeichens sowie beim Hyperabduktionstest nach Gagey konnte kein statistischer Unterschied zwischen den beiden Gruppen aufgezeigt werden ($p>0,05$).

Bei der Integritätsprüfung des Musculus subscapularis konnte kein Hinweis auf eine funktionelle Einschränkung bei der klinischen Nachuntersuchung nachgewiesen werden.

Bei der Auswertung der postoperativen Arthrosegrade zeigte sich ebenfalls kein statistischer Unterschied zwischen den unterschiedlich chirurgisch versorgten Gruppen ($p>0,05$).

Schlussfolgerung:

Schlussfolgernd lässt sich aus den aufgezeigten Ergebnissen ein Vorteil in der Anwendung knotenfreier Ankersysteme im Rahmen der arthroskopischen Schulterstabilisierung hinsichtlich des Bewegungsumfangs und der spezifischen Schulterfunktionsscores aufzeigen.

Abstract

Introduction:

The surgical technique for arthroscopic shoulder stabilization and the implants used in this procedure are continuously developing. Here, the use of suture anchors has proven successful for years, but knotless anchors have also been producing good results. Nevertheless, compared to traditional suture anchors, knotless fixation of the capsule-labrum complex is considered to offer the following advantages: It is a technically easier and faster procedure and, due to the absence of convoluted knots, a cartilage-sparing technique. The objective of this thesis was therefore to evaluate the postoperative clinical outcomes after arthroscopic stabilization of the shoulder joint when using suture anchors compared to a knotless anchor system.

Patients and Methods:

In total, 52 patients were included in the study retrospectively following arthroscopic shoulder joint stabilization and compared with a view to surgical technique. Suture anchors were used for fixation in 26 (group I) of the 52 patients, and knotless anchors in 26 patients (group II).

During clinical and radiological follow-up, the respective ranges of motion, shoulder stability, stages of osteoarthritis and the specific shoulder function scores were measured and statistically evaluated using IBM SPSS Statistics Version 21.0.

Results:

Comparison of the two anchor systems resulted in a significantly better abduction of 177° versus (vs.) 180° ($p=0.014$), a high internal rotation of 81° vs. 85° ($p=0.029$), and an external rotation of 65° vs. 80° ($p=0.002$) to the benefit of group II.

In terms of the Constant score, the two groups (group I vs. group II) attained an average of 86 vs. 89 points ($p=0.032$). A Rowe score of 89 vs. 95 points ($p<0.026$) and Walch-Duplay score of 84 vs. 94 points ($p<0.001$) were achieved. The mean values in the two groups for the Western Ontario Shoulder Instability Index were 90.3% vs. 90.1% ($p=0.009$). With respect to the Melbourne Instability Shoulder Score and Subjective Shoulder Value, the groups achieved 89 vs. 93 points or 91% vs. 90% ($p>0.05$), respectively.

Various examinations were performed on the patients postoperatively to determine the functionality of the shoulder joint and pain on movement. In the apprehension test, two positive results were noted in group I and three positive results in group II ($p>0.05$).

Postoperative assessment of the sulcus sign and Gagey's hyperabduction test revealed no statistical difference between the two groups ($p>0.05$).

On examining the integrity of the subscapularis muscle, there was no indication of functional impairment on clinical follow-up.

Assessment of the postoperative stages of osteoarthritis likewise revealed no statistical difference between the groups following the different surgical procedures ($p>0.05$).

Conclusion:

Based on the presented results, it can be concluded that the use of knotless anchor systems in arthroscopic shoulder stabilization is beneficial in terms of range of motion and specific shoulder function scores.

1. Einleitung

1.1 Anatomie der Schulter

Das Glenohumeralgelenk (Schultergelenk) ist ein Kugelgelenk mit den Freiheitsgraden Extension/Flexion, Abduktion/Adduktion sowie Außen- und Innenrotation (33). Dieses Gelenk ist sehr beweglich aber trotz zahlreicher anatomischer Stabilisierungsmechanismen sehr anfällig für Luxationen, da es aufgrund des sogenannten mittleren glenohumeralen Index (Größenverhältnis der mittleren Durchmesser von Glenoid und Humeruskopf) von etwa 0,57 eine insuffiziente knöcherne Führung aufweist (96).

Beim Schultergelenk unterscheidet man zwischen statischen und dynamischen Stabilisatoren. Durch dieses Zusammenspiel wird die Stabilität des Glenohumeralgelenks gewährleistet (42, 96). Zu dessen wichtigsten statischen Stabilisatoren zählt die knöcherne Gelenkoberfläche (Konkavität des Glenoids), die Knorpelkonkavität durch das Labrum glenoidale, die Gelenkkapsel und die glenohumeralen Bänder, wobei das inferiore glenohumerale Ligament mit seinen starken anterioren und posterioren Bündeln den Oberarmkopf umschließt und stabilisiert (86, 96). Dabei dient das anteriore Bündel der vorderen unteren Stabilität bei Abduktion und Außenrotation des Schultergelenks. Das posteriore Bündel hingegen gewährleistet die hintere untere Stabilität des Gelenks bei Adduktions- und Innenrotationsbewegungen (96). Die Einheit aus Labrum-Ligament-Komplex und den am Tuberculum supraglenoidale und Tuberculum infraglenoidale inserierenden Sehnen des Musculus biceps brachii und Musculus triceps brachii wird als periartikuläres System definiert. Dieses übernimmt die Funktion eines Korbes, der das Caput humeri aufnimmt und zusätzlich stabilisiert (Abbildung 1 (Abb.)) (44, 96).

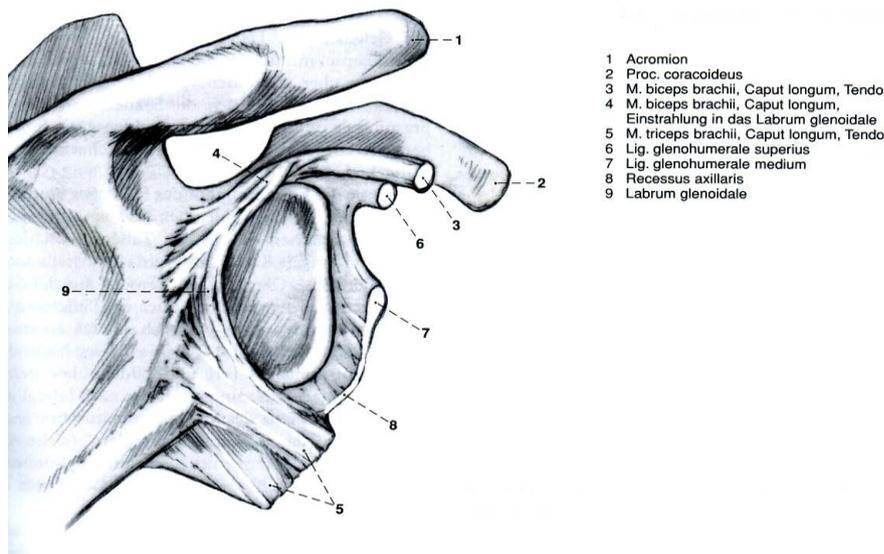


Abb. 1: Schematische Darstellung des periartikulären Fasersystems in der Ansicht von dorsal (44)

Des Weiteren hat die Schultergelenkkapsel Kontakt mit der sogenannten Rotatorenmanschette (Gruppe von vier Muskeln: Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus, Musculus teres minor und Musculus subscapularis), über die Anteile der Gelenkkapsel dynamisch gespannt werden können, was zur Hauptstabilisierung beiträgt (42, 96). Ferner festigt das superiore glenohumerale Ligament im Zusammenspiel mit dem korakohumeralen Ligament das Schultergelenk bei Adduktion gegen eine inferiore Translation und bei Flexion oder bei Abduktion gegen eine posteriore Instabilität (42, 96). Die vordere Translation des Caput humeri wird in mittlerer Abduktionsstellung vom mittleren glenohumeralen Ligament begrenzt (42).

Die vier Muskeln der Rotatorenmanschette sind im Wesentlichen die dynamischen Hauptstabilisatoren des Schultergelenks (96). Grundvoraussetzung für die Zentrierung des Humeruskopfes in die Konkavität der Gelenkpfanne (Glenoid) ist die aktive Kompressionskraft der Rotatorenmanschette (13, 58, 86). Zu einer kapsulären Vorspannung und zu einer Kompression des Humeruskopfes in die Gelenkpfanne kommt es durch die Kontraktion dieser Muskeln über die faserigen Verbindungen zur Gelenkkapsel (Abb. 2) (96). Um eine zentrierende Wirkung der Rotatorenmanschette entfalten zu können, muss die knöcherne Konkavität der Gelenkpfanne (Glenoid) als passiver Stabilisator gewährleistet sein (58, 86, 127). Knöcherner Defekte des Glenoids wie auch Rupturen der Rotatorenmanschette können eine Instabilität des Schultergelenks begünstigen (96). Außerdem tragen auch noch andere Muskeln zur Stabilität

des Schultergelenks bei, nämlich die, die bei Bewegungen des Armes eingesetzt werden: Musculus serratus anterior, Musculi rhomboidei, Musculus levator scapulae, Musculus pectoralis minor und Musculus trapezius. Diese setzen an der Scapula an und richten das Glenoid ständig in einer optimalen Position in Relation zur Gelenkfläche des Humeruskopfes aus (96).

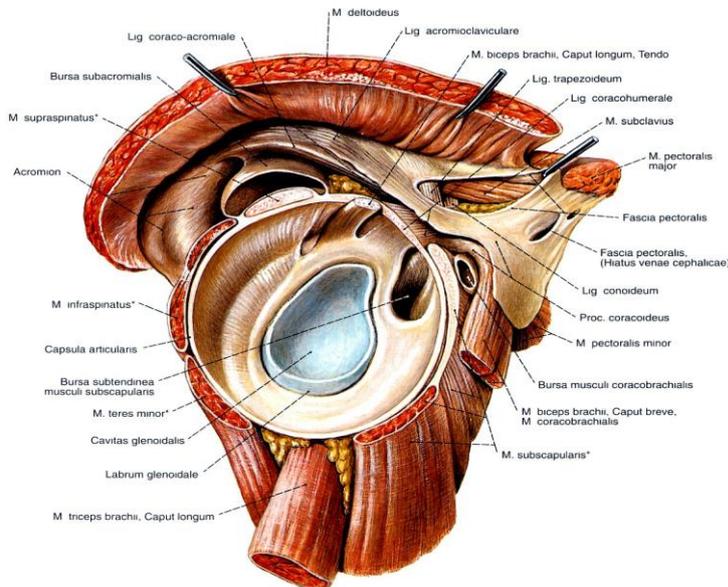


Abb. 2: Schultergelenk von lateral nach Entfernung des Humeruskopfes (110)

1.2 Epidemiologie der Schulterluxationen

Die Schulterluxation ist die häufigste Gelenkluxation beim Menschen, was einem Anteil von rund 50% aller Luxationen entspricht (96). Ein Drittel aller Schulterverletzungen entfallen auf die Schulterluxationen (42). Die Inzidenz in der Bevölkerung hierfür beträgt 2–8% pro Jahr, wobei die Luxationsinzidenz bei Personen zwischen 18 und 70 Jahren bei durchschnittlich 1,7% liegt (51, 53). In Deutschland kann von 13.600 Neuerkrankungen bei rund 80 Millionen Einwohnern pro Jahr ausgegangen werden (75, 96). Mit steigendem Alter nimmt die Luxationsinzidenzrate in der Bevölkerung deutlich ab (90). Man unterscheidet zwischen atraumatischen und traumatischen Schulterinstabilitäten. Zu den häufigsten traumatischen Ursachen zählt ein Sturz auf die betroffene Seite oder ein Unfall (33, 42, 53). Die häufigsten Ursachen für atraumatische Luxationen sind repetitive Mikrotraumata, Anomalien bzw. eine Schwäche des Kapsel-Band-Apparates, Kapselhyperlaxität, dysplastische Pfannenverhältnisse (Defizit der

Konkavität des Glenoids und knöchernen Glenoiddefekte), muskuläre Dysbalancen oder kongenitale Bindegewebsschwächen (33, 42, 52, 86). Dominierend sind unidirektionale, nach anteroinferior gerichtete Schulterluxationen mit einem Anteil von 84–97% aller Schulterluxationen (96). In 2–4% der Fälle liegt eine hintere Luxationsneigung vor und 3–5% der Patienten weisen eine multidirektionale Instabilität auf (33). Die Luxatio inferior/Luxatio erecta ist mit 0,5% aller Luxationen vertreten (96). Am seltensten ist die Luxatio superior/obere Luxation (96). Die traumatische Schulterluxation tritt beim männlichen Geschlecht 3-mal häufiger auf als beim weiblichen Geschlecht (53). In der Altersklasse unter 30 Jahren sind Männer 9-mal häufiger betroffen als Frauen, bei den über 50-Jährigen hingegen ist die Anzahl der Frauen 3-mal häufiger gegenüber den Männern (53).

1.3 Definition der Schulterinstabilität

Die Schulterinstabilität ist definiert als eine vermehrt mögliche Translationsbewegung des Humeruskopfes zum Glenoid im Vergleich zu einem stabilen Schultergelenk, welche bei den betroffenen Patienten klinische Symptome hervorruft (43, 59, 78, 81, 82, 87, 94, 121). Der Humeruskopf kann von den Patienten nicht zentriert in der Fossa glenoidale gehalten werden (43, 59, 78, 81, 82, 87, 94, 121). Liegt per Definition eine Schulterluxation vor, kommt es zu einem Kontaktverlust zwischen Humeruskopf und der Gelenkoberfläche des Glenoids, welcher durch ein Repositionsmanöver wieder aufgehoben werden muss (118). Bei der Subluxation kommt es unter Belastung zu einer pathologischen Translation ohne kompletten Kontaktverlust, die bei Entlastung spontan selbständig reponiert (87, 118). Die Hyperlaxität steht für die vermehrte Translation des Humeruskopfes zum Glenoid, welche jedoch beim Patienten in der Regel keine Beschwerden hervorruft, aber vom Untersucher festgestellt werden kann (87). Die Laxität wird durch das Alter und die Konstitution des Patienten beeinflusst (87).

Bei der Einteilung des Krankheitsbildes einer Schulterinstabilität muss zwischen akuten und chronischen Beschwerden des Patienten differenziert werden (94). Als akute Instabilität des Schultergelenkes wird eine Luxation bezeichnet, die nicht länger als 24 Stunden zurückliegt (94). Chronische Schulterluxationen oder Subluxationen des Gelenkes werden als rezidivierende Instabilitäten bezeichnet (97).

1.4 Klassifikationen der Schulterinstabilität

Es gibt zahlreiche Klassifikationen der Schulterinstabilität, die sich aufgrund der Krankengeschichte, der klinischen Untersuchung und aus den Befunden bildgebenden Verfahren ergeben (67, 87). Aktuell werden überwiegend drei Klassifikationstypen verwendet (96). Die bekannteste Klassifikation erfolgt nach Gerber, die sich im klinischen Alltag durchgesetzt hat (Tabelle 1 (Tab.)) (32, 67). Die Einteilung erfolgt in statische Instabilität (Gruppe A) und dynamische Instabilität (Gruppe B) beziehungsweise in willkürliche Luxation (Gruppe C) (67). Bei der statischen Instabilität (Gruppe A) wird unterschieden zwischen statisch superiorer (A1), statisch anteriorer (A2), statisch posteriorer (A3) und statisch inferiorer Instabilität (A4) (32). Die dynamische Instabilität (Gruppe B) wird in chronische verhakte Luxationen (B1), unidirektionale Instabilitäten ohne Hyperlaxität (B2), unidirektionale Instabilitäten mit Hyperlaxität (B3), multidirektionale Instabilitäten ohne Hyperlaxität (B4), multidirektionale Instabilitäten mit Hyperlaxität (B5) sowie in uni- oder multidirektionale willkürliche Instabilitäten (B6) unterteilt (32). Die willkürliche Luxation (Gruppe C) wird nicht noch einmal unterteilt (32).

Tab. 1: Einteilung der Schulterinstabilität nach Gerber (32)

A	statische Instabilität	A1	statische superiore Instabilität
		A2	statische anteriore Instabilität
		A3	statische posteriore Instabilität
		A4	statische inferiore Instabilität
B	dynamische Instabilität	B1	chronische verhakte Luxation
		B2	unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
		B3	unidirektionale Instabilität mit Hyperlaxität
		B4	multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
		B5	multidirektionale Instabilität mit Hyperlaxität
		B6	uni- oder multidirektionale willkürliche Instabilität
C	willkürliche Luxation		

Bei der Klassifikation nach Matsen wird die Instabilität in traumatisch (TUBS) und atraumatisch (AMBRIL) unterteilt (Tab. 2) (116). „TUBS“ steht bei der Klassifikation der traumatischen Instabilität für das Vorliegen eines Traumas (T), einer unidirektionalen Instabilität (U), einer Bankart-Läsion (B) beziehungsweise einer operativen Versorgung

der vorliegenden Instabilität (S) (116). „AMBRII“ klassifiziert Matsen in „A“ für atraumatisch und „M“ für eine vorliegende multidirektionale Instabilität (116). Für eine beidseitige Instabilität steht „B“, „R“ kennzeichnet die Notwendigkeit einer rehabilitativen Maßnahme, „I“ steht für die operative Versorgung mittels eines inferioren Kapselshifts und mit einem weiteren „I“ ist eine operative Intervallplikatur gemeint (116).

Tab. 2: Einteilung der Schulterinstabilitäten nach Matsen (116)

Traumatische Instabilitäten (TUBS)	Traumatisch
	Unidirektionel
	Bankart-Läsion
	Surgery
Atraumatische Instabilitäten (AMBRII)	Atraumatisch
	Multidirektionel
	Bilateral
	Rehabilitation
	Inferiorer Kapselshift
	Intervallplikatur

Eine traumatische anteriore Luxation liegt vor, wenn sich ein Ereignis in kraftvoller Abduktion und Außenrotation in Kombination mit einem einschießenden Schmerz ereignete und eine Fremdreposition notwendig war oder es zu einer Eigen- oder Spontanreposition kam (116). Eine atraumatische Luxation besteht, wenn es durch ein inadäquates Ereignis oder durch Minitraumata (z. B. bei einem Krampfanfall) zu einer spontanen Reposition kam, die mit geringen Schmerzen einherging (116). Da eine Abgrenzung von traumatischen zu atraumatischen Ereignissen schwierig und der Übergang fließend ist, ist eine Einteilung nach diesem Schema nachteilig (67).

Die dritte häufig verwendete Klassifikation der Schulterinstabilität ist die Einteilung nach Bayley, die neben der Unterscheidung nach traumatischer und atraumatischer Genese auch den dritten ätiopathologischen Faktor, die muskuläre Dysbalance, berücksichtigt (Tab. 3) (6). Unter muskulärer Dysbalance wird eine gestörte Schultermuskel- und Schultergürtelmuskelinnervation verstanden, die zu einer Gelenksinstabilität führt (6). Hierbei wird eine koordinierte muskuläre Führung des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne der Scapula verhindert (6). Durch die Fehlsteuerung des Musculus serratus oder des Musculus deltoideus, Musculus pectoralis und Musculus latissimus

dorsi kann es zu fehlgesteuerten Positionierungen der Scapula oder des Oberarms kommen (6). Die Klassifikation nach Bayley wird nicht als starres System verstanden (6).

Tab. 3: Klassifikation und Einteilung nach Bayley (6)

Polar Group I: traumatisch strukturell	signifikantes Trauma
	oft Bankart-Läsion
	gewöhnlich unilateral
	keine muskuläre Dysbalance
Polar Group II: atraumatisch strukturell	kein Trauma
	struktureller Schaden des Gelenks
	kapsuläre Dysfunktion
	keine muskuläre Dysbalance
	nicht selten bilateral
Polar Group III: habituell-nichtstrukturell	kein Trauma
	keine strukturellen Schäden des Gelenks
	kapsuläre Dysfunktion
	muskuläre Dysfunktion
	oft bilateral

1.5 Begleitverletzungen nach Schulterluxation

Bei jeder Schulterluxation kommt es zu pathologischen Veränderungen der Form und der Struktur der artikulierenden Gelenkpartner, der Gelenkkapsel oder der umgebenden Muskulatur (125). Die wichtigste Voraussetzung für die Planung einer adäquaten Therapie ist die intensive Beurteilung der Pathomorphologie der Schulter (125). Beim typischen Verletzungsmuster der vorderen Schulterluxation in Abduktions- und Außenrotationsstellung des Armes kommt es passiv zur Anspannung der anteroinferioren Gelenkkapsel (125). Die Begleitverletzungen können an drei verschiedenen anatomischen Stellen der Gelenkkapsel auftreten: im Verlauf der glenohumeralen Bänder direkt an der Gelenkkapsel, am Ursprung dieser Bänder am ventralen inferioren Pfannenrand und an deren Ansatz am Humeruskopf (125). Bei der sogenannten klassischen Bankart-Läsion reißt die Gelenkkapsel, insbesondere das inferiore glenohumerale Ligament, und das Labrum glenoidale vom ventralen inferioren Pfannenrand ab (Abb. 3) (43). Die Konkavität der Gelenkpfanne wird dadurch etwas

vermindert und das mittlere sowie das inferiore glenohumerale Band verlieren ihren Ursprung und somit ihre Stabilitätsgrundlage, wodurch sich die vordere Schulterinstabilität erklärt (63). Die Anatomie des Labrum glenoidale erklärt die Disposition zur Bankart-Läsion bei der anteroinferioren Schulterluxation, weil der größte Teil der kollagenen Fasern ringförmig um den Pfannenrand verläuft und nur wenige Fasern radiär in den Gelenkknorpel und das Glenoid einstrahlen (55, 113). Im Gegensatz zur Bankart-Läsion kommt es bei der Perthes-Läsion zur subperiostalen Ablösung des anterioren inferioren glenohumeralen Bandes vom Skapulahals (Abb. 3) (43, 125). Habermeyer et al. unterscheiden bei diesen beiden Läsionsformen darüber hinaus, ob das Labrum glenoidale zusätzlich von der Kapsel abreißt oder nicht (41, 43). Bei einer Bankart-Läsion nannte er es „Double-Läsion“ (Abb. 3) und bei einer Perthes-Läsion wählte er den Begriff „Triple-Läsion“ (41, 43). Die „Quattro-Läsion“ beschreibt einen zusätzlichen Substanzdefekt des anteroinferioren glenohumeralen Bandes (Abb. 3) (41, 43). Nach einer Perthes-Läsion kann es dazu kommen, dass das Labrum glenoidale und der Kapselursprung nach medial an den Skapulahals gezogen werden, in dieser Position verheilen und vernarben und so eine vermehrte humerale Translation erlaubt (67, 125). Dieses Krankheitsbild wurde von Neviaser et al. als ALPSA-Läsion (ALPSA: anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion) beschrieben (Abb. 3) (43, 67, 88, 125). Dies führt zu einer insuffizienten Gelenkkapsel, weil ihr Ursprung zu weit medial liegt (67). Die Gelenkkapsel kann bei der Schulterluxation ferner von ihrem Ansatz am Humeruskopf abreißen, was als HAGL-Läsion (HAGL: humeral avulsion of glenohumeral ligaments) bezeichnet wird (Abb. 3) (67, 125). Weitere Kapsel-Band-Läsionen betreffen die superiore Aufhängung des Labrum glenoidale an der Pfanne und damit den Ursprung der langen Bizepssehne. Diese Läsion wurde von Snyder et al. als SLAP-Läsion (SLAP: superior labrum anterior and posterior) bezeichnet (125).

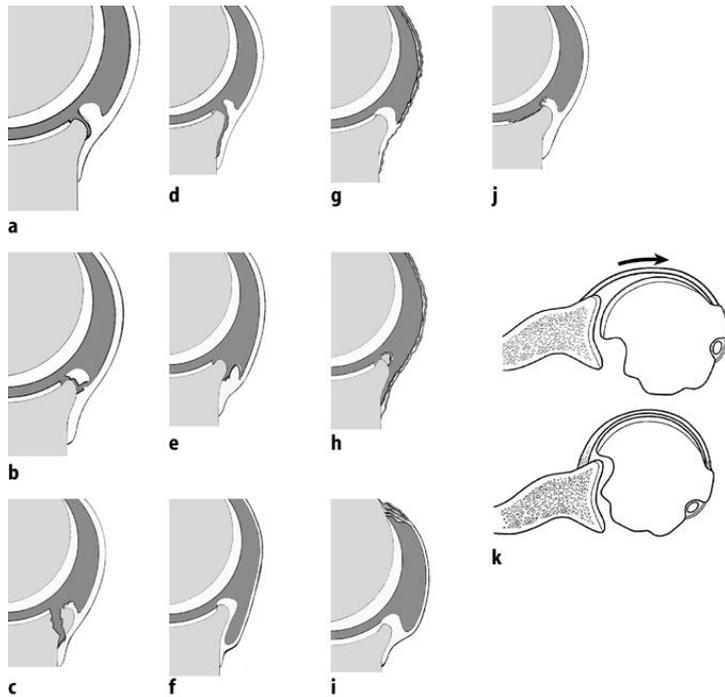


Abb. 3: Läsionen am vorderen Glenoidrand, Kapsel und Humeruskopf nach Habermeyer et al. (43)

- a) klassische Bankart-Läsion
- b) Double-Läsion
- c) knöcherner Bankart-Läsion
- d) klassische Perthes-Läsion
- e) ALPSA-Läsion (ALPSA: anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion)
- f) Non-Bankart-Läsion
- g) Substanzdefekt des AIGHL (AIGHL: anterior inferior glenohumeral ligament)
- h) Quattro-Läsion
- i) HAGL-Läsion (HAGL: humeral avulsion of glenohumeral ligaments)
- j) GLAD-Läsion (GLAD: glenolabral articular disruption)
- k) Hill-Sachs-Läsion mit engaging Hill-Sachs-Defekt

Seit Langem sind knöcherner Begleitverletzungen bei der vorderen und hinteren Schulterluxation bekannt (79). Knöcherner Instabilitäten treten deutlich seltener auf als labroligamentär bedingte Luxationsformen (105). Es zeigen sich jedoch unterschiedliche Prävalenzen an Glenoidranddefekten (105). Anteriore Glenoidranddefekte wurden in bis zu 41% der Fälle nach Schultererstluxationen und in bis zu 90% der Fälle bei rezidivierender Schulterinstabilität nachgewiesen (40, 112).

Begleitläsionen sowohl am Humerus als auch an der glenoidalen Gelenkfläche der

Scapula sind Risikofaktoren für die Entstehung rezidivierender Instabilitäten (12). Glenoidranddefekte, bei denen der Knochenverlust den normalerweise breiteren inferioren Teil des Glenoids schmaler als den superioren werden lässt, ähneln dem Bild einer auf dem Kopf stehenden Birne (13). Diese Einteilung von Glenoiddefekten wurde durch Chuang et al. mit dem Glenoidindex validiert (19). Dieser Glenoidindex basiert auf dem Vergleich des Glenoiddefekts mit der gesunden Gegenseite (19). Definiert wird er als das Verhältnis von maximalem inferiorem Durchmesser der Defektseite zum maximalen inferiorem Durchmesser der nicht betroffenen Seite (Abb. 10) (19). Bei einem Glenoidindex $>0,75$ ist in der Regel ein Bankart-Repair ausreichend (43). Bei einem Glenoidindex $<0,75$, der einem inferiorem Verlust von mehr als 25% des Glenoids entspricht, wird ein knöcherner Aufbau in Form eines Beckenkammspanes oder Korakoidtransfers empfohlen (105).

Eine aktuelle Methode zur Quantifizierung unilateraler Glenoiddefekte stellt die Pico-Messtechnik (Pico-method) dar (8). Mit Hilfe einer speziellen Software (ImagelQ-Software) kann die Defektgröße des Glenoids im 3-D-CT (dreidimensionale Computertomographie) berechnet werden (mittels dreidimensionalem Koordinatensystem) (8). Die Pico-Oberflächen-Methode wird verwendet, um den Prozentsatz vom Knochenverlust des Glenoid zu berechnen (8).

Die Klassifikation von Bigliani et al. unterteilt Glenoidranddefekte in drei Typen: Typ 1 besteht aus einer dislozierten knorpelig-knöchernen Avulsionsläsion, die mit Fadenankern rekonstruiert werden kann (7). Typ 2 bezeichnet einen Defekt mit medial-disloziertem, in Fehlstellung konsolidiertem Fragment (7). Typ 3a weist einen Glenoiddefekt von $<25\%$ der Glenoidfläche auf und wird als Erosions-Typ ohne Fragment charakterisiert (7). Der Typ 3b wird ebenfalls als Erosions-Typ ohne Fragment bezeichnet, wobei jedoch der Defekt ein Ausmaß $>25\%$ der Glenoidfläche besitzt (7). Aktuell wird auf diese Form der Klassifikation aufgebaut, die akute Glenoidrandfrakturen einschließt und chronische Instabilitäten mit berücksichtigt (Tab. 4) (105). Bei der Klassifikation nach Scheibel et al. beinhalten die Typ-I-Läsionen akute Glenoidranddefekte vom Fragment-Typ, die wiederum sowohl die knöchernen Bankart-Läsion (Typ Ia) als auch die solitäre (Typ Ib) und die mehrfragmentäre Glenoidrandfraktur (Typ Ic) einschließen (105, 112). Die chronischen Typ-II-Läsionen vom Fragment-Typ sind gekennzeichnet durch ein in extraanatomischer Position konsolidiertes oder pseudarthrotisches Fragment (Abb. 4) (105). Die Fragmentgröße ist hierbei charakteristischerweise kleiner als die Defektgröße (105). Die Typ-III-Läsionen

schließlich sind glenoidale Knochendefekte ohne Fragment (Abb. 5) (105). In aktueller Literatur wird eine Kapsel-Labrum-Rekonstruktion bei Defekten $<25\%$ und eine knöcherne Augmentation bei Defekten $>25\%$ der Gelenkfläche empfohlen (105, 58, 128).



Abb. 4: Glenoidranddefekt in dreidimensionaler Computertomographie (3-D-CT) (Typ II) (Tab. 4) (105)

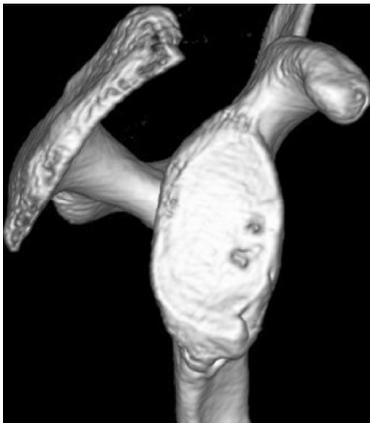


Abb. 5: Glenoidranddefekt in dreidimensionaler Computertomographie (3-D-CT) (Typ III) (Tab. 4) (105)

Tab. 4: Klassifikation von anterioren Glenoiddefekten nach Scheibel et al. (105)

Typ 1 Akuter Fragment-Typ	a) knöcherner Bankart-Läsion b) solitäre Pfannenrandfraktur c) mehrfragmentäre Pfannenrandfraktur
Typ 2 Chronischer Fragment-Typ	In extraanatomischer Position konsolidiertes oder pseudarthrotisches Fragment (Fragment < Defekt)
Typ 3 Glenoidaler Knochendefekt ohne Fragment	a) <25% Substanzverlust b) >25% Substanzverlust

Zusätzlich kann die traumatische Schulterluxation zu einer posterosuperioren Impressionsfraktur des Humeruskopfes führen (12, 43). Diese Fraktur wird als Hill-Sachs-Läsion bezeichnet (Abb. 6) (12, 43). Sie wurde von Malgaigne et al. erstmals beschrieben (80). Diese knöcherner Verletzung wird nach Calandra et al. wie folgt eingeteilt: Grad I beschreibt einen Defekt der Gelenkfläche des Humeruskopfes ohne Beteiligung des subchondralen Knochens, Grad II wird beschrieben als Gelenkflächendefekt mit Beteiligung des subchondralen Knochens und Grad III besagt, dass ein großer Defekt des subchondralen Knochens vorliegt (15, 40, 43, 125). Bei Bewegungen kann der Defekt des Humeruskopfes wie ein Zahnrad am Glenoid einhaken und eine Luxation begünstigen (engaging Hill-Sachs-Defekt) (15, 43, 100, 114). Die Inzidenz wurde nach traumatischer Erstluxation bei bis zu 47% der Patienten, bei rezidivierender Schulterluxation bei bis zu 100% und bei Subluxationen bei bis zu 25% der Patienten beschrieben (49, 100, 114). Die klinische Relevanz einer Hill-Sachs-Läsion hängt von dem Ausmaß der beteiligten Gelenkfläche ab, sodass Defekte, die kleiner als 20% der Humeruskopfoberfläche sind, in der Regel keine klinische Bedeutung haben, während große Defekte über 40% eine Ursache für Rezidivluxationen darstellen können (Abb. 6) (25).

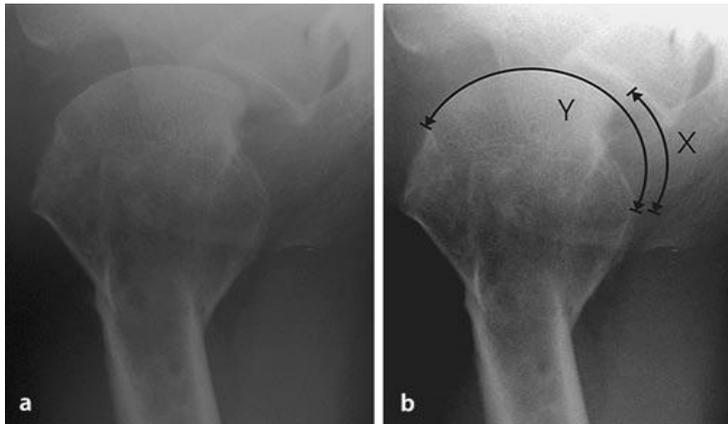


Abb. 6: Die Einschätzung der Defektgröße im axialen Röntgenbild (12)

a) axiales Röntgenbild mit Hill-Sachs-Läsion

b) der betroffene Gelenkanteil (X) wird in Prozent des gesamten Bogens (Y) bemessen
 $(X/Y) \times 100\%$ (10)

Letztendlich sind die Lokalisation, der Verlauf sowie die Länge und Tiefe der Schädigung klinisch relevant (13).

Itoi et al. haben ein Konzept des „glenoid-tracks“ eingeführt (34). Sie zeigten, wenn der Arm angehoben wird verlagert sich der glenoidale Kontaktbereich aus dem infero-medialen zum superolateralen Teil der hinteren Gelenkfläche des Humeruskopfes. Diesen Kontakt zwischen der glenoidalen- und humeralen Zone definierten sie als „glenoid-track“. Ein intaktes Glenoid ohne signifikanten Knochenverlust garantiert somit die knöchernen Stabilität (34). Die Integrität vom glenoid-track und die Lage einer Hill-Sachs-Läsion in Bezug auf den medialen Rand des Glenoids sind klinisch relevant. Eine Hill-Sachs-Läsion medial vom glenoid-track wird als „on-track Hill-Sachs-Läsion“ bezeichnet. Das Glenoid bietet hierbei genügend Knochenstabilität (34). Eine medial liegende Hill-Sachs-Läsion in Bezug zum glenoid-track bei bipolaren Knochenläsionen (relevanter anteriorer Glenoiddefekt und Hill-Sachs-Läsion kombiniert) wird als „off-track Hill-Sachs-Läsion“ bezeichnet (34).

Des Weiteren können bei einer traumatischen Erstluxation Anteile der Rotatoren-manschette einreißen (43, 89, 109). Diese Verletzung tritt häufig bei älteren Patienten auf. Bis zu einem Alter von 55 Jahren sind 41% der Patienten mit traumatischer Erstluxation betroffen, bis zum 70. Lebensjahr 71% und über 70-jährige Patienten mit einer traumatischen Erstluxation weisen in bis zu 100% der Fälle einen Einriss der Rotatorenmanschette auf (43, 89, 109). Mit dieser Art der Verletzungen verliert das Schultergelenk den wesentlichen Stabilisator (43, 54). Bei einer begleitenden Ruptur

der Sehne des Musculus subscapularis der Rotatorenmanschette sollte aufgrund der zentralen Bedeutung für die Stabilität eine frühzeitige Rekonstruktion in Betracht gezogen werden (43, 54).

Als weitere anatomische Begleitverletzungen bei Schulterluxationen kommen Gefäß- und Nervenschäden in Betracht. Bei der vorderen Schulterluxation kann es zur Dehnung des Nervus axillaris kommen, was mit einer Häufigkeit von 5–14% angegeben wird (122, 125). Die Verletzung des Nervus axillaris entsteht bei der anteroinferioren traumatischen Schulterluxation durch Kompression des Humeruskopfes oder durch Traktion im Bereich der posterioren Axillarlücke (43, 122, 125). Die Nervus-axillaris-Verletzung kann bei gleichzeitiger Rotatorenmanschettenruptur bei der Diagnostik leicht übersehen werden (43). Kommt es bei der vorderen Schulterluxation gleichzeitig zur Nervus-axillaris-Läsion und Rotatorenmanschettenruptur, so wird dieses Krankheitsbild als „terrible triad“ bezeichnet (37).

1.6 Anamnese, klinische und radiologische Diagnostik

1.6.1 Anamnese

Die Anamnese ist Grundlage jeglicher klinischer und apparativer Diagnostik. Hierbei muss der Zeitpunkt einer potenziellen Erstluxation, der Hergang/Mechanismus, das Ausmaß der Luxation (Subluxation oder Luxation) sowie die Richtung der Luxation (anterior, posterior oder multidirektional) erfragt werden (39, 42). Ferner werden Angaben zur Reposition durch Helfer vor Ort (Arzt) oder Selbstreposition erhoben und es wird erfragt, ob die Reposition mit oder ohne Narkose durchgeführt wurde (42, 45). Des Weiteren werden Auskünfte über bisherige Therapien und Operationen sowie die Anzahl von Rezidivluxationen eingeholt. Außerdem wird der Beruf, die Alltags- und Freizeitgestaltung sowie der sportliche und funktionelle Anspruch erfragt (39, 42).

1.6.2 Klinische Diagnostik

Die klinische Untersuchung enthält die Durchführung einer Inspektion, einer Palpation, einer Funktionsprüfung sowie Instabilitäts- und Laxitätstests des betroffenen Gelenks (42). Bei der Inspektion der Schulter achtet der Untersuchende auf die Symmetrie der

Schultern, auf Atrophiezeichen im Bereich des Musculus deltoideus, Musculus supraspinatus und Musculus infraspinatus sowie auf Hinweise einer leeren Schultergelenkpfanne (Epaulettenzeichen) (39, 42). Im Falle einer luxierten Schulter ist es häufig möglich, die Inkongruenz des Schultergelenks aufgrund des verstrichenen Reliefs des Processus coracoideus zu erkennen und eine leere Gelenkpfanne sowie den luxierten Humeruskopf zu ertasten (39). Vor und nach einem akuten Ereignis mit nachfolgender Reposition müssen die periphere Durchblutung, die Motorik und die Sensibilität (pDMS) überprüft werden. Nach dem Abklingen der akuten Symptomatik findet eine ausführliche Schulteruntersuchung mit Funktionsprüfung, Instabilitätstest und Laxitätstest statt. Bei der Funktionsprüfung der betroffenen Schulter beginnt der Untersuchende mit der Erhebung des passiven und aktiven Bewegungsausmaßes (ROM: range of motion) (42). Es ist dabei besonderes Augenmerk auf die aktive Prüfung des Musculus deltoideus, einschließlich seiner Sensorik, die sich im Versorgungsgebiet des Nervus axillaris befindet, zu legen (42). Anschließend wird die Funktionalität des Schultergelenks überprüft (42, 79). Danach folgen die Instabilitätstests. Dabei handelt es sich um Provokationstests, die eine pathologische symptomatische Translation des Gelenkes auslösen (42). Das Vorliegen einer vorderen Schulterinstabilität kann durch den Apprehension-Test (Abb. 22, Kapitel 2.3.2.1), den Relokationstest und den Surprise-Test (Abb. 23, Kapitel 2.3.2.2) abgeklärt werden (11, 24, 42, 101, 104).

Der Apprehension-Test wurde von Rowe et al. im Jahre 1981 in sitzender und liegender Körperposition des Patienten bei 90° abduziertem und außenrotiertem Arm beschrieben (101). Mit diesem Test wird untersucht, ob bei einer vorliegenden anterioren Schulterinstabilität Abwehr- und Vermeidungsverhalten auftritt. Dieses ist dann zu beobachten, wenn der Patient in der sogenannten Wurfarmposition die betroffene Schulter nicht mehr stabilisieren kann (24). Der Humeruskopf wird bei 90° abduziertem und außenrotiertem Arm durch leichten Daumendruck des Untersuchenden von dorsal nach ventral gedrückt (Abb. 22) (24, 101). Es sollte parallel zum Glenoid gedrückt werden, um eine größtmögliche ventrale Translation zu erreichen (24). Der Apprehension-Test ist dann positiv, wenn der Patient diese Armposition nicht toleriert oder er das Empfinden hat, dass seine Schulter luxieren würde (24). Schmerzen allein sollten nicht als positives Testergebnis interpretiert werden. Der Test sollte immer langsam durchgeführt werden, da es zu einer Luxation der Schulter kommen könnte (24, 101). Beim Relokationstest nach Jobe besteht das Prinzip darin, den Humeruskopf

der betroffenen Schulter zu stabilisieren bzw. zu reponieren, um dem Patienten ein sicheres Gefühl zu geben und gegebenenfalls Schmerzen in der Schulter zu reduzieren (24). Beim Relokationstest wird der Arm des sich in Rückenlage befindlichen Patienten in 90° Abduktionsstellung gebracht und langsam nach außen rotiert (Abb. 23) (24). Der Test ist dann positiv, wenn der Humeruskopf der betroffenen Schulter in der Pfanne durch den Druck des Untersuchenden von ventral nach dorsal zentriert wird und der Patient weniger Schmerzen und ein geringeres Unsicherheitsgefühl hat (24). In der Folge ist eine größere Außenrotation nach der Neutral-Null-Methode möglich (24).

Zur Evaluation einer möglichen Hyperlaxität wird auf das Vorliegen des sogenannten Sulkuszeichens geachtet und der Hyperabduktionstest nach Gagey angewendet (Abb. 24 und 25 im Kapitel 2.3.3.1 und 2.3.3.2) (11, 104). Liegt eine Hyperlaxität beim Sulkuszeichen vor, so ist diese lateral des Schulterdaches (Akromion) durch eine Rinne (Sulcus) zu beobachten (Abb. 24) (39). Die Tiefe dieser Rinne wird in Zentimetern gemessen und nach Altchek in drei Grade unterteilt: Grad 0 = 0–1 cm, Grad 1 = 1–2 cm und Grad 2 >2 cm (2, 14). Mit dem Hyperabduktionstest nach Gagey wird eine Hyperlaxität des inferioren Kapsel-Band-Apparates nachgewiesen (27). Ein positives Ergebnis liegt dann vor, wenn die Abduktion des Armes mehr als 105° beträgt (24, 27).

Um Begleitverletzungen am Musculus supraspinatus (SSP), Musculus infraspinatus (ISP) sowie Musculus teres minor (TM) der Rotatorenmanschette zu diagnostizieren, kann der Jobe-Test (SSP-Test) sowie das Außenrotations-Lag-Zeichen (ARO-Lag-Zeichen) durchgeführt werden (24, 42).

Die Integritätsprüfung des Musculus subscapularis (SSC) der Rotatorenmanschette kann mittels Belly-press-Test, Belly-off-Zeichen, Lift-off-Test sowie Innenrotations-Lag-Zeichen (IRO-Lag-Zeichen) durchgeführt werden (Abb. 26, 27, 28 und 29 in Kapitel 2.3.4.1, 2.3.4.2, 2.3.4.3 und 2.3.4.4) (24, 42).

Wie von Gerber et al. beschrieben, drückt der Patient beim Belly-press-Test mit flachen Händen auf seinen Bauch und versucht, seine Arme in maximaler Innenrotation zu halten (Abb. 26) (24, 31, 47, 71). Die Endstellung des Handgelenks in Flexion wird mit dem Goniometer gemessen (31, 71). Von einer kompletten Ruptur der Sehne des Musculus subscapularis muss bei einer Flexionsstellung von 90° im Handgelenk ausgegangen werden (47). Auf eine Ruptur im Bereich der oberen zwei Drittel der Sehne des Musculus subscapularis deutet eine Flexion des Handgelenks mit einer Stellung von 30–60° hin (47). Ein negatives Ergebnis des Tests kann jedoch eine

Ruptur, besonders der kranialen Sehne des Musculus subscapularis, nicht ganz ausschließen (47).

Beim Belly-off-Zeichen wird der betroffene Arm des Patienten vom Untersuchenden passiv in eine Flexion und Innenrotation gebracht (24). Die eine Hand des Untersuchenden platziert die gestreckte Hand des Patienten auf dessen Bauch und die andere Hand unterstützt den Ellenbogen des Patienten (Abb. 27). Dann wird der Patient aufgefordert, diese Armposition zu halten (24). Wenn es ihm nicht gelingt, lässt sich ein Abheben vom Bauch oder ein Abknicken im Handgelenk erkennen, was als positives Ergebnis des Tests und als Hinweis auf eine Ruptur des Musculus subscapularis interpretiert wird (Abb. 27) (24).

Bei der Durchführung des Lift-off-Tests wird der Arm des Patienten vom Untersucher in Innenrotation auf dessen Rücken geführt und mit dem Handrücken vor den Bereich der mittleren Lendenwirbelsäule gebracht (Abb. 28). Anschließend wird der Patient aufgefordert, seine Hand vom Rücken abzuheben (24). Dieser Test fällt positiv aus, wenn der Patient nicht in der Lage ist, diese Bewegung auszuführen (24). Durch aufgebrachtem Widerstand des Untersuchers gegen die Hand des Patienten, kann somit die isometrische Kraft des Musculus subscapularis geprüft werden (24).

Die Überprüfung der Funktion des Musculus subscapularis durch das Innenrotations-Lag-Zeichen (IRO-Lag-Zeichen) erfolgt in maximaler Innenrotation, wobei der Arm des Patienten vom Bereich der mittleren Lendenwirbelsäule weggeführt wird (Abb. 29) (24). Bei einer Insuffizienz des Musculus subscapularis kann die Hand des Patienten nicht in der maximalen Innenrotation gehalten werden und die Hand fällt auf den mittleren Bereich der Lendenwirbelsäule zurück (IRO-Lag) (Abb. 29) (24). Durch das Beobachten eines Zurückfallens können Rupturen der kranialen Anteile der Sehne des Musculus subscapularis diagnostiziert werden (24). Nach Hertel et al. korrelieren das Ausmaß des Zurückfallens der Hand direkt mit dem Ausmaß der Ruptur der Sehne des Musculus subscapularis (24, 47).

Die klinische Diagnostik wird stets im Vergleich mit der kontralateralen Seite durchgeführt.

1.6.3 Radiologische Diagnostik

Basis der radiologischen Diagnostik sind konventionelle Röntgenaufnahmen. Die Röntgendiagnostik im Akutfall sollte mindestens in zwei Ebenen durchgeführt werden (45). In der aktuellen Literatur wird eine True-a.-p.-Aufnahme (Schultergelenk transglenoidal), Y-Aufnahme (Scapula tangential, „y-view“) und eine axiale Aufnahme empfohlen (Abbildung 7, 8 und 9) (39, 42). Die axiale Röntgenaufnahme ist zum Ausschluss der dorsalen Schulterluxation unerlässlich (Abb. 9). Diese Aufnahme wird jedoch aufgrund der Schmerzhaftigkeit vom Patienten häufig schlecht toleriert (39, 42).



Abb. 7: True-a.-p.-Aufnahme; Luxation der linken Schulter nach anteroinferior (39)



Abb. 8: Y-Aufnahme; Bestätigung der Luxation nach anteroinferior (39)



Abb. 9: Axiale Aufnahme der Schulter (46)

Bei der True-a.-p.-Aufnahme können neben der Luxationsstellung auch eventuelle Frakturen des unteren Pfannenrands durch Unterbrechung der Sklerosierungslinie erkannt werden (Abb. 7) (42). Die Y-Aufnahme dient der Sicherstellung der korrekten Position des Humeruskopfes (Abb. 8) (42). Bei einer akuten Schulterluxation kann alternativ eine Velpeau-Aufnahme angefertigt werden, wenn eine axiale Aufnahme beim Patienten schmerzbedingt nicht möglich ist (42). Röntgenologisch wird eine sogenannte Instabilitätsserie bei rezidivierenden Schulterluxationen (chronische Instabilitäten) durchgeführt, um den glenohumeralen Gelenkspalt, die Luxationsrichtung des Humeruskopfes sowie Pfannen- und Hill-Sachs-Defekte zu erkennen (42). Zu dieser Serie gehört die True-a.-p.-, die Y- und die axiale Aufnahme sowie die Stryker- und die Bernageau-Aufnahme (42). Die Bernageau-Aufnahme (Pfannenprofilaufnahme mit überlagerungsfreier Darstellung des anteroinferioren Pfannenrands) kann Pfannenranddefekte im Seitenvergleich aufweisen (42).

Die Sonographie ist darüber hinaus ein kostengünstiges, schnelles und effizientes Verfahren, um Begleitläsionen der Muskeln der Rotatorenmanschette zu entdecken oder auszuschließen (21, 39, 42, 48). Die schnittbildgebende Magnetresonanztomographie (MRT) stellt heute den Goldstandard bei der Diagnostik der Schulterinstabilität dar (39, 42). Die Arthro-Magnetresonanztomographie (Arthro-MRT) mit intraartikulärer Gabe gadoliniumhaltigen Kontrastmittels wird bei einer länger als 14 Tage zurückliegenden Luxation durchgeführt (39, 42). Durch die MRT können Labrumschädigungen und Rotatorenmanschettenrupturen nachgewiesen werden (42). Die Computertomographie (CT) hingegen ist bei rezidivierenden Schultergelenkinstabilitäten und bei Schultergelenkluxationsfrakturen indiziert (39, 42). Die dreidimensionale Darstellung (3-D: dreidimensional) des Glenoids bei knöchernen Pfannen-

randdefekten erlaubt eine exakte Beurteilung der Defektgröße und dient als Hilfestellung bei der präoperativen Therapieplanung (19, 39). Hier wird der Glenoidindex nach Chuang et al. erhoben (Abb. 10) (19).

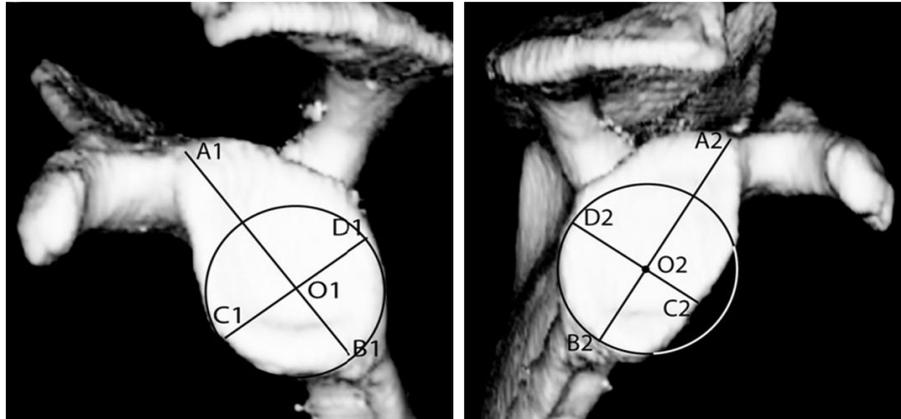


Abb. 10: Glenoidindex nach Chuang et al. (19)

Dieser dient der Bewertung eines signifikanten Defektes des Glenoids (19). Der Glenoidindex nach Chuang et al. basiert auf dem intraindividuellen Vergleich des defekten Glenoids mit der gesunden Schulter (19).

Eine aktuelle Methode zur Quantifizierung von Glenoiddefekten stellt die Pico-Oberflächen-Messtechnik dar mittels einer speziellen Software. Diese Methode wird verwendet, um den Prozentsatz vom Knochenverlust des Glenoid zu berechnen (8).

1.7 Therapie der Schulterinstabilität

Bei der Therapie der akuten Schulterinstabilität ist ein bestimmter Algorithmus obligat. An erster Stelle steht die Anamnese, um einen Hinweis auf die Luxationsrichtung zu bekommen (39, 42). Des Weiteren ist eine klinische Untersuchung des neurovaskulären Status prae und post repositionem durchzuführen. Ein Repositionsversuch am Unfallort sollte nur durch einen erfahrenen und routinierten Helfer oder Arzt vorgenommen werden, um weiteren Schäden vorzubeugen (43). Die Reposition sollte so bald wie möglich nach der Luxation erfolgen, da sie so erfolgreicher und schonender für den Patienten ist (97). Zwei bis vier Stunden posttraumatisch ist die Reposition bereits erschwert und die Weichteilschäden nehmen mit zunehmender Dauer der Luxationsstellung zu (97). In der Klinik erfolgt nach Röntgendiagnostik die Reposition in

Analgesedierung oder Kurznarkose. Vor der Manipulation wird der Patient stets über das Vorgehen informiert. Prinzipiell wird die Reposition in Extension im Schultergelenk und Flexion im Ellenbogengelenk durchgeführt (43, 60). Es sollten dabei langsame und keine ruckartigen Bewegungen durchgeführt werden (43, 60). Bei Schmerzen oder einem vorhandenen Repositionshindernis sollte die Reposition abgebrochen werden (43, 60).

Die bekannte Repositionstechnik nach Hippokrates wird aufgrund der schmerzhaften Vorgehensweise immer seltener verwendet (43, 60, 123). Bei der Vorgehensweise nach Hippokrates übt der Arzt Zug auf den gestreckten Arm aus, während er den eigenen Fuß als Widerlager in der Achsel des Patienten platziert (43, 60, 123). Bei dieser Repositionsmethode muss gegebenenfalls minutenlang gezogen werden, bis die Muskulatur des Patienten ermüdet (43, 60, 123).

Die schonendere Reposition nach Stimson ist weit verbreitet (43, 60, 83, 111). Dabei befindet sich der Patient auf einer hohen Liege in Bauchlage und der betroffene Arm hängt herunter (43, 60, 83, 111). Es erfolgt eine Reposition unter Extension am Handgelenk in Verbindung mit einer Skapulamanipulation unter gleichzeitiger Rotation und Zug am Arm (43, 60, 111). Die Erfolgsquote dieser Technik ohne begleitende Anästhesie oder Analgesie liegt beim ersten Versuch bei 90,2% und beim zweiten Versuch bei 100% (36, 43, 60, 83, 111).

Ein schonendes und kontrolliertes Verfahren bietet die Repositionstechnik nach Matsen (5, 43, 60, 111). Der Patient liegt auf dem Rücken und der Ellenbogen wird 90° flektiert. Es wird ein gleichmäßiger Zug am Arm des Patienten vorgenommen. Ein konstanter Gegenzug wird durch einen Gurt, der unter der Axilla und dem Oberkörper des Patienten durchgeführt wurde, aufgebaut. Es folgt eine langsame Rotationsbewegung des Armes aus Innenrotation in Außenrotation (3, 5, 43).

Eine Alternativmethode ist die Reposition nach Arlt (43, 122, 123). Dabei wird der hängende Arm des sitzenden Patienten über die Stuhllehne gelegt, der Ellenbogen wird 90° flektiert und es wird eine langsame Traktion ausgeübt (43, 122, 123).

Eine Selbstreposition eignet sich vor allem bei jüngeren Patienten mit rezidivierenden Schulterinstabilitäten (43). Bei der Selbstreposition umgreift der sitzende Patient mit beiden Armen das flektierte ipsilaterale Bein und übt über das Zurücklehnen des Oberkörpers eine Traktion im leicht innenrotierten Schultergelenk aus. Nach der radiologischen Repositionskontrolle sollte die Integrität der Muskeln der

Rotatorenmanschette klinisch (wegen Schmerzhaftigkeit schwierig zu beurteilen) und gegebenenfalls zusätzlich radiologisch überprüft werden (43).

1.7.1 Konservative Therapie

Die Immobilisation des Schultergelenks stellt einen wichtigen Bestandteil in der konservativen Therapie der anteroinferioren Schulterinstabilität dar. Die Ruhigstellung post repositionem in Innenrotation ist seit langer Zeit etabliert. Dabei scheint die Dauer der Immobilisation keinen Einfluss auf die Rezidivrate zu haben, sodass eine kurze, schmerzadaptierte Ruhigstellung, gefolgt von einem frühfunktionellen Nachbehandlungsschema, empfohlen wird (52, 60). Ergebnisse bezüglich der Immobilisation in Außenrotation zeigen z. T. günstigere Relaxationsraten bei der konservativen Therapie von Schulterinstabilitäten (57, 60). So konnten Itoi et al. nachweisen, dass sich der ventrale Labrum-Kapsel-Band-Apparat mit einer zunehmenden Außenrotation ab 0° straffer an das Glenoid anlegt und somit eine stabilere und bessere anatomische Ausheilung begünstigt (Abb. 11) (57, 60). Somit wurde postuliert, dass eine Außenrotationsruhimstellung der konventionellen Immobilisation in Innenrotation überlegen sei (57, 60).

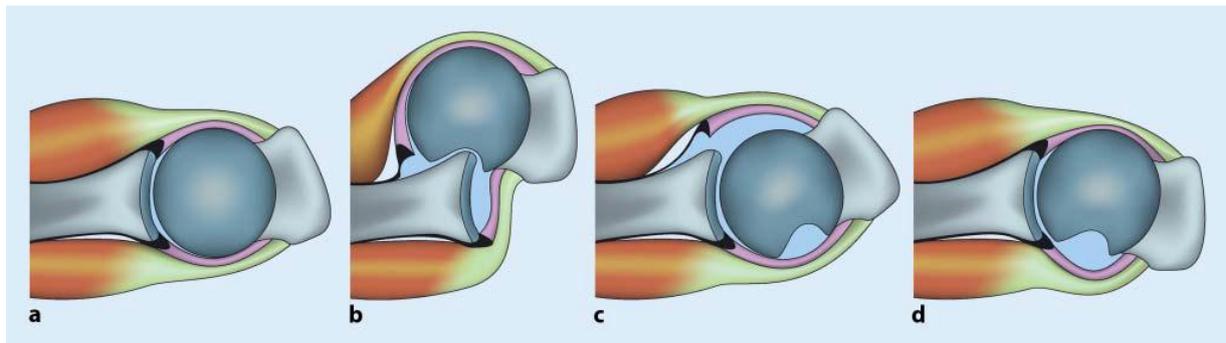


Abb. 11: Darstellung eines normalen Schultergelenks, nach Luxation sowie nach Immobilisation in Außen- und Innenrotation (108)

a) normales Schultergelenk

b) traumatische Erstluxation mit Labrum-Ligament-Läsion

c) Ruhigstellung des Schultergelenks in Innenrotation

d) Lateralisierung und Reposition des Labrum-Ligament-Komplexes auf den Glenoidrand durch Anspannung der ventralen Kapsel und des Musculus subscapularis in Außenrotationsruhistellung

Auch die postoperative Ruhigstellung nach arthroskopischer Schulterstabilisierung in Außenrotation wird aktuell neu überdacht. Eigene Ergebnisse der postoperativen Immobilisation in Innen- vs. Außenrotation nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung konnten weder hinsichtlich der Bewegungsumfänge, der klinischen und der subjektiven Stabilität noch im Hinblick auf die schulterspezifischen Scores einen signifikanten Unterschied nachweisen (siehe Publikationsliste).

Die Indikationen zur konservativen Therapie sind abhängig vom Alter des Patienten, von der Anzahl der Luxationen, von den Begleitverletzungen nach traumatischer Erstluxation und vom funktionellen Anspruch des Patienten (36, 43). Indiziert ist die konservative Therapie bei Kindern mit meist atraumatischen Luxationen, bei Jugendlichen und bei Patienten im Alter zwischen 18 und 30 Jahren, wenn einer oder mehrere der folgenden Faktoren vorliegen: kein Hill-Sachs-Defekt, keine knöcherne Bankart-Läsion, kein adäquates Trauma, kein sportlicher Anspruch des Patienten, eine begleitende Kapsellaxität, eine begleitende Nervus-axillaris-Schädigung und/oder eine muskuläre willkürliche/unwillkürliche Dysbalance (36, 43). Auch bei Patienten im Alter von über 30 Jahren (ohne knöcherne Bankart-Läsion) und bei Patienten mit einem Alter über 40 Jahre (ohne Rotatorenmanschettenläsionen) ist dieses Vorgehen indiziert (Tab. 5) (36, 43).

Tab. 5: Indikationen zur konservativen Therapie der Schulterinstabilität (36, 43)

Kinder (meist atraumatische Luxationen)	
Jugendliche mit offenen Epiphysenfugen	
Patienten im Alter zwischen 18 und 30 Jahren, wenn einer oder mehrere der nebenstehenden Faktoren vorliegen:	ohne knöcherner Bankart-Läsion, ohne adäquates Trauma, ohne sportlichen Anspruch, mit begleitender Kapsellaxität, ohne Hill-Sachs-Defekt, mit begleitender Nervus-axillaris- Schädigung, mit muskulär willkürlicher/unwillkürlicher Dysbalance
Im Alter über 30 Jahre ohne knöcherner Bankart-Fraktur	
Im Alter über 40 Jahre ohne Rotatorenmanschettenruptur oder Bankart-Fraktur	

Aufgrund der hohen Rezidivgefahr (bei der konservativen Therapie) bei jungen Patienten im Alter zwischen 16 und 30 Jahren geht die Tendenz bereits nach der Primärluxation der Schulter zur operativen Therapie (4, 9, 10, 61, 72, 73, 98).

1.7.2 Operative Therapie

Zu den Operationsindikationen gehören irreponierte Luxationen mit interponiertem Weichteilschaden, knöcherner Bankart-Läsionen jenseits des kritischen Wertes von einem Fünftel der kaudalen Glenoidfläche, eine mehr als 5 mm dislozierte Tuberculum-majus-Fraktur, eine Ruptur der Musculus-subscapularis-Sehne, eine begleitende Rotatorenmanschettenruptur bei älteren Patienten sowie instabile Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes im Sinne einer Luxationsfraktur sowie Terrible-Triad-Verletzungen (Tab. 6) (43, 60). Zu den relativen Operationsindikationen zählen Patienten im Alter zwischen 16 und 30 Jahren mit hohem Funktionsanspruch, einem adäquaten Trauma ohne Selbstreposition, einer Bankart- und Hill-Sachs-Läsion, mit Ausschluss einer Hyperlaxität und guter Patientencompliance (Tab. 6) (43, 60). In der Literatur werden Relaxationsraten von 79–94% nach konservativer Therapie angegeben, die schließlich chirurgisch versorgt werden müssen (43, 60, 91, 99).

Tab. 6: Operationsindikationen im Rahmen einer traumatischen Erstluxation der Schulter (43, 60)

Absolute Operationsindikation:	irreponierbare Luxationen mit interponiertem Weichteilgewebe
	knöcherner Bankart-Läsion jenseits des Wertes von 1/5 der kaudalen Glenoidfläche (d. h. größer als 15 mm Länge und 5 mm Breite)
	mehr als 5 mm dislozierte Fraktur des Tuberculum majus
	begleitende Ruptur der Musculus-subscapularis-Sehne
	begleitende Rotatorenmanschettenruptur beim älteren Patienten
	begleitende instabile Mehrfragmentfraktur des Humeruskopfes im Sinne einer Luxationsfraktur, Terrible-Triad-Verletzungen
Relative Operationsindikation:	Alter zwischen 16 und 30 Jahren
	hoher Funktionsanspruch
	adäquates Trauma ohne Selbstreposition
	Bankart- und Hill-Sachs-Läsion
	Ausschluss einer Hyperlaxität
	gute Compliance

Bei der Wahl des Operationsverfahrens wurde die früher offene Schultergelenksstabilisierung inzwischen zunehmend von der arthroskopischen Schultergelenksstabilisierung abgelöst (10, 29, 60, 103). Die arthroskopische Schultergelenksstabilisierung liefert im Vergleich mit der offenen Technik ähnliche funktionelle Ergebnisse bei jedoch geringerer Zugangsmorbidität des Musculus subscapularis der Rotatorenmanschette, schnellerer Rehabilitation und besserem kosmetischen Ergebnis (10, 29, 60, 103). Aufgrund dieser Vorteile, in Kombination mit den in den letzten Jahren verbesserten arthroskopischen Verfahren sowie den verwendeten Implantaten, favorisieren die meisten Operateure die arthroskopische Schultergelenksstabilisierung (70, 76, 91, 117). Es wurden verschiedene arthroskopische Techniken von der Staple-Technik über transglenoidale Nahttechniken mit Kapselraffung bis hin zu Anker-techniken entwickelt (91). Auch die Ankertechniken befinden sich in einer stetigen Weiterentwicklung (91).

Knöcherner Defekte des Glenoids <25% der Glenoidfläche können arthroskopisch versorgt werden (93). Knöcherner Defekte >25% der Glenoidfläche und im Hill-Sachs-Defekt eingehakte Luxationen, die zu einem großen knöchernen Defekt am Humeruskopf führen, bedürfen einer Knochenaugmentation in Form eines Korakoidtransfers oder einer Beckenkammspanplastik (93). Diese Defekte können arthroskopisch oder offen rekonstruiert werden (106).

1.7.2.1 Operative Stabilisierung mittels Fadenanker

Der ursprüngliche Fadenanker wurde von der Firma Mitek (Norwood, MA, USA) Ende der 80er Jahre des vorangegangenen Jahrhunderts entwickelt (94). Viele Hersteller veränderten und verbesserten die Implantate, sodass ein großes Angebot zur Verfügung steht (94). Die Fadenankertechnik bietet viele Vorteile: auf die Anlage von Knochenkanälen kann verzichtet werden, wie sie bei der transglenoidalen Naht gesetzt werden müssen, die Operationszeit wird verkürzt, das Operationstrauma wird minimiert und durch die arthroskopische Einbringung der Anker entstehen weniger Weichteilschäden als bei den offenen operativen Techniken (94). So wird der postoperative Schmerz minimiert (94). Nachteile der Fadenanker können potenzielle Knorpelschäden sein, durch zu tangenciales oder oberflächliches Einbringen (94).

Die Fixierung des Labrum glenoidale erfolgte zunächst über Metallanker, die über eine Nahtzange durch das Labrum in das Glenoid eingebohrt wurden (3). Die Metallanker wurden im Laufe der Weiterentwicklung dieser Technik von Kunststoff oder bioresorbierbaren Ankern abgelöst, die je nach Beschaffenheit nach sechs Monaten bis zwei Jahren resorbiert und durch Knochen ersetzt werden (Abb. 13) (3, 94). Die in dieser Studie verwendeten Bio-Fastak[®]-Fadenanker stammen von der Firma Arthrex.

1.7.2.2 Operative Stabilisierung mittels knotenfreier Anker

Im nächsten Entwicklungsschritt kamen knotenfreie Anker auf den Markt, die in den letzten Jahren zunehmend bei der arthroskopischen Schulterstabilisierung Verwendung fanden (3, 94). Der von der Firma Arthrex entwickelte PushLock[®]-Anker ist in mehreren Variationen erhältlich: der nicht resorbierbare PEEK-PushLock[®]-Anker (bestehend aus PEEK: Polyetheretherketone), der BioComposite-PushLock[®]-Anker (bestehend aus 85% PLLA (PLLA: Milchsäureketten) und 15% Trikalziumphosphat) sowie der Bio-PushLock[®]-Anker (bestehend aus PLDLA (Poly-L-Lactid-co-D-Säure)). Bei diesen Ankern werden die Fäden durch die Öse des knotenfreien Ankers gezogen und der Anker wird unter Anspannung der Fäden im Bohrloch versenkt (Abb. 14) (3). Die vermuteten Vorteile der knotenfreien Anker gegenüber den Fadenankern sind, dass die knotenfreien Ankersysteme technisch einfacher zu handhaben sind, sowie, dass die

Technik zeitsparender und knorpelschonender ist aufgrund des fehlenden Knotenkonvoluts (3,94).

1.8 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Studie war es, das postoperative klinische und radiologische Outcome nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung mittels Fadenankersystem versus (vs.) knotenfreiem Ankersystem zu evaluieren und hinsichtlich der Bewegungsumfänge, der Stabilität, der Arthrosegrade und der spezifischen Schulterfunktionsscores zu vergleichen und statistisch auszuwerten.

2. Patienten und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Es wurden 54 konsekutive Patienten mit einer anteroinferioren Schulterinstabilität und geplanter arthroskopischer Schulterstabilisierung an der Charité – Universitätsmedizin Berlin, in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie (Campus Virchow-Klinikum – Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie), einbezogen. Es wurden 27 Patienten mittels einfach-beladener Fadenanker (Gruppe I: Bio-Fastak[®]-Fadenanker, Arthrex Inc., Naples, Florida, USA) und 27 Patienten mittels knotenfreier Ankersysteme (Gruppe II: n=15, PEEK-PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, Florida, USA und n=12 BioComposite-PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, Florida, USA) chirurgisch versorgt. Alle 54 Patienten wurden nach dem Eingriff telefonisch kontaktiert und gebeten, persönlich an einer Nachuntersuchung teilzunehmen. Insgesamt sind 52 Patienten zur Nachuntersuchung erschienen. Die zwei verbliebenen Patienten, die aufgrund der örtlichen Entfernung oder wegen Zeitmangels nicht erscheinen und nachuntersucht werden konnten, gaben telefonisch eine subjektive Zufriedenheit und Stabilität der operierten Schulter an.

Zu den präoperativen Einschlusskriterien zählte die geplante anteroinferiore Schulterstabilisierung, die Typ B2 Instabilität nach Gerber (traumatisch unidirektional ohne Hyperlaxität), die Typ B3 Instabilität nach Gerber (traumatisch unidirektional mit Hyperlaxität), die Compliance des Patienten sowie deren schriftliche Einverständniserklärung. Zum Ausschluss von dieser Studie führten hintere und multidirektionale Instabilitäten, Revisionseingriffe, Typ B1-, Typ B4-, Typ B5- und Typ B6 Instabilitäten nach Gerber sowie Luxationsfrakturen, einschließlich Tuberculum-majus-Frakturen.

Das Patientenkollektiv wurde retrospektiv nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung hinsichtlich der Operationstechnik gegenübergestellt und im Hinblick auf das Alter (+/- 3 Jahre) und dem Nachuntersuchungszeitraum (FU: +/- 6 Monate) gematcht.

Von den 52 nachuntersuchten Patienten wiesen 36 eine Typ B2- und 16 Patienten eine Typ B3 Instabilität nach Gerber auf (Tab. 7). Die 36 Patienten (69%), die eine Typ B2 Instabilität nach Gerber aufwiesen, teilten sich wie folgt auf: 17 Patienten (47,2%) befanden sich in Gruppe II und 19 Patienten (53%) in Gruppe I. Die 16 Patienten (31%) mit einer Typ B3 Instabilität nach Gerber verteilten sich wie folgt: 9 Patienten (56%)

befanden sich in Gruppe II und 7 Patienten (44%) in Gruppe I (Tab. 7).

Das Durchschnittsalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation bei 26,8 Jahren und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 31,8 Jahren. In dem Patientenkollektiv waren 24 Patienten unter 30 Jahre, 19 Patienten zwischen 30 und 39 Jahre und 11 Patienten über 40 Jahre alt (Abb. 12).

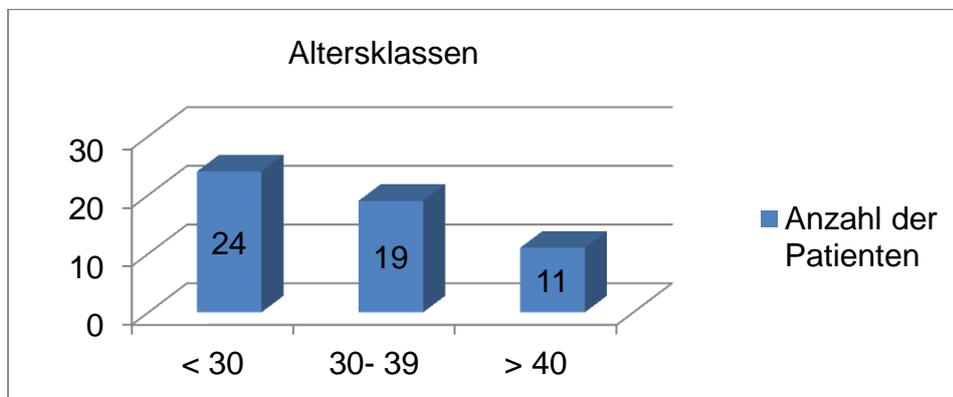


Abb. 12: Verteilung der Patienten nach Altersklassen

Der Nachuntersuchungszeitraum (FU: Follow-up) lag im Durchschnitt bei 25,6 Monaten postoperativ.

Die meisten Patienten waren männlich (n=41), die Anzahl der weiblichen Patienten betrug 11. Die 41 männlichen Patienten verteilten sich mit 46% (n=19) in Gruppe II und mit 54% (n=22) in Gruppe I. 64% der weiblichen Patienten (n=7) befanden sich in Gruppe II und 36% (n=4) in Gruppe I (Tab. 7).

Die Ursache der primären Luxation war bei 51 Patienten traumatisch bedingt. Lediglich 1 Patient wies eine atraumatische Primärluxation auf.

In Gruppe I wiesen praeoperativ 14 Patienten eine ALPSA-Läsion (ALPSA: anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion), 9 Patienten eine klassische Bankart-Läsion, 2 Patienten eine Bankart-Läsion begleitend mit einer SLAP-Läsion (SLAP: superior labrum anterior and posterior) sowie 1 Patient eine Bankart-Läsion in Kombination mit einer HAGL-Läsion (HAGL: humeral avulsion of glenohumeral ligament) auf (Tab. 7).

Im Kollektiv der Gruppe II zeigten 17 Patienten praeoperativ eine ALPSA-Läsion, 7 Patienten eine klassische Bankart-Läsion und 2 Patienten eine Bankart-Läsion kombiniert mit einer SLAP-Läsion (Tab. 7).

Tab. 7: Patientenkollektiv

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
Patientenanzahl	26	26	p>0,05
männliche Patienten	22	19	p>0,05
weibliche Patienten	4	7	
Typ B2 Instabilität nach Gerber	19	17	p>0,05
Typ B3 Instabilität nach Gerber	7	9	
Alter zur Operation in Jahren	28	25,5	p>0,05
Alter zur Nachuntersuchung in Jahren	31	32,8	p>0,05
FU in Monaten	24,6	26,8	p>0,05
ALPSA-Läsion	14	17	p>0,05
Bankart-Läsion	9	7	
Bankart-Läsion + SLAP-Läsion	2	2	
Bankart-Läsion + HAGL-Läsion	1	0	

Postoperativ wurden bei den Patienten die Bewegungsumfänge, die Stabilität mittels Apprehension-Test und Relokationstest, die Laxität mittels des Sulkuszeichens und der Hyperabduktionstest nach Gagey erfasst. Darüber hinaus wurde die Integrität des Musculus subscapularis mittels Belly-press-Test, Belly-off-Zeichen, Lift-off-Test und Innenrotations-Lag-Zeichen (IRO-Lag-Zeichen) untersucht sowie die schulter-spezifischen Schulterfunktionsscores und der Arthrosegrad bestimmt.

2.2 Operationsverfahren

Es wurden 27 Patienten mit einfach-beladenen Fadenankern (Gruppe I) und 27 Patienten mit zwei verschiedenen knotenfreien Ankern (Gruppe II) versorgt. Bei den Betroffenen der Gruppe I wurden Bio-Fastak[®]-Fadenanker (Fa. Arthrex) mit Fixation mittels Matratzennaht verwendet (Abb. 13).

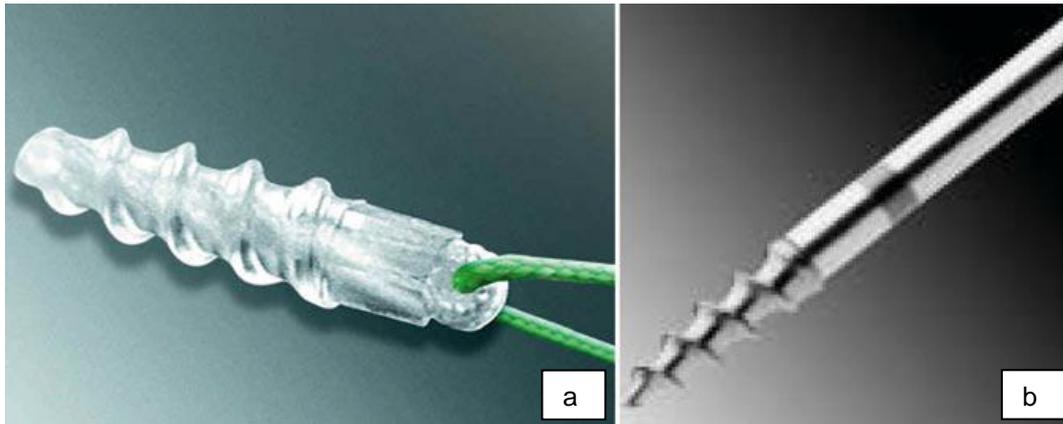


Abb. 13: Fastak[®]-Fadenanker der Firma Arthrex (91)

a) Bio-Fastak[®]-Fadenanker (Fa. Arthrex)

b) Titan-Fastak[®]-Fadenanker (Fa. Arthrex)

Die Patienten der Gruppe II erhielten in n=15 Fällen einen PEEK-PushLock[®]-Anker (Arthrex Inc.) und in n=12 Fällen einen BioComposite-Pushlock[®]-Anker (Arthrex Inc.) (Abb. 14). BioComposite-PushLock[®]-Anker werden nach ca. 18 Monaten vom Körper resorbiert und die PEEK-PushLock[®]-Anker werden nicht resorbiert und verbleiben in situ (3, 91, 94).

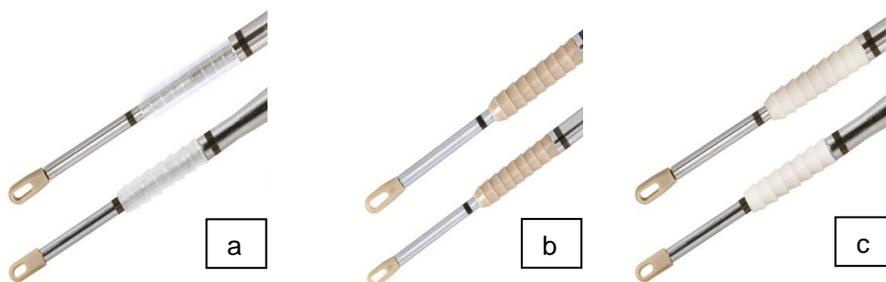


Abb. 14: knotenfreie Ankersysteme (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex) (131)

a) Bio-PushLock[®]-Anker

b) PEEK-PushLock[®]-Anker

c) BioComposite-PushLock[®]-Anker

Die Operation erfolgte in Intubationsnarkose, wobei der Patient seitlich gelagert war. Der zu operierende Arm war im Doppelarmzughalter ausgelagert. Der Vorteil dieser Position besteht darin, dass der Humeruskopf vom Glenoid trahiert und sich auf diese Weise der intraartikuläre Raum vergrößert. Nach dem Abwaschen, Desinfizieren und Abdecken mit einem sterilen OP-Tuch wurden die knöchernen Landmarken wie

Acromion, Spina scapulae, Clavicula, Coracoid und das Akromioklaviculargelenk (ACG) angezeichnet. Anschließend wurde eine Kamera über das dorsale Portal eingebracht, um eine diagnostische Arthroskopie durchzuführen und gegebenenfalls Begleitverletzungen zu diagnostizieren. Nach der Anlage eines anteroinferioren und eines anterosuperioren (über dem Musculus subscapularis) Portals wurde die Optik (Kamera) nach anterosuperior umgesteckt und zwei transparente Twist-in-Kanülen in das ventrale und dorsale Portal eingedreht.

2.2.1 Operative Stabilisierung mittels Fadenanker

Im weiteren Verlauf wurde die Kapsel-Labrum-Läsion am vorderen Pfannenrand mobilisiert und der anteriore Glenoidrand mit einem Shaver knöchern angefrischt (Abb. 15). Nach Einbringung des Fadenankers auf der 6:00-Uhr-Position im anteroinferioren Glenoid, wurde das mobilisierte Labrum perforiert, die Fäden hindurchgezogen und anschließend die Kapsel-Labrum-Läsion mit einer Matratzennaht am Glenoid refixiert (Abb. 15). In gleicher Art und Weise wurden daraufhin drei weitere Bio-Fastak[®]-Fadenanker auf der 4:30-, 3:00- und 1:30-Uhr-Position eingebracht und der Kapsel-Labrum-Komplex mit der oben beschriebenen Technik stabil am Limbus refixiert.

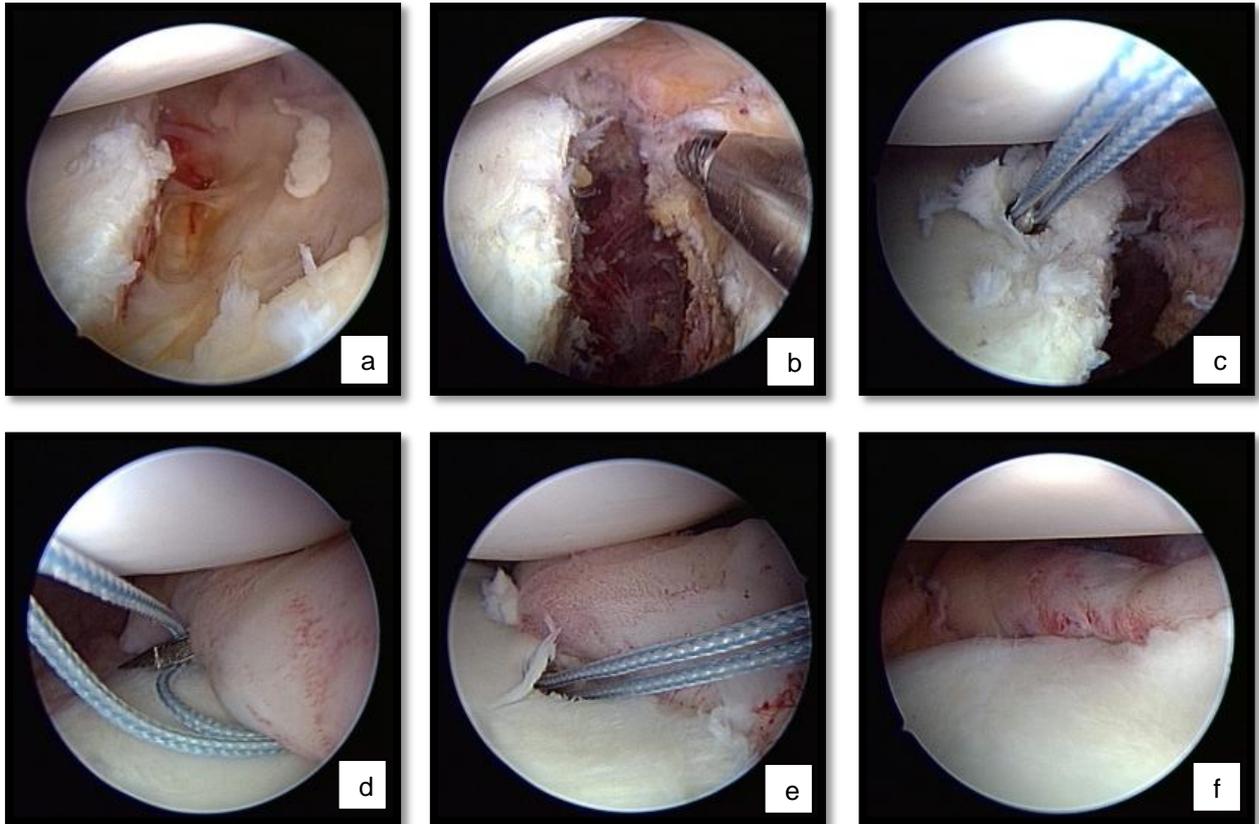


Abb. 15: Darstellung der operativen Versorgung mittels Fadenanker (Fastak[®], Fa. Arthrex)

(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)

- a) Kapsel-Labrum-Läsion eines linken Schultergelenks
- b) Mobilisation der Kapsel-Labrum-Läsion und knöchernes Anfrischen des anterioren Glenoids mit einem Shaver
- c) Einbringen des Fadenankers auf der 6:00-Uhr-Position des Glenoids
- d) Perforation des mobilisierten Labrums
- e–f) Shutteln der Fäden und anschließende Matratzennaht, Refixation des Kapsel-Labrum-Komplexes am Glenoid

2.2.2 Operative Stabilisierung mittels knotenfreier Anker

Die Kapsel-Labrum-Läsion wurde vom Pfannenrand des Glenoids mobilisiert und das Glenoid mit einem Shaver angefrischt (Abb. 16). Anschließend konnte der defekte Kapsel-Labrum-Komplex adäquat reponiert werden (Abb. 16).

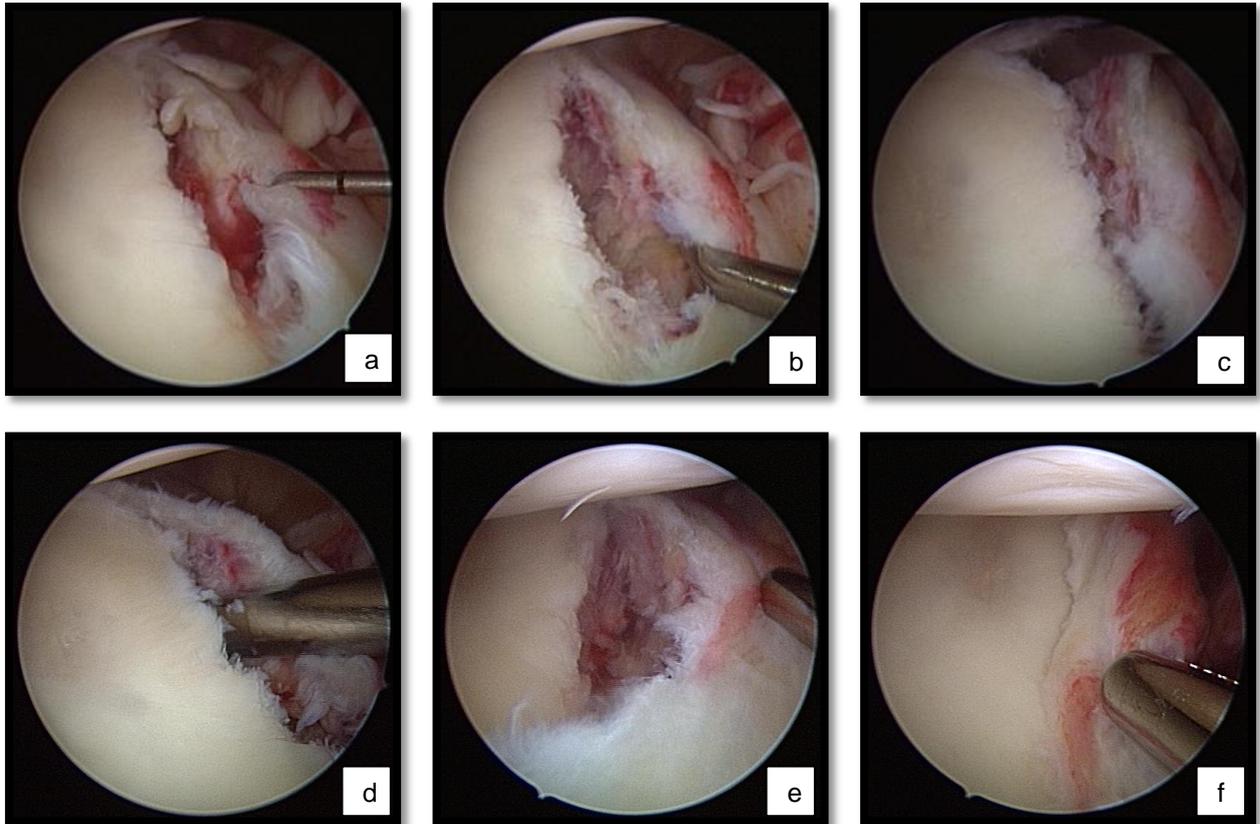


Abb. 16: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex)

(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)

- a) Darstellung der anteroinferioren Kapsel-Labrum-Läsion
- b–c) Mobilisation der Kapsel-Labrum-Läsion
- d) Knöcherner Anfrischung des anteroinferioren Glenoids
- e–f) Adäquate Reposition des Kapsel-Labrum-Komplexes

Das SutureLasso[™] wurde daraufhin über das anteroinferiore Portal eingeführt (Abb. 17). Der Kapsel-Labrum-Komplex wurde auf Höhe der 5:00-Uhr-Position mit dem Lasso-Instrumentarium perforiert (Abb. 17). Anschließend werden die Fiber-wire-Fäden in Loop-Technik hindurch geschuttelt (Abb. 17).

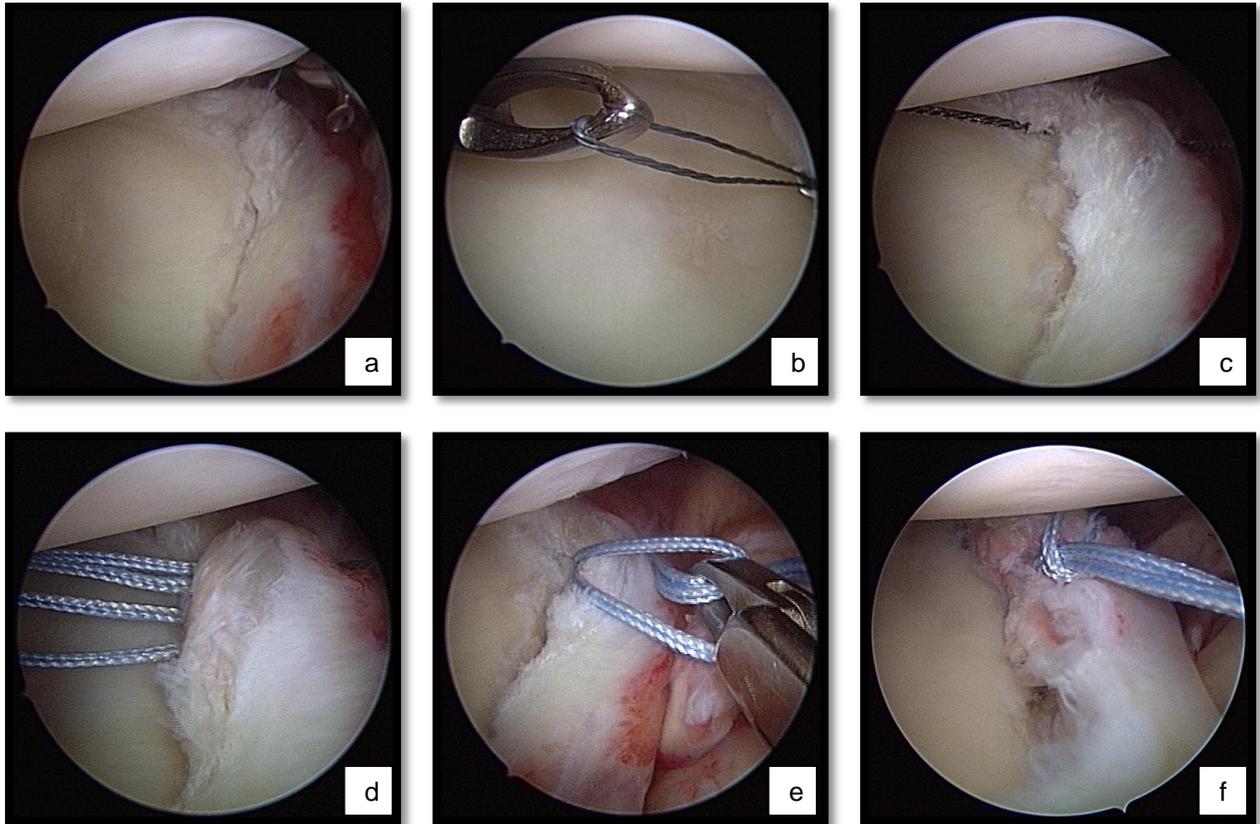


Abb. 17: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex)

(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)

a) Einbringen des SutureLasso[™] über das anteroinferiore Portal

b–c) Perforation des Kapsel-Labrum-Komplexes mit dem Lasso-Instrumentariums

d–f) Shutteln der Fäden in Loop-Technik

Anschließend wurde in ca. 45° zur Glenoidfläche ein Bohrloch gesetzt (Abb. 18). Es wurde ein 3,5er BioComposite-PushLock[®]-Anker (14 mm) mit den Fiber-wire-Fäden auf etwa 5:00-Uhr-Position eingebracht (Abb. 18). Ein 2,9er PushLock[®]-Anker (10,7 mm) wurde nachfolgend auf etwa 3:00-Uhr-Position und ein weiterer auf etwa 2:00-Uhr-Position zur Schonung der glenoidalen Knochensubstanz kranial gesetzt (Abb. 18).

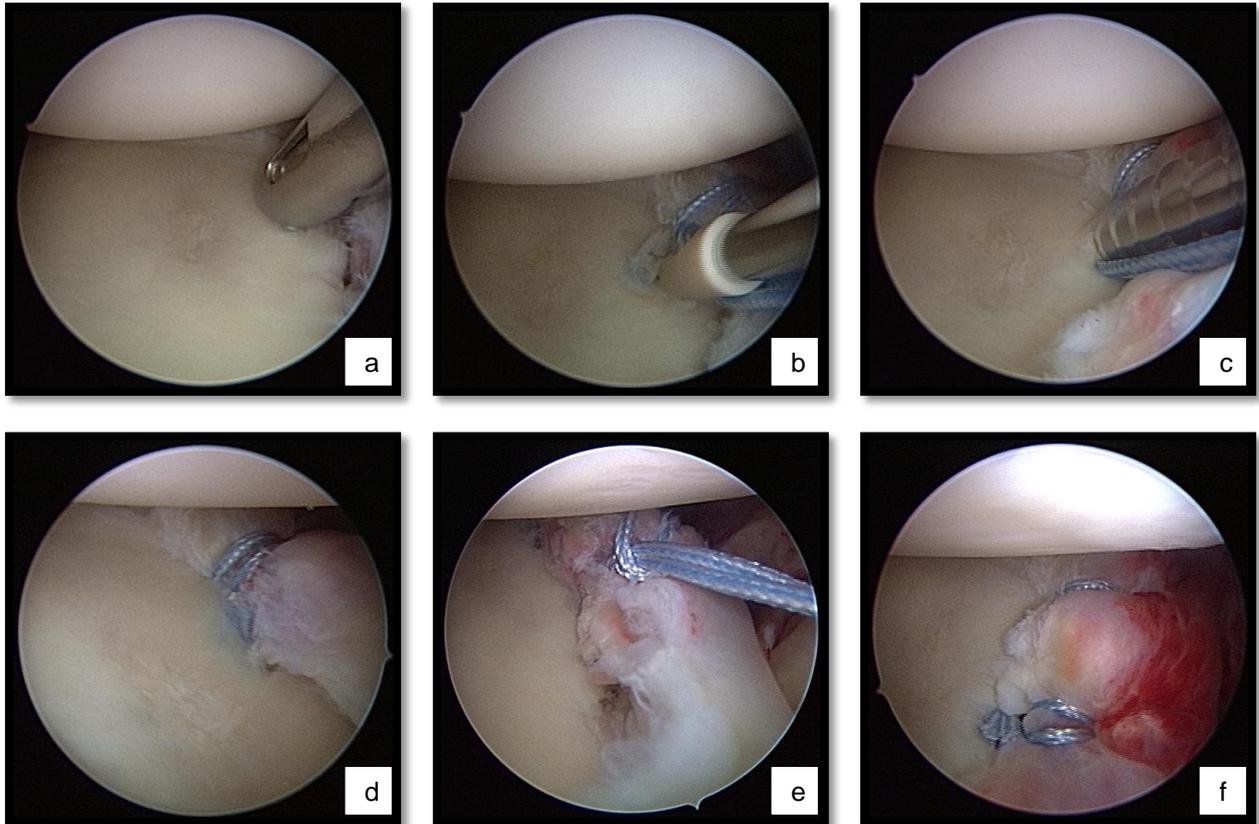


Abb. 18: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock®-Anker, Fa. Arthrex)

(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)

a) Setzen des Bohrloches ca. 45° zur Glenoidoberfläche

b–d) Setzen eines 3,5er BioComposite-PushLock®-Ankers (14 mm) mit Fiber-wire-Fäden auf etwa 5:00-Uhr-Position

e–f) Setzen von 2,9er PushLock®-Anker (10,7 mm) auf etwa 3:00-Uhr-Position und auf etwa 2:00-Uhr-Position zur Schonung der glenoidalen Knochensubstanz kranial

Nach einer guten Refixation des Kapsel-Labrum-Komplexes wurde eine ausgiebige Spülung durchgeführt, das Arthroskop entfernt und die Arthroskopieportale wurden verschlossen. Nach dem Wundverschluss wurde ein steriler Kompressionsverband und ein Shoulder-Immobilizer (in Innenrotation) angelegt, der vier Wochen postoperativ getragen wurde. Die Nachbehandlung erfolgte stufenweise. Ab dem zweiten postoperativen Tag bis zur dritten Woche durfte die Flexion, Abduktion und Innenrotation bis 60° passiv mobilisiert werden und die Außenrotation blieb auf 0° limitiert. Zwischen der vierten und sechsten Woche post operationalem wurde die

Flexion und Abduktion auf 90° gesteigert, die Innenrotation freigegeben und die Außenrotation blieb weiterhin auf 0° limitiert. Ab der siebten Woche wurde auch die Flexion und Abduktion freigegeben und es durfte mit der Mobilisation der Außenrotation begonnen werden. Erst ab der zwölften postoperativen Woche war ein sportspezifisches Training gestattet (Abb. 19).

Nachbehandlungsschema Ventrale Schulterstabilisierung

Beginn postop.	Nachbehandlung und Übungsprogramm
	Shoulder-Immobilizer für 4 Wochen
1. Tag	<ul style="list-style-type: none"> - Ruhigstellung im Shoulder-Immobilizer - Lymphdrainage und Kryotherapie - Aktive Mobilisierung Hand- und Ellenbogengelenk - Scapulamobilisation - Haltungsschule
1.-3. Woche (ab 2. postop. Tag)	<ul style="list-style-type: none"> - Passive Mobilisierung bis Flexion 60°, Abduktion 60°, ARO 0° und IRO 60° - Isometrie: Gelenknahe dosierte Widerstände im Sinne einer aktiven Zentrierung des Humeruskopfes - cave: bei offener Stabilisierung keine ARO > 0° und keine aktive IRO für 6 Wochen - weiter Lymphdrainage und Kryotherapie, - ab 2. Woche Wärmeanwendungen (heiße Rolle, Fango)
4.- 6. Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Steigerung des passiven ROM auf Flexion 90°, Abduktion 90° und IRO frei, ARO weiter 0° - Beginn mit vorsichtiger aktiv-assistiver Übungsbehandlung, Hubarm im schmerzfreien Bereich - Keinerlei Widerstände über Hebelarm
ab 7. Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeiten der freien Flexion und Abduktion, mit Mobilisation der ARO beginnen - Zunehmende aktive Mobilisierung - Intensivierung der Zentrierung des humeruskopfes - Freigabe des Armes für Bewegungsbäder - Training der Rotatorenmanschette und des Deltoideus sowie der Schulterstabilisatoren zunächst im geschlossenen System - Keine Widerstände mit langem Hebelarm - Koordinationstraining mit PNF
ab 12. Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Sportspezifisches Training - Sportfähigkeit nach Rücksprache mit dem Operateur

Cave: Die Zeitangaben sind als grobe Orientierung gedacht, sollen aber nicht zu einer forcierten Behandlung anregen! Schmerzfreiheit und individuelle Möglichkeiten des Patienten sind zu beachten.

**Wiedervorstellung Schultersprechstunde
 nach 6 Wochen, 6, 12 und 24 Monaten**

Abb. 19: Nachbehandlungsschema nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung

2.3 Klinische Untersuchung

Im Verlauf der körperlichen Untersuchung wurde das postoperative aktive Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode mit dem Goniometer festgehalten. Neben den Winkelgraden für Abduktion und Flexion wurden die Werte für Innen- und Außenrotation bei adduziertem und bei 90° abduziertem Arm gemessen. Es wurde der Apprehension-Test und der Relokationstest durchgeführt. Einen Hinweis auf das Vorliegen einer Hyperlaxität des Schultergelenks lieferte der Hyperabduktionstest nach Gagey und das Sulkuszeichen. Ergänzend wurde die Integrität des Musculus subscapularis der Rotatorenmanschette mit dem Belly-press-Test, Belly-off-Zeichen und Lift-off-Test sowie dem Innenrotations-Lag-Zeichen untersucht. Die jeweiligen Tests erfolgten an beiden oberen Extremitäten im Seitenvergleich.

2.3.1 Neutral-Null-Methode

Die Messung der Bewegungsausmaße in Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation erfolgte nach der Neutral-Null-Methode in aufrechter Stellung des Patienten (Abb. 20). Für die Innen- und Außenrotation bei 90° abduziertem Arm befand sich der jeweilige Patient in Rückenlage auf der Untersuchungsfläche. Gemessen wurde der Bewegungsausschlag des Gelenks mit dem Goniometer jeweils in einer Ebene, wobei mit der Gradzahl die Abweichung von der Nulllinie in der Endstellung angegeben wird (Abb. 21). Die Messung erfolgte grundsätzlich so, dass von dem maximal körperfernen Bewegungsausschlag ausgegangen wurde. Dann erfolgte die Bewegung zur körpernahen Endstellung der Bewegungsebene. Dabei wurde im Normalfall die Nullstellung durchlaufen (129).



Abb. 20: Neutrall-Null-Stellung (129)

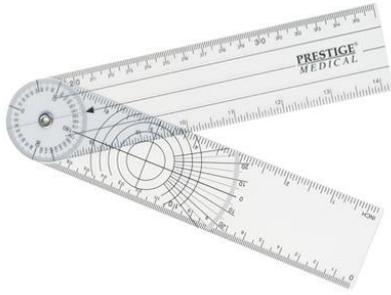


Abb. 21: Universelles Gonimeter (132)

2.3.2 Instabilitätstests

2.3.2.1 Apprehension-Test

Der Humeruskopf wird bei 90° abduziertem und außenrotiertem Arm durch leichten Daumendruck des Untersuchenden von dorsal nach ventral gedrückt (Abb. 22) (24, 101).



Abb. 22: Apprehension-Test (11)

2.3.2.2 Relokationstest/Surprise-Test

Der Arm des sich in Rückenlage befindlichen Patienten wird in 90° Abduktionsstellung gebracht und langsam nach außen rotiert (Abb. 23) (24). Durch Druck des Untersuchenden von ventral nach dorsal wird der Humeruskopf der betroffenen Seite zentriert (24).

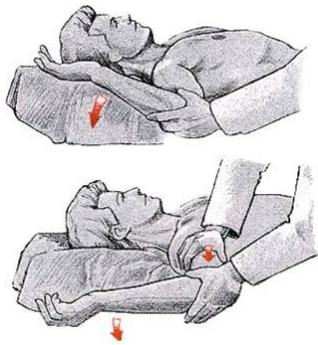


Abb. 23: Relokations-Test (11)

Bei dem bereits beschriebenen Relokationstest bietet sich eine Kombination mit dem Surprise-Test an (24). Das Prinzip des Surprise-Tests ist eine ventrale Stabilisierung der betroffenen Schulter durch die Hand des Untersuchenden und der plötzliche Entzug dieser Stabilisierung mit einem entsprechenden Instabilitätsgefühl des Patienten (24). Bei einem positiven Surprise-Test kommt es beim Patienten zu einem sofortigen Wiederauftreten des Instabilitätsgefühls im Bereich der betroffenen Schulter (24).

2.3.3 Laxitätstests

2.3.3.1 Sulkuszeichen

Beim stehenden oder sitzenden Patienten wird Zug am hängenden Arm durchgeführt und die andere Hand des Untersuchenden fixiert die Scapula (Abb. 24) (39).

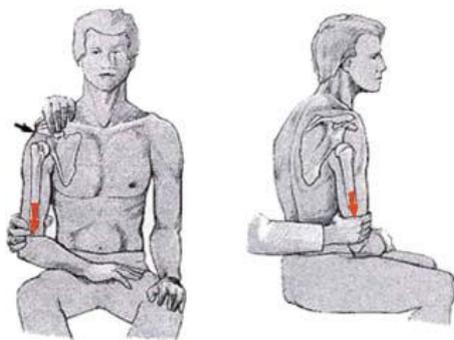


Abb. 24: Sulkuszeichen (11)

2.3.3.2 Hyperabduktionstest nach Gagey

Am sitzenden Patienten fixiert der Untersuchende mit seiner Hand die Scapula, während die andere den Ellenbogen um 90° flektiert und maximal abduziert (Abb. 25) (24, 27).

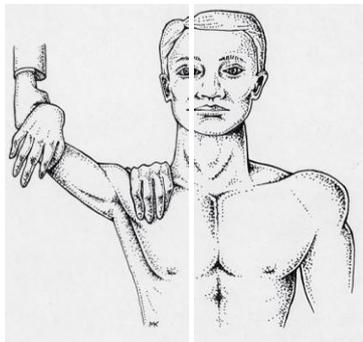


Abb. 25: Hyperabduktionstest nach Gagey (104)

2.3.4 Integritätsprüfung des Musculus subscapularis

2.3.4.1 Belly-press-Test

Der Patient drückt mit flachen Händen auf seinen Bauch und versucht seine Arme in maximaler Innenrotation zu halten (Abb. 26) (24, 31, 47, 71). Die Endstellung des Handgelenks wird mit dem Goniometer gemessen (31, 71).



Abb. 26: Belly-press-Test rechts positiv (24)

2.3.4.2 Belly-off-Zeichen

Der betroffene Arm des Patienten wird vom Untersuchenden passiv in eine Flexion und Innenrotation gebracht (Abb. 27) (24). Dann wird der Patient aufgefordert, diese Armposition zu halten.

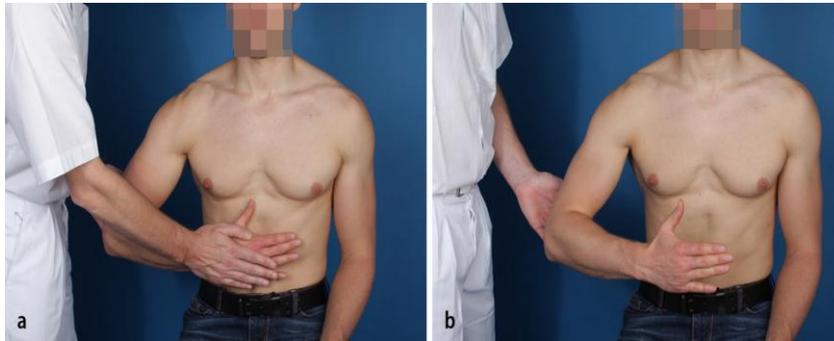


Abb. 27: Belly-off-Zeichen rechts positiv (24)

2.3.4.3 Lift-off-Test

Der Arm des Patienten wird vom Untersucher in Innenrotation auf dessen Rücken geführt und mit dem Handrücken vor den Bereich der mittleren Lendenwirbelsäule gebracht (Abb. 28) (24). Anschließend wird der Patient aufgefordert, seine Hand vom Rücken abzuheben. Der erreichte Abstand zwischen Handrücken und Rücken wird in Zentimetern gemessen (Abb. 28) (24).



Abb. 28: Lift-off-Test der rechten Schulter (24)

2.3.4.4 Innenrotations-Lag-Zeichen

Die Hand des Patienten kann nicht in maximalen Innenrotation gehalten werden und fällt auf den mittleren Bereich der Lendenwirbelsäule zurück (IRO-Lag) (Abb. 29) (24). Bei dieser Untersuchungstechnik empfiehlt es sich, auch die Schulter der Gegenseite als Referenz zu beurteilen, da passive Bewegungseinschränkungen der Schulter die Testergebnisse verfälschen könnten (24).

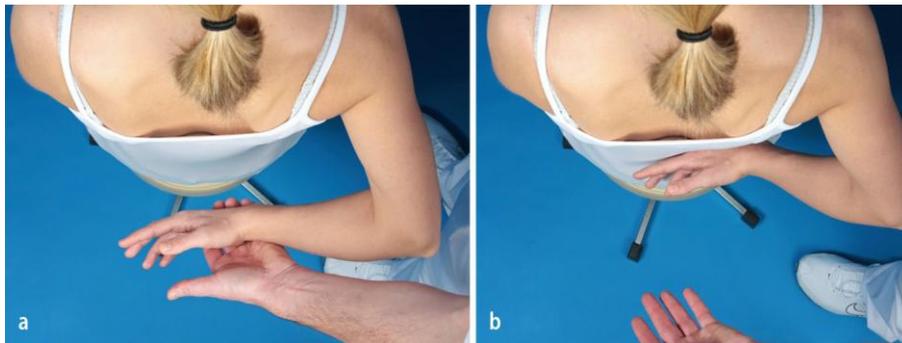


Abb. 29: Innenrotations-Lag-Zeichen rechts positiv (24)

2.4 Radiologische Untersuchung

Präoperativ erfolgte das konventionelle Röntgen sowie eine schnittbildgebende Diagnostik. Bei keinem Patienten konnte praeoperativ ein Knochendefekt am Glenoid CT-morphologisch detektiert werden. Zur radiologischen Diagnostik wurde postoperativ eine True-a.-p.-, eine Y- und eine axiale Aufnahme des betroffenen Schultergelenks angefertigt. Bei einer True-a.-p.-Aufnahme befindet sich der Patient in einem Winkel von 30–45° mit dem Rücken zur Wand (Abb. 30).

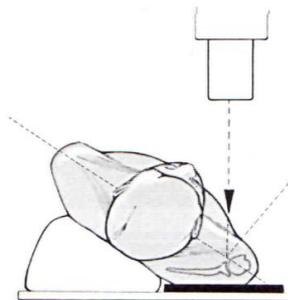


Abb. 30: True-a.-p.-Aufnahme eines rechten Schultergelenks (123)

Bei einer axialen Aufnahme liegt oder sitzt der Patient und hat seinen Arm rund 90° abduziert und außenrotiert (Abb. 31).

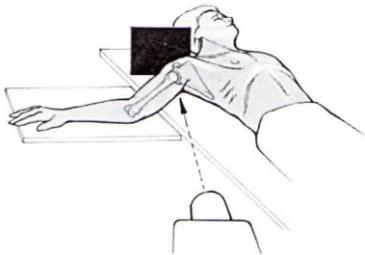


Abb. 31: Axiale Aufnahme eines rechten Schultergelenks (123)

Die Y-Aufnahme wird im Stehen oder Sitzen durchgeführt. Dabei steht oder sitzt der Patient im Winkel von ca. 45° mit dem Oberkörper zur Röntgenplatte (Abb. 32).

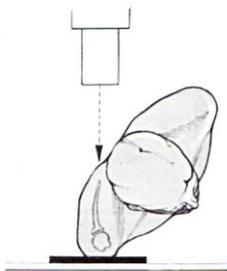


Abb. 32: Y-Aufnahme eines rechten Schultergelenks (123)

Um den Arthrosegrad zu bewerten, werden vier Kriterien bei der radiologischen Beurteilung herangezogen: die Osteophytenbildung, die Gelenkspaltverschmälerung, die subchondrale Sklerosierung und die Bildung von Geröllzysten. Der Arthrosegrad wurde nach der von Samilson und Prieto entwickelten Methode bestimmt (Abb. 33) (102). Bei einer milden Arthrose (Grad I) kommt es zu Knochenzubildungen am inferioren Humerus und/oder am Glenoid, die kleiner sind als 3 mm (Abb. 33) (91026). Die moderate Arthrose (Grad II) geht einher mit Knochenzubildungen am inferioren Humerus/Glenoid mit einem Ausmaß zwischen 3 und 7 mm (Abb. 33) (102, 105). Eine starke Arthrose (Grad III) beschreibt Knochenzubildungen am inferioren Humeruskopf/Glenoid, die größer als 8 mm sind (Abb. 33) (102, 105).

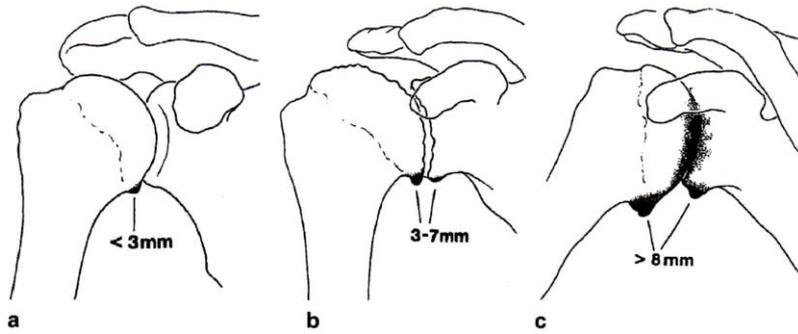


Abb. 33: Radiologische Klassifikation nach Samilson und Prieto (102)

a) milde Arthrose (Grad I) – Knochenzubildungen am inferioren Humerus/Glenoid, <3 mm

b) moderate Arthrose (Grad II) – Knochenzubildungen am inferioren Humerus/Glenoid, 3–7 mm

c) starke Arthrose (Grad III) – Knochenzubildungen am inferioren Humerus/Glenoid, >8 mm

2.5 Evaluation der Schulterfunktionsscores

Zur objektiven und subjektiven Beurteilung sowie zur vergleichenden Analyse in Kombination mit der körperlichen Untersuchung kamen sechs etablierte Schulterfunktionsscores postoperativ zur Anwendung.

2.5.1 Subjektive Scores

2.5.1.1 Western Ontario Shoulder Instability Index

Der Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) beinhaltet die erfragten Informationen über körperlicher Symptome, über das körperliche Empfinden bei Sport- und Freizeitaktivitäten und bei der Arbeit sowie bei alltäglichen Lebensgewohnheiten (22). In den einzelnen Kategorien (Fragen) werden Punkte zwischen 0 und 100 vergeben (22). Der niedrigste Zahlenwert 0 steht für keine Schmerzen, keine Einschränkung, keine Angst und keine Wahrnehmung der betroffenen Schulter (22). Der höchste Wert 100 steht für extreme Schmerzen, extreme Einschränkung, extreme Angst und extreme Wahrnehmung der betroffenen Schulter (22). Bei der Auswertung werden

die Zahlenwerte aller Fragen (n=21), die sich aus den Antworten des Patienten ergeben, summiert (87). Der niedrigste Wert beträgt 0 Punkte und der maximale Wert beträgt 2100 Punkte (22). Der Wert zur Beurteilung wird in Prozent angegeben und wie folgt berechnet:

$$(2100 - \text{erreichte Punkte}) \div 2100 \times 100 = \text{WOSI in \%}$$

2.5.1.2 Melbourne Instability Shoulder Score

Der rein subjektive Melbourne Instability Shoulder Score (MISS) erreicht maximal 100 Punkte und setzt sich folgendermaßen zusammen: 15 Punkte für Schmerz, 33 Punkte für Stabilität, 32 Punkte für Funktion und 20 Punkte für Sport und Beruf für eine uneingeschränkten Schulter (124).

2.5.1.3 Patientenzufriedenheit

Der Subjective Shoulder Value (SSV) ist ein rein subjektiver Score zur Beurteilung der Patientenzufriedenheit über die Funktion der Schulter. Die Patienten werden gebeten, die allgemeine Funktion ihrer betroffenen Schulter im Vergleich zur nicht betroffenen Schulter zu beurteilen. Hierzu wird eine optimale Funktion, die Stabilität und das Fehlen einer Schmerzhaftigkeit mit 100% gleichgesetzt (15, 25, 26, 30, 35, 37).

2.5.2 Objektive/Subjektive Scores

2.5.2.1 Constant-Score

Der Constant-Score (CS) beurteilt mit maximal 65 Punkten die objektiven Komplexbewegungen (40 Punkte) und die Kraft (25 Punkte) der Schulter (22). Bei den beiden subjektiv ermittelbaren Informationen zu Schmerz- und Funktionsstatus der Schulter können insgesamt 35 Punkte erreicht werden (Schmerz 15 Punkte und Funktion 20 Punkte) (20). Die Bewegungen setzen sich aus Abduktion, Flexion und Innenrotation zusammen (20). Die Komplexbewegungen werden untergliedert in Positionseinnahmen in Außenrotation und in Innenrotation (20). Die Kraftmessung erfolgt isometrisch bei 90° abduziertem Arm (Iso-Force-Controll-Kraftmessgerät™). Die

Erhebung des aktuellen Schmerzempfindens erfolgt anhand der Zuordnung zu den Parametern „kein Schmerz“ (15 Punkte) und „starker Schmerz“ (0 Punkte) (20). Das Kriterium der Funktion der Schulter vergibt maximal 20 Punkte für Beruf, Freizeit, Arbeitshöhe der Arme und Schlaf (20). Bei der Auswertung entspricht der Wert 100 keiner Einschränkung und der Wert 0 einer kompletten Einschränkung (20).

2.5.2.2 Walch-Duplay Score

Der Walch-Duplay Score (WD) beinhaltet sowohl objektive als auch subjektive Informationen über die Funktion der Schulter (120). Im subjektiven Bewertungsanteil des Scores werden maximal 50 Punkte erreicht. Diese dienen der Analyse und Bewertung der Schulterfunktion und des Schmerzes (120). Im objektiven Anteil des Scores, bei dem ebenfalls maximal 50 Punkte erreicht werden können, geht es um die Messung der aktiven Bewegung der Schulter und der Beurteilung der Stabilität (120). Der maximale Wert von 100 setzt sich aus der alltäglichen Bewegung (25 Punkte), dem Schmerz (25 Punkte), der Stabilität (25 Punkte) und der Mobilität (25 Punkte) zusammen (120). Bei der Auswertung werden den Punkten 91–100 ein „Exzellent“, den Punkten 76–90 ein „Good“, den Punkten 51–75 ein „Medium“ und unter 50 Punkten ein „Poor“ zugeordnet (120).

2.5.2.3 Rowe-Score

Der Rowe-Score (RS) dient der Selbsteinschätzung der betroffenen Seite (62, 99). Er beinhaltet subjektive Informationen über die Funktion (20 Punkte) des betroffenen Armes und objektive Informationen über das Bewegungsausmaß im betroffenen Schultergelenk und der Schulterstabilität der betroffenen Seite (80 Punkte) (62, 99). Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100, die sich aus der Schulterstabilität (50 Punkte), der Schulterfunktion (20 Punkte) und der Bewegung der betroffenen Schulter (30 Punkte) errechnen lässt (62, 99). Den Punkten 90–100 werden ein „Exzellent“, den Punkten 70–89 ein „Good“, den Punkten 50–69 ein „Fair“ und unter 50 Punkten ein „Poor“ bei der Auswertung zugeordnet (62, 99).

2.6 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der in dieser Studie erhobenen Parameter erfolgte mit dem Statistikprogrammsystem SPSS Statistic 21.0. Die Patientendaten wurden EDV-gerecht verschlüsselt, erfasst und an einem PC bearbeitet und ausgewertet.

Für nominale und kategoriale Variablen erfolgte die statistische Bewertung mit der Kontingenztafelmethode und dem parameterfreien χ^2 -Test und für die metrischen Variablen mit der Varianzanalyse und dem t-Test nach Student.

Es wird, wie in der Medizin allgemein üblich, von einer Irrtumswahrscheinlichkeit α von 5% ausgegangen (Signifikanzniveau $p < 0,05$).

Die grafische Darstellung erfolgte in Diagrammen und Tabellen, die in Microsoft Excel und im Programm IBM SPSS Statistics 21.0 erstellt wurden.

3. Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Es wurden 52 gematchte Patienten (nach Alter und FU) mit einer anteroinferioren Schulterinstabilität und geplanter arthroskopischer Schulterstabilisierung in die Studie einbezogen. Bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 25,6 Monaten (12–46 Monate, Standardabweichung (SD) 8,4) konnten die Ergebnisse von 52 Patienten (96% des Gesamtkollektivs) gewonnen werden.

3.2 Klinische Untersuchung

3.2.1 Neutrall-Null-Methode

Die Gruppe I (n=26) erzielte einen Mittelwert von 177° (SD 6,2) für die Abduktion, wobei der höchste Wert bei 180° und der niedrigste bei 160° lag. Für die Außenrotation (ARO) ergab sich ein Mittelwert von 65° (SD 16,7) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 30° sowie für die Flexion ein Mittelwert von 178° (SD 8,6) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 140°. Bei der Beurteilung der Innenrotation (IRO) wurde ein Mittelwert bis zum 7. Brustwirbelkörper (SD 2,5) errechnet mit einem Maximalwert bis zum 1. Brustwirbelkörper und einem Minimalwert bis zum 12. Brustwirbelkörper und für die hohe Außenrotation (hARO) ergab sich ein Mittelwert von 82° (SD 10,1) mit einem Maximalwert von 95° und einem Minimalwert von 60°. Für die hohe Innenrotation (hIRO) schließlich wurde ein Mittelwert von 81° (SD 7,5) mit einem Maximalwert von 95° und einem Minimalwert von 65° erreicht (Tab. 8).

In Gruppe II (n=26) erzielten die Patienten für die Abduktion im Mittel 180° (SD 0,00) und für die Außenrotation im Mittel 80° (SD 14,27) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 30°. Für die Flexion wurde ein Mittel von 179° (SD 5,9) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 150° sowie für die Innenrotation ein Mittel bis zum 8. Brustwirbelkörper (SD 2,3) mit einem Maximalwert bis zum 3. Brustwirbelkörper und einem Minimalwert bis zum 12. Brustwirbelkörper errechnet. Ein Mittel von 80° mit einem Maximalwert von 100° und einem Minimalwert von 25° ergab sich für die hohe Außenrotation und für die hohe Innenrotation wurde ein

Mittel von 85° (SD 7,2) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 60° erzielt (Tab. 8).

Es zeigte sich eine signifikant größere Abduktion ($p=0,014$), Außenrotation ($p=0,002$) und hohe Innenrotation ($p=0,029$) in Gruppe II als in Gruppe I. Des Weiteren unterschieden sich die beiden Gruppen (Gruppe I vs. Gruppe II) in der Bewegungsrichtung der Innenrotation. Die Patienten der Gruppe I wiesen somit eine signifikant größere Innenrotation auf ($p=0,049$) (Tab. 8).

Die Betroffenen mit einer Typ B2 Instabilität nach Gerber erzielten im Durchschnitt eine Flexion von 179° (SD 5,9) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 150°. Für die Abduktion ergab sich ein Mittelwert von 179° (SD 4,2) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 160° sowie für die Außenrotation ein durchschnittlicher Wert von 70° (SD 18,04) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 30°. Bei der Innenrotation wurde eine durchschnittliche Bewegung bis zum 8. Brustwirbelkörper (SD 2,5) mit einer Maximalbewegung bis zum 1. Brustwirbelkörper und einer Minimalbewegung bis zum 12. Brustwirbelkörper beobachtet. Für die hohe Außenrotation ergab sich ein Mittelwert von 78° (SD 18,5) mit einem Maximalwert von 100° und einem Minimalwert von 25° und für die hohe Innenrotation ein durchschnittlicher Wert von 82° (SD 8,2) mit einem Maximalwert von 95° und einem Minimalwert von 60°.

Bei den Typ B3 Instabilitäten nach Gerber zeigten die Betroffenen im Durchschnitt eine Flexion von 178° (SD 10) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 140° und eine durchschnittliche Abduktion von 178° (SD 5,4) mit einem Maximalwert von 180° und einem Minimalwert von 160°. Die durchschnittliche Außenrotation betrug 79° (SD 12,7) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 45°. Eine durchschnittliche Innenrotation war bei den Patienten bis durchschnittlich zum 8. Brustwirbelkörper (SD 2,3) möglich. Dabei war eine Beweglichkeit maximal bis zum 3. Brustwirbelkörper und minimal bis zum 12. Brustwirbelkörper gegeben. Ferner ergab sich für eine hohe Außenrotation durchschnittlich 86° (SD 6,5) mit einem Maximalwert von 95° und einem Minimalwert von 70° und eine durchschnittliche hohe Innenrotation von 85° (SD 6) mit einem Maximalwert von 90° und einem Minimalwert von 70°.

Bei allen Bewegungsrichtungen zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied bezogen auf die Gruppierung Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ($p>0,05$).

Tab. 8: Darstellung der Bewegungsausmaße (ROM: range of motion) in Gruppe I vs. Gruppe II

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
Abduktion	177°	180°	p=0,014
Außenrotation	65°	80°	p=0,002
Flexion	178°	179°	p=0,576
Innenrotation	7. BWK	8. BWK	p=0,049
hARO	82°	80°	p=0,579
hIRO	81°	85°	p=0,029

3.2.2 Instabilitätstests

Eine postoperative Rezidivluxation der operierten Schulter wurde von keinem Patienten angegeben (0%).

3.2.2.1 Apprehension-Test

Es konnten lediglich zwei positive Apprehension-Tests in Gruppe I und drei positive Ergebnisse in Gruppe II beobachtet und dokumentiert werden (Abb. 34). Beim Apprehension-Test konnte mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe I vs. Gruppe II sowie zwischen den Klassifizierungen Typ B2 Instabilität nach Gerber und Typ B3 Instabilität nach Gerber festgestellt werden ($p > 0,05$).

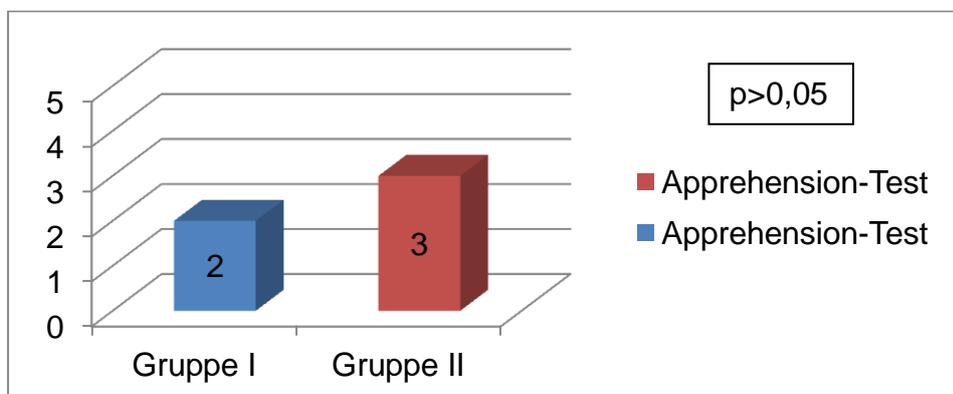


Abb. 34: Apprehension-Test zwischen Gruppe I vs. Gruppe II

3.2.2.2 Relokationstest/Surprise-Test

Es konnten keine positiven Ergebnisse beim Relokationstest/Surprise-Test in Gruppe I vs. Gruppe II nachgewiesen werden. Beim Relokationstest/Surprise-Test konnte mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe I vs. Gruppe II festgestellt werden ($p > 0,05$).

3.2.3 Laxitätstests

3.2.3.1 Sulkuszeichen

In 16 Fällen konnte postoperativ der Grad 0 (0–1 cm) nach Altchek bei der Beurteilung des Sulkuszeichens dokumentiert werden. Bei 7 Patienten der Gruppe I und 9 Patienten der Gruppe II war er positiv. Bei der Einteilung in die Gruppen Typ B2- bzw. Typ B3 Instabilität nach Gerber zeigte sich Grad 0 (0–1 cm) bei der Beurteilung nach Altchek bei 8 Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber bzw. bei 8 Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber (Tab. 9).

Beim Vergleich Gruppe I vs. Gruppe II und Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber zeigte sich mit dem Chi-Quadrat-Test und dem exakten Test nach Fisher kein kennzeichnender Unterschied hinsichtlich des Sulkuszeichens ($p > 0,05$).

3.2.3.2 Hyperabduktionstest nach Gagey

Postoperativ erreichten die Patienten beim Hyperabduktionstest nach Gagey der Gruppe I im Durchschnitt 96° (SD 7,48) und die Patienten der Gruppe II 95° (SD 7,27). Die Gruppen (Gruppe I vs. Gruppe II) unterschieden sich hinsichtlich dieses Testergebnisses statistisch nicht ($p = 0,709$) (Tab. 9). Betrachtet man die Klassifizierung Typ B2- und Typ B3 Instabilität nach Gerber, so kamen die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber auf 96° (SD 6,7) und die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber auf 95° ($p = 0,564$).

Tab. 9: Postoperative Verteilung des Vorliegens des Sulkuszeichens und der Ergebnisse des Hyperabduktionstest nach Gagey im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
Sulkuszeichen	7	9	p>0,05
Hyperabduktionstest nach Gagey	96°	95°	p=0,709

3.2.4 Integritätsprüfung des Musculus subscapularis

3.2.4.1 Belly-press-Test

Bei der Funktionsprüfung des Musculus subscapularis durch den Belly-press-Test konnte kein Hinweis auf eine Einschränkung nachgewiesen werden. Im Durchschnitt kam Gruppe I auf 4° (SD 4,0) und die Patienten der Gruppe II auf 4,3° (SD 4,3) ($p=0,734$). Zwischen Gruppe I und Gruppe II lagen die Unterschiede im Zufallsbereich ($p>0,05$).

3.2.4.2 Belly-off-Zeichen

Das Belly-off-Zeichen war bei allen Patienten, die nachuntersucht wurden, negativ. Es konnte auch hier kein Hinweis auf eine fehlende Integrität des Musculus subscapularis, hinsichtlich des Vergleichs Gruppe I vs. Gruppe II bzw. Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber gefunden werden ($p>0,05$).

3.2.4.3 Lift-off-Test

Bei dem Lift-off-Test wurde der Abstand zwischen Handrücken und Rücken im Seitenvergleich zur nicht betroffenen Seite vorgenommen. Bei dieser Untersuchung des Musculus subscapularis zeigte sich auch hier kein Hinweis für eine Läsion.

Bei den Patienten der Gruppe I wurden Werte der betroffenen Seite von 9,5 cm (SD 4,6) und der nicht betroffenen Seite von 10,1 cm (SD 5,2) gemessen und dokumentiert. Die Patienten der Gruppe II konnten mit der operierten Seite im

Durchschnitt 9,6 cm (SD 5,2) die Hand vom Rücken wegführen und mit der nicht betroffenen Seite 10,7 cm (SD 7,1). Dieser Vergleich ergab keine auffälligen Unterschiede zwischen Gruppe I vs. Gruppe II bzw. Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ($p>0,05$).

3.2.4.4 Innenrotations-Lag-Zeichen

Bezüglich der Begutachtung des Innenrotations-Lag-Zeichens (IRO-Lag-Zeichens) konnte jeder Patient seine Hand in maximaler Innenrotation halten (Kapitel 2.3.4.4, Abb. 29). Bei keinem Patienten des Kollektivs kam es zu einem dezenten Zurückfallen der Hand. Das IRO-Lag-Zeichen wurde im Seitenvergleich beurteilt, um eine passive Einschränkung der Beweglichkeit der Schulter und somit eine Verfälschung dieses Tests auszuschließen.

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II und Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ($p>0,05$).

3.3 Radiologische Auswertung

Die Arthrose wurde nach der Klassifikation von Samilson und Prieto in drei Grade unterteilt (Kapitel 2.4, Abb. 33) (102). Insgesamt 8 Patienten (4%) des Patientenkollektivs ($n=52$) wiesen eine milde Arthrose (Grad I) nach Samilson und Prieto auf (Abb. 35) (102). Die restlichen 44 Patienten der Kohorte wiesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Arthrose der operierten Schulter auf (Tab. 10).



Abb. 35: Darstellung einer milden Omarthrose nach Samilson und Prieto (102); milde Arthrose (Grad 1)

Tab. 10: Darstellung der radiologischen Auswertung nach Samilson und Prieto im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II (102)

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
keine Arthrose	20	24	
milde Arthrose (Grad 1)	6	2	p=0,513
moderate Arthrose (Grad 2)	0	0	
starke Arthrose (Grad 3)	0	0	

Bei der statistischen Auswertung durch den Chi-Quadrat-Test ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$).

3.4 Schulterfunktionsscores

In die Auswertung der spezifischen Schulterfunktionsscores gingen die Daten von 50 Patienten ($n=50$) ein. Zwei Patienten gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Information hinsichtlich der spezifischen Schulterfunktionsscores ab. Die Verteilung lag bei 25 vs. 25 Patienten (Gruppe I vs. Gruppe II).

3.4.1 Subjektive Scores

3.4.1.1 Western Ontario Shoulder Instability Index

Die Auswertung des Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) ergab, dass der durchschnittlich erreichte Wert bei den Patienten der Gruppe I bei 90,3% (SD 0,4) und in Gruppe II bei 90,1% (SD 9,0) lag ($p=0,009$) (Tab. 11).

In der Unterkategorie *körperliche Symptome* erzielten die Patienten der Gruppe I im Durchschnitt 43 Punkte (SD 4,8) mit einem Maximalwert von 48 Punkten und einem Minimalwert von 26 Punkten. Die Patienten der Gruppe II erreichten im Durchschnitt 82 Punkte (SD 78) mit einem Maximalwert von 273 Punkten und einem Minimalwert von 0 Punkten ($p=0,016$). Beim Unterpunkt *Arbeit, Freizeit und Sport* erlangten die Patienten der Gruppe I durchschnittlich 17 Punkte (SD 2,17) mit einem Maximalwert von 19 Punkten und einem Minimalwert von 11 Punkten und die Patienten der Gruppe II erreichten einen Durchschnittswert von 35 Punkten (SD 45,6) mit einem Maximalwert von 146 Punkten und einem Minimalwert von 0 Punkten ($p=0,052$). Im Unterpunkt *Lebensgewohnheiten* kam die Gruppe I im Durchschnitt auf 17 Punkte (SD 2,3), die Gruppe II auf 46 Punkte (SD 53) ($p=0,010$) und im Unterpunkt *Empfinden* waren es 13 Punkte vs. 30 Punkte (Gruppe I vs. Gruppe II) ($p=0,010$). Es konnte bei *körperlichen Symptomen*, den *Lebensgewohnheiten* und dem *Empfinden* ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Tab. 11) ($p<0,05$).

Der durchschnittlich erreichte Wert des Western Ontario Shoulder Instability Index bei den Patienten mit einer Typ B2 Instabilität nach Gerber lag bei 89,8% (SD 7,3) und bei den Patienten mit einer Typ B3 Instabilität nach Gerber bei 91,1% (SD 5,5) ($p=0,585$). In den Unterpunkten *körperliche Symptome*, *Arbeit, Freizeit und Sport*, *Lebensgewohnheiten* und *Empfinden* erreichte die Kohorte mit einer Typ B2 Instabilität nach Gerber im Durchschnitt 59 Punkte (SD 59,96), 26 Punkte (SD 36,86), 29 Punkte (SD 41,65) bzw. 21 Punkte (SD 26,17). Das Kollektiv mit einer Typ B3 Instabilität nach Gerber erlangten 71 Punkte (SD 53,69), 26 Punkte (SD 24), 37 Punkte (SD 35,88) bzw. 24 Punkte (SD 21,68). Der Vergleich der genannten Unterpunkte sowie der Vergleich der Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ergaben keine signifikanten Unterschiede ($p>0,05$).

Tab. 11: Bewertung des Western Ontario Shoulder Instability Index zwischen der Gruppe I vs. Gruppe II

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
Mittelwert WOSI in %	90,3	90,1	p=0,009
Mittelwert <i>körperliche Symptome</i>	43	82	p=0,016
Mittelwert <i>Lebensgewohnheiten</i>	17	46	p=0,010
Mittelwert <i>Empfinden</i>	13	30	p=0,010

3.4.1.2 Melbourne Instability Shoulder Score

Die durchschnittlich erreichte Gesamtpunktzahl bei der Beurteilung nach dem Melbourne Instability Shoulder Score (MISS) lag bei den Patienten der Gruppe I bei 89 Punkten (SD 10,5) und bei denen der Gruppe II bei 93 Punkten (SD 10,1). In den Unterpunkten *Schmerz*, *Stabilität*, *Funktion* und *Arbeit/Sport* erreichte die Gruppe I durchschnittlich 14 Punkte (SD 0,99), 29 Punkte (SD 3,97), 29 Punkte (SD 4,69) bzw. 17 Punkte (SD 3,45) und die Gruppe II 14 Punkte (SD 2,05), 31 Punkte (SD 5,07), 30 Punkte (SD 3,14) bzw. 18 Punkte (SD 2,41). Es konnte kein statistischer Unterschied beim Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II mit dem Chi-Quadrat-Test aufgezeigt werden ($p > 0,05$).

Die Gesamtpunktzahl betrug im Durchschnitt bei den Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber 91 Punkte (SD 9,4) und bei denen vom Typ B3 Instabilität nach Gerber 79 Punkte (SD 16,8) ($p = 0,031$). Hier ergab sich eine Signifikanz im Vergleich der Patienten vom Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ($p < 0,05$). Beim Unterpunkt *Stabilität* kamen die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber auf 30 Punkte (SD 3,1) und die vom Typ B3 Instabilität nach Gerber auf 23 Punkte (SD 8,4) ($p = 0,002$).

3.4.1.3 Patientenzufriedenheit

Für die jeweils betroffene Schulter äußerten die Patienten der Gruppe I ihr Wohlbefinden im Mittel mit 91% (SD 8,4), maximal waren 100% für maximale Zufriedenheit erreichbar, die Patienten der Gruppe II mit 90% (SD 9,8). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied beim Vergleich der beiden Gruppen bezüglich der Patientenzufriedenheit (SSV: Subjective Shoulder Value) ($p > 0,05$).

3.4.2 Objektive/Subjektive Scores

3.4.2.1 Constant-Score

Durchschnittlich betrug der CS in Gruppe I für die operierte Schulter 86 Punkte (SD 5,6) und in Gruppe II 89 Punkte (SD 6,2) (Tab. 12). Hier unterschieden sich beide Gruppen signifikant voneinander ($p=0,032$). Betrachtet man die Untergruppen des Scores wie *Schmerz*, *Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL: activities of daily life)*, *ROM* und *Kraft*, so unterschieden sich Gruppe I vs. Gruppe II in Bezug auf *Schmerz* und beim *Bewegungsausmaß* (Tab. 12). Im Unterpunkt *ADL* und *Kraft* erzielten die Patienten der Gruppe I im Durchschnitt 19,3 Punkte bzw. 14,9 Punkte, die Patienten der Gruppe II durchschnittlich 19 Punkte bzw. 16 Punkte ($p>0,05$). Die Gruppe I kam im Bereich *Schmerz* durchschnittlich auf 14,1 Punkte (SD 1,4) und die Gruppe II auf 14,8 Punkte (SD 0,66) ($p=0,040$). Beim *Bewegungsausmaß* wurden folgende Werte in Gruppe I vs. Gruppe II erreicht: 37,3 Punkte (SD 2,4) vs. 39,6 Punkte (SD 1,0) ($p<0,001$) (Tab. 12). Die Patienten des Typ B2 Instabilität nach Gerber konnten einen durchschnittlichen Wert von 88 Punkten (SD 5,96) im CS erzielen und die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber 86 Punkte (SD 6,26) ($p=0,152$). In den Unterpunkten *Schmerz*, *ADL*, *ROM* und *Kraft* kamen die Patienten mit den Typ B2 Instabilitäten nach Gerber im Durchschnitt auf 14 Punkte (SD 1,09), 19 Punkte (SD 1,01), 38 Punkte (SD 2,13) bzw. 17 Punkte (SD 4,78) und die Patienten mit den Typ B3 Instabilitäten nach Gerber auf 14 Punkte (SD 1,18), 19 Punkte (SD 2,54), 39 Punkte (SD 2,25) bzw. 13 Punkte (SD 5,02). Im Unterpunkt *Kraft* unterschieden sich die beiden Gruppen signifikant ($p=0,009$).

Tab. 12: Auswertung des Constant-Score im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II

	Gruppe I	Gruppe II	p Wert
Mittelwert Gesamtpunktzahl	86	89	$p=0,032$
Mittelwert <i>Schmerz</i>	14,1	14,8	$p=0,040$
Mittelwert <i>ROM</i>	37,3	39,6	$p<0,001$

3.4.2.2 Walch-Duplay Score

Die Patienten der Gruppe I erreichten bei der Bewertung nach dem Walch-Duplay Score (WD) im Mittel eine Punktzahl von 84 Punkten (SD 7,9) und die Patienten der Gruppe II von 94 Punkten (SD 8,5) ($p < 0,001$) (Abb. 36). Die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber erzielten im Durchschnitt 90 Punkte (SD 8,6) und die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber 88 Punkte (SD 12,07) ($p = 0,604$). Im Bereich *ADL*, *Stabilität*, *Schmerz* und *ROM* kamen die Patienten der Gruppe I auf 19 Punkte (SD 8,12), auf 25 Punkte (SD 2), auf 23 Punkte (SD 4,35) bzw. auf 18 Punkte (SD 7,23) und die Patienten der Gruppe II auf 22 Punkte (SD 5,22) für die *ADL*, auf 24 Punkte (SD 3,31) für die *Stabilität*, auf 25 Punkte (SD 2) für den *Schmerz* und auf 23 Punkte (SD 3,74) für die *ROM*. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Gruppe I und Gruppe II konnte in der Gesamtpunktzahl ($p < 0,001$) des Scores und im Unterpunkt *Beweglichkeit* ($p = 0,001$) festgestellt werden (Abb. 37). In den Untergruppen *Schmerz*, *Stabilität* und *ADL* wurde dies nicht bestätigt. Die Gruppe II konnte ein „sehr gutes“ und die Gruppe I ein „gutes“ Ergebnis erzielen.

Die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber erreichten in den Unterpunkten *ADL*, *Stabilität*, *Schmerz* und *ROM* eine mittlere Punktzahl von 21 (SD 5,79), von 25 (SD 1,69), von 24 (SD 3,55) bzw. von 20 (SD 5,62) und die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber kamen auf 20 Punkte (SD 9,25) für die *ADL*, auf 23 Punkte (SD 4,14) für die *Stabilität*, auf 24 Punkte (SD 3,51) für den *Schmerz* und auf 21 Punkte (SD 8,12) für die *ROM*. Der Vergleich der Typ B2- vs. Typ B3 Instabilität nach Gerber ergab nach dem Chi-Quadrat-Test einen statistisch signifikanten Unterschied im Unterpunkt *Stabilität* ($p = 0,41$). Die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber erzielten insgesamt ein „sehr gutes“ und die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber ein „gutes“ Ergebnis.

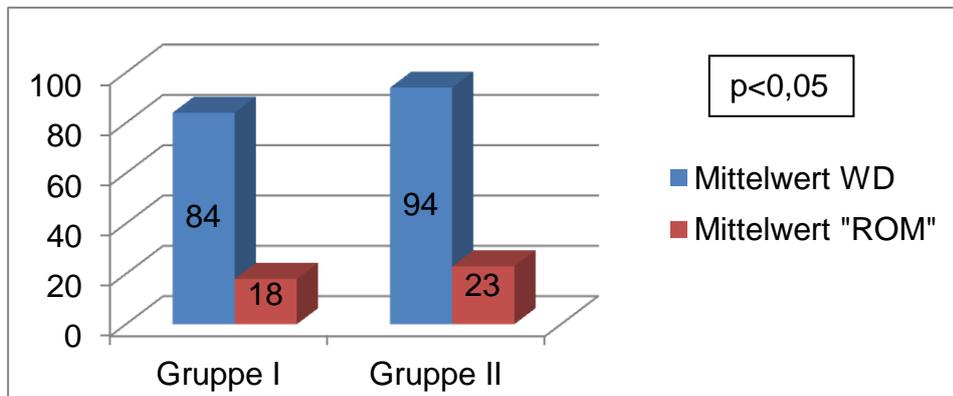


Abb. 36: Darstellung des Walch-Duplay Score im Vergleich der Gruppe I und Gruppe II

3.4.2.3 Rowe-Score

Bei der Bewertung nach dem Rowe-Score (RS) betrug der Mittelwert aller Gruppe-I-Patienten 89 Punkte (SD 10,27), welcher einem „gut“ gleichzusetzen ist, und der der Gruppe II 95 Punkte (SD 8,09), der einem „sehr gut“ entspricht (Abb. 37) ($p=0,026$). Im Unterpunkt *Stabilität* erreichten die Patienten der Gruppe I 46 Punkte (SD 11,54), im Unterpunkt *ROM* 15 Punkte (SD 4,2) und im Unterpunkt *Funktion* 28 Punkte (SD 2,5). Die Patienten der Gruppe II erzielten für *Stabilität* 48 Punkte (SD 6,63), für die *ROM* 19 Punkte (SD 2,5) und für *Funktion* 29 Punkte (SD 2,29). In der Gesamtpunktzahl ($p=0,026$) des RS und im Unterpunkt *ROM* ($p<0,001$) zeigte sich beim Vergleich der Gruppe I und Gruppe II ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der Gruppe II (Abb. 37). Beim Vergleich der Typ B2- vs. Typ B3 Instabilitäten nach Gerber kamen beim RS die Patienten vom Typ B2 Instabilität nach Gerber auf einen Mittelwert von 93 Punkten (SD 8,15). In den Unterpunkten *Stabilität*, *ROM* und *Funktion* erzielten die Patienten 48 Punkte (SD 7,46), 17 Punkte (SD 3,98) bzw. 28 Punkte (SD 2,45). Die Patienten vom Typ B3 Instabilität nach Gerber kamen auf eine mittlere Gesamtpunktzahl von 90 (SD 12,6) und im Unterpunkt *Stabilität* auf 43 Punkte (SD 12,34), im Unterpunkt *ROM* auf 18 Punkte (SD 3,61) und im Unterpunkt *Funktion* auf 29 Punkte (SD 2,28). Hier konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Instabilitätsklassifizierungen aufgezeigt werden ($p>0,05$).

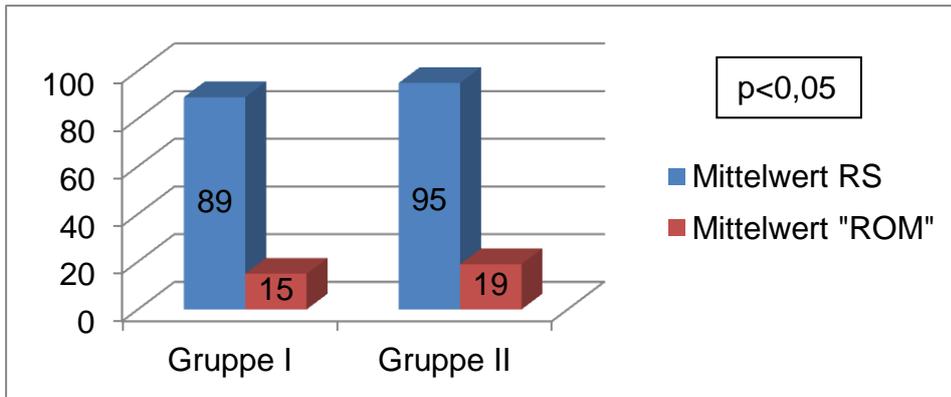


Abb. 37: Darstellung des Rowe-Score im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II

4. Diskussion

4.1 Literaturvergleich

Ziel dieser Arbeit war es, das postoperative klinische und radiologische Outcome nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung (Gruppe I: einfach-beladener Fadenanker, Bio-Fastak[®]-Fadenanker, Arthrex Inc. vs. Gruppe II: PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc.) zu evaluieren und hinsichtlich der ROM, der Stabilität, der Arthrosegrade und spezifischen Schulterfunktionsscores zu vergleichen.

An der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie (Campus Virchow-Klinikum – Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie) unterzogen sich insgesamt 54 Patienten einer geplanten arthroskopischen anteroinferioren Schulterstabilisation mittels eines Fadenankers (Gruppe I: einfach-beladener Fadenanker, Fastak[®]-Fadenanker, Arthrex Inc.) beziehungsweise eines knotenfreien Ankers (Gruppe II: PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc.). Für eine Nachuntersuchung konnten 52 der 54 Patienten (96% des Gesamtkollektivs) gewonnen werden. Vergleicht man die Anzahl der Patienten, mit der aktuellen Literatur, so entspricht sie dem Mittel den vergleichbaren Studien über arthroskopische anteroinferiore Schulterstabilisierungen. In diesen verschiedenen veröffentlichten Studien über arthroskopische anteroinferiore Schulterstabilisierung (Fadenanker vs. knotenfreie Anker) wurden 20 bis 114 Patienten untersucht (31, 60, 86, 95, 118, 130). Die durchschnittliche Probandenzahl entsprach etwa der Zahl der Patienten, die in der vorliegenden Studie untersucht wurden.

Auch das durchschnittliche Alter der Patienten dieser Studie, das zum Zeitpunkt der Operation bei 26,8 Jahren (15–52 Jahre) lag, ist vergleichbar mit dem in der Literatur angegebenen Durchschnittsalter. Garofalo et al. gaben ein Durchschnittsalter von 23,2 Jahren (24–34 Jahre) bei ihrem Patientenkollektiv an, das mit Metallic-Knotless-Ankern (Fa. Mitek, Westwood, MA, USA) chirurgisch versorgt wurde (28). Hayashida et al. gaben ein durchschnittliches Patientenalter von 26 Jahren (16–49 Jahre) an (45). Dort wurden die Patienten mit knotenfreien Ankern versorgt (Fa. DePuy, Mitek, Norwood, MA, USA) (45). In der Studie von Zhaowen et al. (Gruppe Fadenanker: n=45; SutureTak[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, FL, USA vs. Gruppe knotenfreie Anker: n=42; PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, FL, USA) lag das Durchschnittsalter während der Operation bei 21 Jahren (17–31 Jahren) (130).

Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation sowohl der vorliegenden Studie und als auch aus den Untersuchungen aus der aktuellen Literatur zeigte, dass bei den Verletzungen, die eine anteroinferiore Schulterinstabilität nach sich zogen, vor allem jüngere Patienten betroffen waren (28, 45, 130).

Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit lag bei dieser Studie bei 25,6 Monaten (12–46 Monate). In der Literatur wurden Nachuntersuchungszeiten von 24 bis 48 Monaten angegeben, was einem FU-Durchschnitt von 36 Monaten entspricht (31, 56, 92, 115, 126, 130).

Die Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs (n=52) der vorliegenden Untersuchung ergab mit 41 männlichen Patienten (79%) und 11 weiblichen Patienten (21%) ein Verhältnis von ungefähr 4:1. Dieser Unterschied steht im Einklang mit der in der Literatur angegebenen Verteilung von ebenfalls ungefähr 4:1 (45, 126). In der Studie von Hayashida et al. lag das Verhältnis der aufgrund einer anteroinferioren Schulterinstabilität mit knotenfreien Ankern (Fa. Depuy, Mitek, Norwood, MA, USA) versorgten Patienten auch bei 4:1 (n=47; Männer n=38 (80,9%) vs. Frauen n=9 (19,1%)) (121). Witney-Langen et al. gaben in ihrer Studie zur Behandlung der anteroinferioren Schulterinstabilität mit Fadenankern (bioresorbierbare Anker, Fa. DePuy, Orthopaedics Inc., Warsaw, IN, USA) ein Geschlechtsverhältnis von ungefähr 5:1 an (n=114: Männer n=99 (86,8%) vs. Frauen n=15 (13,2%)) (126). Ursächlich für das Verhältnis der Geschlechterverteilung könnte eine risikoreichere Lebensführung, ein aggressiveres Verhalten bei körperlicher Arbeit und bei sportlichen Aktivitäten des männlichen Geschlechts sein (28, 45, 130).

Seit Ende der 1980er Jahre des vorherigen Jahrhunderts befinden sich Fadenanker in einer stetigen Weiterentwicklung. Sie wurden von verschiedenen Herstellern ständig modifiziert, sodass derzeit ein großes Angebot an Ankern zur Verfügung steht (94). Inzwischen hat sich die Fadenankertechnik etabliert und zeigt in klinischen Kurzzeitstudien, im Vergleich zu anderen Verfahren, sehr geringe Relaxationsraten (unter 10%) (13).

In der vorliegenden Studie wurden einfach-beladene Bio-Fastak[®]-Fadenanker der Fa. Arthrex verwendet (Gruppe I).

Seit Anfang des 21. Jahrhunderts gibt es knotenfreie Ankersysteme, die bei der arthroskopischen Schulterstabilisierung verwendet werden. Die in dieser Studie verwendeten knotenfreien Anker sind PushLock[®]-Anker aus PEEK (Polyether-

etherketon) und BioComposite-PushLock[®]-Anker (85% aus PLLA (Milchsäureketten) und 15% Trikalziumphosphat) der Fa. Arthrex (Gruppe II).

Eine 2007 durchgeführte Multicenterbefragung bei orthopädisch-traumatologischen Zentren ergab, dass 68,2% der operierten Patienten, die eine vordere Schulterinstabilität aufwiesen, arthroskopisch versorgt wurden (3, 107). Die Reluxationsrate der offenen chirurgischen Versorgung lag in dieser Befragung bei 9,1% und die arthroskopische Technik wies eine Rezidivrate von 10,6% auf (107). Durch eine weitere Verbesserung der Operationstechnik mit weiterentwickelten Instrumenten und Implantaten könnte möglicherweise zukünftig eine weitere Reduzierung der Reluxationsrate und eine Ausweitung der Indikation zur arthroskopischen Stabilisierung erreicht werden (3).

Die Ergebnisse der arthroskopischen anterioren Schulterstabilisierung in der Literatur sind erfolgreich und vergleichbar mit den Ergebnissen nach offenen operativen Stabilisierungen (93). In der Metaanalyse von Hobby et al. wird von 62 Studien mit 3044 arthroskopischen Eingriffen und einer gleichen Reluxationsrate wie bei offenen Schulterstabilisierungen berichtet (48). Die Kurzzeitreluxationsraten bei der arthroskopischen Versorgung von Schulterinstabilitäten werden in der aktuellen Literatur mit ca. 4–7% angegeben (14, 29, 77, 115, 117).

In einer Langzeitstudie von Alentorn-Geli et al. werden bei der Verwendung von knotenlosen Ankern (Bioknotless[®]: Mitek, Johnson and Johnson, Westwood MA, USA und Kinsa[®]: Smith and Nephew, Andover MA, USA) Reluxationsraten nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung von 10,5% mit einem FU von 8 Jahren angegeben (1). Hingegen die chirurgische Versorgung mittels herkömmlicher Fadenanker zeigt unzureichende Langzeitrezidivergebnisse. In der Studie von van der Linde et al. wird eine Rezidivrate von 35% und ein FU zwischen 8 und 10 Jahren beschrieben (119). Castagna et al. beschreibt eine Langzeitrezidivrate von 16% (FU: 10 Jahre) nach arthroskopischer Schulterstabilisierung mittels Fadenanker (17).

In dem arthroskopisch operierten Patientenkollektiv (Gruppe I vs. Gruppe II) erlitt kein Patient (n=0) eine postoperative Rezidivluxation. Das entspricht einer Rezidivrate von 0%. Das auf eine Instabilität hindeutende Apprehension-Test-Ergebnis (Kapitel 3.2.2.1) war bei insgesamt 5 Patienten (9,6% der Patientenkohorte, Gruppe I: n=2 vs. Gruppe II: n=3; p<0,05) positiv.

Vergleicht man die postoperative Rezidivrate mit den in der aktuellen Literatur dargestellten Rezidivraten anderer Autoren, so kann man diese Studie aufgrund der

ermittelten Ergebnisse als weitgehend erfolgreicher bezeichnen. Die Daten dieser Studie zeigen eine vom Ankersystem unabhängige Relaxationsrate.

Milano et al. verglichen in ihrer Arbeit Metall- und bioresorbierbare Fadenanker (85). Die 78 eingeschlossenen Patienten verteilten sich auf zwei Gruppen mit jeweils 39 Patienten. Diese Patienten (n=39) wurde mit Metallankern (Gruppe I: Fastak[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, FL, USA) und die übrigen 39 Patienten mit bioresorbierbaren Fadenankern (Gruppe II: Bio-Fastak[®]-Anker, Arthrex Inc., Naples, FL, USA) versorgt (85). Evaluiert wurde die Rezidivrate von 78 Patienten während eines Nachuntersuchungszeitraums von 2 Jahren. Die Rezidivraten lagen in Gruppe I bei 2,8% (n=1) und in Gruppe II bei 5,9% (n=2). Bezogen auf die Versorgung mit Metall- vs. bioresorbierbaren Fadenankern wies diese Studie bezüglich der Ergebnisse keinen statistisch auffälligen Unterschied auf ($p>0,05$) (85).

Witney-Lagen et al. verglichen postoperativ (FU 4 Jahre) 114 Patienten nach anteroinferiorer Schulterinstabilität und arthroskopischer Stabilisierung mittels einem, zwei oder drei bioresorbierbare Fadenankern (Fa. DePuy, Orthopaedics Inc, Warsaw, IN, USA) (126). Die Mehrzahl der Patienten (n=71) wurde mit einem Fadenanker versorgt, 40 Patienten mit zwei Ankern und 3 Patienten mit drei Fadenankern (126). Das Outcome wurde nach der Stabilität bzw. Rezidivrate bewertet. Die Gesamtrezidivrate betrug 6,1%. Bei den Patienten, die mit einem Anker versorgt wurden (n=71), wurden 2 Relaxationen angegeben, in der Gruppe mit zwei Ankern (n=40) 4 Relaxationen und in der Gruppe mit drei Ankern 1 Relaxation (126). Es zeigte sich dabei kein statistischer Unterschied egal, ob die Schultergelenkinstabilitäten der Patienten zuvor mit einem, zwei oder drei Fadenankern chirurgisch versorgt worden waren ($p>0,05$) (126). Die Patienten der vorliegenden Studie wurden in der Regel, unabhängig vom arthroskopischen Verfahren, mit drei bis vier Ankern versorgt.

Ide et al. verglichen mit Fadenankern (Mini-Revo-Anker[®], Linvatec, Largo, USA sowie Panalok[®]-Anker, Mitek, Norwood, MA, USA) arthroskopisch versorgte Schulterinstabilitäten bei 55 Patienten und konnten insgesamt eine Rezidivrate von 7,3% (n=5) sowie zwei positive Apprehension-Tests aufzeigen (56). Die Patienten der Studie von Ide et al. wiesen darüber hinaus einen Verlust von 1° Flexion, 4° Außenrotation in Adduktion und 2° Außenrotation in 90° Abduktion des Armes auf (56).

Wird die arthroskopische Versorgung der anterioren Schulterinstabilität mit Fadenankern mit der mittels knotenfreien Ankern fixierten verglichen, so lässt sich ein

Vorteil hinsichtlich der Verwendung von knotenfreien Ankern vermuten. Der vermutete Vorteil lässt sich auf die veränderte Technik zurückführen.

In der Studie von Garofalo et al. erlitt 1 Patient (5%) von den 20 eingeschlossenen Patienten, die mit einem Mini-Revo-Anker[®], Linvatec, Largo, FL, USA versorgt worden waren, ein Rezidiv (28). Der durchschnittliche Verlust der Außenrotation in Adduktion des Armes und in 90° Flexion im Ellenbogen wurde mit 3° zur Gegenseite angegeben (28).

Die knotenfreien Ankersysteme sind eine gute Alternative für die arthroskopische Versorgung der anteroinferioren Schulterinstabilität und erzielen sehr gute Ergebnisse bezogen auf die Rezidivrate (28, 45, 92). Der Vorteil der knotenfreien Fixierung des Kapsel-Labrum-Komplexes gegenüber der Versorgung mit Fadenankern wird in einem technisch einfacheren und zeitsparenden Vorgehen gesehen (3, 94).

In der Arbeit von Hayashida et al. wurden 47 Patienten (n=47) mit knotenfreien Ankern (Fa. DePuy, Mitek, Norwood, MA, USA) versorgt, davon berichteten 3 Patienten von einem Rezidiv (6,4%) (45). Der durchschnittliche Außenrotationsverlust in Adduktion und 90° Abduktion vom Arm wurde mit 8° beziehungsweise 6° angegeben (45).

Oh et al. evaluierte 97 Patienten, die mit knotenfreien resorbierbaren Ankersystemen (Ethicon Inc, Johnson & Johnson, Somerville, New Jersey, USA) versorgt wurden (92). Die Rezidivrate von 2,7% (n=1), ein positiver Apprehension-Test (n=1, 2,7%) und ein Verlust der Außenrotation von 1° bei abduziertem Arm und 3° bei adduziertem Arm verglichen mit der Gegenseite sind vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie (92).

Kocaoglu et al. konnten auch eine von der Versorgung (Fadenanker- vs knotenfreie Ankersysteme) unabhängige Rezidivrate aufzeigen, die mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie bestätigt werden konnten (74). Hierbei wurden Patienten der Gruppe I (n=38) mit Fadenankern stabilisiert (3,5 mm Metallanker, Arthrex Inc., Florida, USA) und 20 Patienten (Gruppe II) mit knotenfreien Ankersystemen (3,5 mm PEEK-PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc., Florida, USA) (74). Bei jeweils einem Patienten der Gruppe I vs. Gruppe II wurde eine Rezidivluxation der Schulter dokumentiert (Gruppe I: n=5,6%, Gruppe II: n=5%) (74). Somit zeigte sich wie in der Studie von Kocaoglu et al. kein statistischer Unterschied bei der arthroskopischen Versorgung der vorderen Schulterinstabilität mit Fadenankern- vs. knotenfreien Ankersystemen hinsichtlich der Rezidivrate (74).

Die Ergebnisse dieser Studie, bezogen auf die Rezidivrate bei knotenfreien Ankern, sind auch vergleichbar mit der aktuellen Studie von Zhaowen et al. (130). Es wurden 87 Patienten arthroskopisch mit Fadenankern beziehungsweise mit knotenfreien Ankern stabilisiert (130). Davon wurden 45 Patienten mit Fadenankern (Gruppe I, Arthrex Inc.) und 42 Patienten mit knotenfreien Ankern (Gruppe II, PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc.) versorgt. Der durchschnittliche FU betrug 2,7 Jahre. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant bezüglich der Reluxationsrate (130). Lediglich ein Patient der Gruppe I (2,2%) erlitt postoperativ eine Reluxation nach 16 Monaten. Bei keinem Patienten der Gruppe II (0%) konnte eine Rezidivluxation nachgewiesen oder dokumentiert werden ($p>0,05$) (130). Des Weiteren beschrieben Zhaowen et al. einen Verlust von 3° Außenrotation (Gruppe I) vs. 4° Außenrotation (Gruppe II) bei adduziertem Arm und eine vermehrte Flexion postoperativ von 2° (Gruppe I) vs. 3° (Gruppe II) ($p>0,05$) der betroffenen Seite (130).

In der Studie von Cho et al. erzielte die Versorgung mit Fadenankern (Gruppe I: Mini-Revo-Anker[®], Fa. Linvatec, Largo, FL, USA) gegenüber der Versorgung mit knotenfreien Ankern (Gruppe II: Knotless-Anker, Fa. Mitek, Norwood, MA, USA) auffallend bessere Ergebnisse hinsichtlich der Reluxationsrate ($p=0,012$) (18). Im Patientenkollektiv befanden sich 82 Patienten. 61 Patienten befanden sich in Gruppe I und 21 Patienten in Gruppe II (18). Es zeigte sich eine Rezidivrate von 4,9% ($n=3$) in Gruppe I und von 23,8% ($n=5$) in Gruppe II ($p=0,012$) (18). Die Bewegungsausmaße, Flexion und Außenrotation, waren in beiden Gruppen (Gruppe I vs. Gruppe II) nicht signifikant unterschiedlich (18). Das Außenrotationsdefizit bei adduziertem Arm wurde in beiden Gruppen mit 4° beschrieben (18). In Gruppe I kam es zu einem Verlust der Flexion um 1° und in Gruppe II erlangten die Patienten ein Plus im Flexionsvermögen von 4° postoperativ ($p>0,05$) (18). Des Weiteren war der Patientenzufriedenheitsscore statistisch unterschiedlich ($p<0,007$) (18). Hier zeigte sich eine bessere Patientenzufriedenheit zugunsten der Patienten der Gruppe I (18). In der Arbeit von Cho et al. konnte die Rezidivrate bezüglich der knotenfreien Anker in den Versagensmechanismen dieses Systems oder der Lernkurve der arthroskopischen Versorgung von anteroinferioren Schulterinstabilitäten vermutet werden, die in der Literatur auch von anderen Autoren beschrieben wurden (18, 66, 78, 84, 95).

Ein hauptsächlicher Versagensmechanismus der Fadenanker liegt in der „Ösen-Anker-Schnittstelle“ (Eyelet-Anchor-Interface), wie es Meyer et al. in ihrer Arbeit beschrieben haben (88). Des Weiteren beschrieben Kim et al. in einer aktuellen Studie, dass es zu

einem Knoten-Migrations-Risiko nach intraartikulär bei dem Setzen von Einzelnähten kommt (69). Unmittelbar nach der arthroskopischen Stabilisierung kann sich durch passive Mobilisierung das Knotenkonvolut in Richtung Glenoid und Gelenkfläche verschieben (69). In einer Studie von Joseph et al. erreichten diesbezüglich die Fadenanker eine Reluxationsrate von 6,9% bei einem FU von zwei bis fünf Jahren (66). Ein gemeinsamer Versagensmechanismus der Fadenanker und knotenfreien Anker wird im „Suture-Tissue-Interface“ (Naht-Gewebe-Schnittstelle) gesehen (95). Bei den knotenfreien Ankersystemen wird das „Anchor-Bone-Interface“ (Anker-Knochen-Schnittstelle) als Versagensmechanismus zusätzlich beschrieben (95). Die knotenfreien Ankersysteme zeigen vergleichbar gute kurzzeitige Ergebnisse bezogen auf die Rezidivrate (18, 28, 45, 56, 74, 85, 92, 126, 130).

Bei der klinischen Nachuntersuchung des Patientenkollektivs der vorliegenden Arbeit (n=52) zeigte sich ein Außenrotationsdefizit von durchschnittlich 15° in Gruppe I vs. 0° in Gruppe II bei adduziertem Arm und bei 90° abduziertem Arm von durchschnittlich 8° in Gruppe I vs. 10° in Gruppe II. Statistisch signifikant war die Außenrotation bei adduziertem Arm in Gruppe I vs. Gruppe II (p=0,002). Diese Ergebnisse sind wie oben genannt vergleichbar mit den Angaben anderer Autoren (28, 45, 56, 92).

Deutlich größere Einschränkungen (5° bis 25° Außenrotationsdefizit) fanden sich bei der Versorgung von Schulterinstabilitäten mittels offener chirurgischer Verfahren (64, 65, 68). Das geringere Ausmaß an einem Außenrotationsdefizit bei arthroskopischen anteroinferioren Schulterstabilisierungen wird in der Literatur als Vorteil im Vergleich zum offenen Verfahren beschrieben (16, 23, 38). Als weiteren Vorteil in Form eines geringeren Außenrotationsdefizits kann die knotenfreie Fixierung des Kapsel-Labrum-Komplexes gegenüber der Verwendung von Fadenankern sowie das fehlende Knotenkonvolut vermutet werden (94).

Des Weiteren basierte die klinische Nachuntersuchung des Patientenkollektivs (Gruppe I vs. Gruppe II) auf der Auswertung spezifischer Schulterfunktionsscores. Der Constant- und Rowe-Score sind führende klinische Scores zur Bewertung der Schulterfunktion und werden bevorzugt von vielen Autoren verwendet, obwohl der Constant-Score nicht das Untersuchungskriterium der Schulterstabilität berücksichtigt. Diesbezüglich wird der Rowe-Score vorrangig verwendet. Verglichen mit der aktuellen Literatur zeigte die arthroskopische Versorgung der anteroinferioren Schulterinstabilität mittels Fadenanker vs. knotenfreie Anker, in den schulterspezifischen Scores, dieser Arbeit „gute“ bis „sehr gute“ Ergebnisse (28, 74, 130).

In der Studie von Zhaowen et al. erzielten die Patienten mit Fadenankern (Arthrex Inc.) im Constant-Score durchschnittlich 92 Punkte und die Patienten, die mit knotenfreien Ankern versorgt wurden (PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc.), 89 Punkte ($p=0,812$) (130). Kocaoglu et al. zeigten, dass die Patienten mit Fadenankern (Metallic-Anker, Arthrex Inc., Florida, USA) im Rowe-Score postoperativ durchschnittlich 92 Punkte erzielten, die Patienten, die mit knotenfreien Ankern (PEEK-PushLock[®]-Anker, Arthrex Inc., Florida, USA) versorgt wurden, 91,2 Punkte und Garofalo et al. zeigten bei der Versorgung mit knotenfreien Ankern (Mitek, Westwood, MA, USA) einen durchschnittlichen postoperativen Constant-Score von 92 Punkten und Rowe-Score von 93 Punkten (28, 74).

In der Literatur fanden sich keine vergleichbaren Angaben hinsichtlich des Walch-Duplay Scores, Western Ontario Shoulder Instability Index und Melbourne Instability Shoulder Score sowie dem Subjective Shoulder Value bei der arthroskopischen anteroinferioren Schulterstabilisierung mittels Fadenanker- vs. knotenfreien Ankern, welche in dieser Arbeit evaluiert wurden.

In dieser Arbeit wurden zudem postoperativ Röntgenaufnahmen in anteroposteriorer, axialer und Y-Projektion durchgeführt. Beim Patientenkollektiv der vorliegenden Untersuchung konnten milde osteophytäre Anbauten an Humerus und/oder Glenoid nachgewiesen werden. Die röntgenologische Klassifikation in dieser Studie erfolgte nach Samilson und Prieto (102).

Hovellius et al. weisen in ihrer Studie darauf hin, dass nach 10 Jahren bei 11% der Patienten mit einer milden und bei 9% mit einer mittleren bis schweren Arthrose gerechnet werden muss (51, 53). In Studien konnte belegt werden, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Arthrose weder von dem Vorliegen einer Hill-Sachs-Läsion oder einer knöchernen Bankart-Läsion noch von der Anzahl der Rezidivluxationen abhängt. Vielmehr begünstigen folgende Faktoren eine Arthrose: ein tendenziell höheres Alter zum Zeitpunkt der Erstluxation und die Zeit zwischen dem Trauma und dem Zeitpunkt der Operation (43, 102, 125).

Nach Samilson und Prieto lassen sich drei Ursachen der Arthroseentstehung an der instabilen Schulter unterscheiden: 1. Ein tendenziell höheres Alter des Patienten bei der Erstluxation der Schulter begünstigen eine Arthrose. 2. Die linke Schulter ist häufiger betroffen, als es die Häufigkeit von Linkshändern in der Gesamtbevölkerung erwarten lässt. 3. Eine hintere (posteriore) Schulterluxation führt häufiger zur Instabilitätsarthrose als eine anteriore Schulterluxation, besonders wenn sie verzögert nach einem

Ereignis/Trauma reponiert wird, woraus sich vermuten lässt, dass die Erstluxation eine Instabilitätsarthrose auslösen kann und weitere Rezidivluxationen der Schulter eine untergeordnete Rolle spielen (102, 125).

Bei arthroskopisch versorgten Patienten kommt hinzu, dass es als schwierig gilt festzustellen, ob die Erstluxation oder die operative Versorgung die Arthrose ausgelöst hat (125). Faktoren, die eine postoperative Arthrose begünstigen, sind: ein zu eng genähter Kapsel-Labrum-Komplex mit exzentrischer Glonoidbelastung auf der Gegenseite; Anker, die zur Stabilisierung eingebracht wurden, welche Knorpelschäden bei inkorrekt platzierter am Glenoid und am Humeruskopf auslösen können; eingebrachte knöcherne oder metallische Barrieren der extraanatomischen Verfahren, die ein Anschlagen des Humerus bedingen und ihn so schädigen können (43, 125).

Die signifikanten Bewegungsumfänge und die statistisch ausgewerteten unterschiedlichen schulterspezifischen Scores, einschließlich der Beurteilungskriterien *Schmerz* und *Beweglichkeit*, zeigen nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung in dieser Arbeit im Vergleich zwischen Gruppe I vs. Gruppe II (Fadenanker vs. knotenfreie Anker), einen potenziellen Vorteil zugunsten der knotenfreien Ankersysteme.

4.2 Schlussfolgerung

Zielsetzung der vorliegenden Studie war es, die hier gezeigten arthroskopischen Stabilisationsverfahren mittels Fadenanker vs. knotenfreier Anker im Vergleich mit der aktuellen Literatur zu evaluieren. Es lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse der vorliegenden retrospektiven Studie zeigen, dass anteroinferiore Schulterinstabilitäten nach erfolgter Luxation mit einem hohen Prozentsatz erfolgreich mittels einer arthroskopischen Versorgung mit Fadenankern oder knotenfreien Ankern, behandelt werden können.

Lediglich im Punkt Rezidivinstabilität (z. B. Art der Fixierung Gruppe I vs. Gruppe II) und/oder Arthrose (Knotenkonvolut) hätte man einen Unterschied erwarten können, der durch diese Arbeit nicht bestätigt werden konnte.

Der Erfolg beider arthroskopischen Verfahren (Fadenanker vs. knotenfreier Anker) basiert gemäß der aktuellen Literatur auf der anatomischen Rekonstruktion der jeweiligen Strukturen unter der Schonung des Musculus subscapularis. Dies konnte

durch diese Studie bestätigt werden.

Trotz 5 positiver Apprehension-Tests (Gruppe I: n=2, Gruppe II: n=3) im Patientenkollektiv der vorliegenden Untersuchung konnte die arthroskopische Versorgung der anteroinferioren Schulterinstabilität mittels Fadenanker vs. knotenfreie Anker als erfolgreich angesehen werden (0% Rezidivluxationen in Gruppe I vs. Gruppe II).

Bei den Patienten, die arthroskopisch mit knotenfreien Ankern (PEEK-PushLock[®]-Anker und BioComposite-PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) versorgt worden waren, konnten eindeutig bessere Ergebnisse bezüglich der Parameter Außenrotation, Abduktion und hohe Innenrotation aufgezeigt werden.

Darüber hinaus zeigte die arthroskopische Versorgung mit knotenfreien Ankern in den Unterpunkten *Schmerz* und *Beweglichkeit* sowie hinsichtlich der spezifischen Schulterfunktionsscores signifikant bessere Resultate. Diese Funktionsunterschiede können nicht durch das Material sondern durch die geänderte Technik auf Basis des Materials erklärt werden.

Schlussfolgernd lässt sich aus den hier aufgezeigten Ergebnissen dieser Arbeit, verglichen mit der aktuellen Literatur zum Thema arthroskopische Versorgung von Schulterinstabilitäten mittels Fadenanker oder knotenfreie Anker, ein potenzieller Vorteil der Verwendung knotenfreier Ankersysteme bei der arthroskopischen anteroinferioren Schulterstabilisierung hinsichtlich des Bewegungsumfangs (Außenrotation, Abduktion und hohe Innenrotation), der Schmerzsituation und der schulterspezifischen Schulterfunktionsscores aufzeigen.

Im Rahmen der chirurgischen Versorgung von anteroinferioren Schulterinstabilitäten geht der Trend eindeutig in Richtung minimal-invasiver Techniken, da die Reluxationsraten nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung mittlerweile sehr niedrig sind und mit denen der offenen chirurgischen Versorgung bei gleichzeitiger geringerer Morbidität des Musculus subscapularis vergleichbar sind.

5. Literaturverzeichnis

1. Alentorn-Geli E et al.: Return to sport after arthroscopic capsulolabral repair using knotless suture anchors for anterior shoulder instability in soccer players: minimum 5-year follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016; 24: 440–446
2. Altchek DW, Warren RF, Skyhar MJ, et al. T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirektionale instability of the anterior and inferior types. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 105–112
3. Ambacher T. Fortschritte in der arthroskopischen Kapsel-Labrum-Rekonstruktion bei ventraler Schulterinstabilität. *Orthopäde* 2011; 40: 31–40
4. Arciero RA, Wheeler JH, Ryan JB, McBride JT. Arthroscopic Bankart repair versus nonoperativ treatment for acute, initial anterior shoulder dislocations. *Am J Sports Med* 1994; 22: 589–594
5. Baykal B, Sener S, Turkan H. Scapular manipulation technique for reduction of traumatic anterior shoulder dislocations: experiences of an academic emergency department. *Emerg Med J* 2005; 22: 336–338
6. Bayley JIL. The classification of shoulder instability – new light throughnold windows. Presented: 16th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and elbow, England, Ungarn: 2002
7. Bigliani LU, Newton PM, Steinmann SP et al. Glenoid rim lesion associated with recurrent anterior dislocation of the shoulder. *Am J Sports Med* 1998; 26: 41–45
8. Bois AJ, Fening SD, Polster J, Jones MH, Miniaci A. Quantifying glenoid bone loss in anterior shoulder instability. Reliability and accuracy of 2-dimensional and 3-dimensional computed tomography measurement techniques. *AJMS* 2012; 1–9
9. Bottoni CR, Wilckens JH, DeBerardino TM, D'Alleyrand JC, Rooney RC, Harpstrite JK, Arciero RA. A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations. *Am J Sports Med* 2002; 30: 576–580
10. Brophy RH, Marx RG. The Treatment of traumatic anterior instability of the shoulder: nonoperative and surgical treatment. *Arthroscopy* 2009; 25: 298–304
11. Brunner UH. Klinische Untersuchung der Schulter. In: Habermeyer P. *Schulterchirurgie*. München: Urban & Fischer, 2001

12. Brunner UH, Nadjar R. Knöcherner Begleitverletzungen nach Schulterluxation. *Arthroskopie* 2007; 20: 193–202
13. Burkhardt SS, De Beer JF. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs-lesion. *Arthroscopy* 2000; 16: 677–694
14. Burkhart SS, Tehrany AM. Arthroscopic subscapularis tendon repair: technique and preliminary results. *Arthroscopy* 2002; 17: 454–463
15. Calandra JJ, Baker CL, Uribe J. The incidence of Hill-Sachs-lesion in initial anterior shoulder dislocation. *Arthroscopy* 1989; 5: 254–257
16. Caspari RB. Arthroscopic reconstruction for anterior shoulder instability. *Tech Orthop* 1988; 3: 59–66
17. Castagna A, Markopoulos N, Conti M, Delle Rose G, Papadakou E, Garofalo R. Arthroscopic bankart suture-anchor repair: radiological and clinical outcome at minimum 10 years of follow-up. *Am J Sports Med.* 2010; 38 (10): 2012–2016
18. Cho NS, Lubis Andri MT, Ha JH, Rhee YG. Clinical Results of Arthroscopic Bankart Repair With Knot-Tying and Knotless Suture Anchors. *Arthroscopy* 2006; 22: 1276–1282
19. Chuang TY, Adams CR, Burkhart SS. Use of preoperative three-dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy* 2008; 24: 376–382
20. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987; 214: 160–164
21. Cullen DM, Breidahl WH, Janes GC. Diagnostic accuracy of shoulder ultrasound performed by a single operator. *Australas radiol* 2007; 51: 226–229
22. Drerup S, Angst F, Griffin S, Flury MP, Simmen BR, Goldhahn J. Western Ontario Shoulder Instability Index: Übersetzung und transkulturelle Anpassung für den deutschsprachigen Gebrauch. *Orthopäde* 2010; 39: 711–718
23. Dora C, Gerber C. Shoulder function after arthroscopic anterior stabilization of glenohumeral joint using absorbable tac. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9: 294–298
24. Eisenschenk A, Loew M, Lill H, Scheibel M, Pfahler M. Untersuchungstechniken des Schultergelenks. *Obere Extremität. Schulter, Ellenbogen, Hand.* 2012, Band 7: Supplement 1

25. Flatow EL, Warner JJP. Instability of the shoulder: Complex problems and failed repairs. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80: 122–140
26. Fuchs B, Jost B, Gerber C. Posterior inferior capsular shift for the treatment of recurrent, voluntary posterior subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 16–25
27. Gagey OJ, Gagey N. The hyperabduction test. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 69–74
28. Garofalo R, Mocci A, Moretti B et al. Arthroscopic treatment of anterior shoulder instability using knotless suture anchors. *Arthroscopy* 2005; 21 (11): 1283–1289
29. Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. Arthroscopic treatment of anterior-inferior glenohumeral instability. Two- to five year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82-A (7): 991–1003
30. Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 505–515
31. Gerber C, Hersche O, Farron A. Isolated rupture of the subscapularis tendon: results of operative repair. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1015–1023
32. Gerber C, Nyffeler RW. Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res*; 2002; 65–76
33. Gerber C. Observations on the classification of instability. In: Warner JP, Iannotti JP, Gerber C, eds. *Complex and revision problems in shoulder surgery*. Lippincott-Raven, Philadelphia 1997: 9–19
34. Giacomo GD, Itoi E, Burkhart SS. Evolving concept of bipolar bone loss and the Hill-Sachs-lesion: From “engaging/non-engaging” lesion to “on-track/off-track” lesion. *Arthroscopy* 2014; 30 (1): 90–98
35. Gilbert MK, Gerber C. Comparison of the subjective shoulder value and the Constant-score. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 717–721
36. Glombik TM. Instabile Schulter. *Trauma Berufskrankh* 2004; 6: 126–133
37. Gonzalez D, Lopez R. Concurrent rotator cuff tear and brachial plexus palsy associated with anterior dislocation of the shoulder. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 620–621
38. Green MR, Christensen KP. Arthroscopic Bankart procedure: Two- to five year follow-up with clinical correlation to severity of glenoid labral lesion. *Am J Sports Med* 1995; 23: 276–281

39. Greiner S, Herrmann S, Gerhardt C, Scheibel M. Klassifikation und Diagnostik der instabilen Schulter. *Orthopäde* 2009; 38: 6–15
40. Griffith JF, Antonio GE, Yung PSH et al. Prevalence, pattern and spectrum of glenoid bone loss in anterior shoulder dislocation CT analysis of 218 patients. *AJR* 2008; 190: 1247–1254
41. Habermeyer P, Gleyze P, Rickert M. Evolution of lesions of the labrum-ligament-complex in posttraumatic anterior shoulder instability: A prospective study. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8: 66–74
42. Habermeyer P, Lichtenberg S. Diagnostik und Therapie der vorderen und hinteren Schulterluxation. *Chirurg* 2003; 74: 1078–1088
43. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Schulterinstabilitäten. *Orthopäde* 2004; 33: 847–873
44. Habermeyer P. *Schulterchirurgie*. 3. Auflage, München: Urban & Fischer Verlag, 2002
45. Hayashida K, Yoneda M, Mizuno N, Fukushima S, Nakagawa S. Arthroscopic Bankart repair with knotless suture anchor for traumatic anterior shoulder instability: Results of short-term Follow-up. *Arthroscopy* 2006; 22 (6): 620–626
46. Hedtmann A, Heers G. Klinische und radiologische Untersuchung der Schulter. *Orthopäde und Unfallchirurgie* 2006; 271–302
47. Hertel R, Ballmer FT, Lombert SM, Gerber C. Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5: 307–313
48. Hodler J, Fretz CJ, Terrier F, et al. Rotator cuff tears: correlation of sonographic and surgical findings. *Radiology* 1988; 169: 791–794
49. Hoelen MA, Burgers AM, Rozing PM. Prognosis of primary anterior shoulder dislocation in young adults. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; 110: 51–54
50. Hobby et al. 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; 89 (9): 1188–1196
51. Hovelius L, Augustini BG, Fredin H, Johansson O, Norlin R, Thorling J. Primary anterior dislocation of the shoulder in young patients. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 16771–684

52. Hovelius L, Eriksson K, Fredin H, et al. Recurrences after initial dislocation of the shoulder. Results of a prospective study of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 343–349
53. Hovelius L. Incidence of shoulder dislocation in Sweden. *Clin Orthop Rel Res* 1982; 166: 127–131
54. Hsu H-C, Luo Z-P, Cofield RH, An K-N. Influence of rotator cuff tearing on glenohumeral stability. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6: 413–422
55. Huber WP, Putz RV. Periarticular fiber system of the shoulder joint. *Arthroscopy* 1997; 13: 680–691
56. Ide J, Maeda S, Takagi K. Arthroscopic Bankart repair using suture anchors in Athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 2004; Vol. 32, No. 8
57. Itoi E, Hatakeyama Y, Urayama M, et al. Position of immobilization after dislocation of the shoulder. A cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 385–390
58. Itoi E et al: 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: 35–46
59. Jackins S, Matsen F. Management of shoulder instability. *J Hand Ther.* 1994; 7 (2): 99–106
60. Jaeger M, Maier D, Ogon P, Köstler W, Südkamp NP. Geschlossene und operative Therapieverfahren bei Schulterluxationen. *Trauma Berufskrankh* 2008; 10: 295–302
61. Jakobsen BW, Johannsen HV, Suder P, Sojbjerg JO. 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: 118–123
62. Jensen KU, Bongaerts G, Schneider S, Bruhn R. Selbsteinschätzungsbogen auf Grundlage des Rowe-Scores von 1982. *Obere Extremität* 2009; 4: 178–183
63. Jerosch J, Castro WHM. Shoulder instability in Ehlers-Danlos syndrome: An indication for surgical treatment? *Acta Orthop Belg* 1990; 56:451–453
64. Jolles BM, Pelet S, Farron A. Traumatic recurrent anterior dislocation of the shoulder : two- to four-year follow-up of an anatomic open procedure. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13: 30–34
65. Jorgensen U, Svend-Hansen H, Bak K, Pederson I. Recurrent post-traumatic anterior shoulder dislocation-open versus arthroscopic repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 1999; 7: 118–124

66. Joseph C, Tauro MD. Arthroscopic inferior capsular split and advancement for anterior and inferior shoulder instability: technique and results at 2- to 5-year follow-up. *Arthroscopy* 2000; 16 (5): 451–456
67. Jäger A, Braune C, Eisenhart- Rothe RMOv, Wiedemann E. Arthroskopische vs. offene Stabilisierung der Schulter. *Arthroskopie* 2004; 17: 171–178
68. Kartus J, Ejerhed L, Funck E, Kohler K, Sernert N, Karlsson J. Arthroscopic and open shoulder stabilization using absorbable implants. A clinical and radiographic comparison of two methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998; 6: 181–188
69. Kim SH, Crater RB, Hargens AR. Movement-induced knot migration after anterior stabilization in the shoulder. *Arthroscopy* 2013; 29 (3): 485–490
70. Kim SH, et al. Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two- to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A (8): 1511–1518
71. Kim SH, Park JS et al. Intra-articular repair of an isolated partial articular-surface tear of the subscapularis tendon. *Am J Sports Med* 2005; 33: 1825–1830
72. Kirkley A, Griffin S, Richards C, Miniaci A, Mohtadi N. Prospective randomized clinical trial comparing the effectiveness of immediate arthroscopic stabilization versus immobilization and rehabilitation in first traumatic anterior dislocation of the shoulder. *Arthroscopy* 1999; 15: 507–514
73. Kirkley A, Werstine R, Ratjek A, Griffin S. Prospective randomized clinical trial comparing the effectiveness of immediate arthroscopic stabilization versus immobilization and rehabilitation in first traumatic anterior dislocation of the shoulder: long-term evaluation. *Arthroscopy* 2005; 21: 55–63
74. Kocaoglu B, Guven O, Nalbantoglu U, Aydin N, Haklar U. No difference between knotless sutures and suture anchors in arthroscopic repair of Bankart lesions in collision athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17: 844–849
75. Kroner K, Lindt T, Jensen J. The epidemiology of shoulder dislocations. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989; 108: 288–290
76. Kropf EJ, Tjoumakaris FP, Sekiya JK. Arthroscopic shoulder stabilization: is there ever a need to open?. *Arthroscopy* 2007; 23 (7): 779–784
77. Larrain MV et al. Arthroscopic management of traumatic anterior shoulder instability in collision athletes: analysis of 204 cases with a 4- to 9-year follow-up and results with the suture anchor technique. *Arthroscopy* 2006; 22 (12): 1283–1289

78. Lippitt S, Matsen F. Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Rel Res* 1993; 291: 20–28
79. Loew M, Zhomsen M, Rickert M, Simank HG. Verletzungsmuster bei der Schulterluxation des älteren Patienten. *Unfallchirurg* 2001; 104: 1181–55
80. Malgaigne JF. Die Knochenbrüche und Verrenkungen. Riegersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1856
81. Matsen FA, Fu FH, Hawkins RJ. The shoulder. A balance of mobility and stability. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont/IL 1993
82. Matsen FA, Lippitt SB, Sidles JA, Harryman DT. Practical evaluation and management of the shoulder. Saunders, Philadelphia 1994: 59–109
83. McRae R. Pocketbook of Orthopaedics and Fractures 2nd Edition. Churchill Livingstone Elsevier 2006: 276–280
84. Meyer DC, Gerber C. Failure of anterior shoulder instability repair caused by eyelet cutout of absorbable suture anchors. *Arthroscopy* 2004; 20 (5): 521–523
85. Milano S, Grasso A, Domenico A, Santagana DA, Saccomanno MF, Deriu L, Fabbriani C. Comparison between metal and biodegradable suture anchors in the arthroscopic treatment of traumatic anterior shoulder instability: a prospective randomized study. *Knee Surg Traumatol Arthrosc* 2010; 18: 1785–1791
86. Moroder P et al: Anterior shoulder instability is associated with an underlying deficiency of the bony glenoid concavity. *Arthroscopy* 2015; 31: 1223–1231
87. Nebelung W, Jäger A, Wiedemann E. Rationales of arthroscopic shoulder stabilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122: 472–487
88. Neviaser TJ. The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability for the shoulder. *Arthroscopy* 1993; 9: 17–21
89. Neviaser TJ. The GLAD lesion: another cause of anterior shoulder pain. *Arthroscopy* 1993; 9: 22–23
90. Noonan TJ, Tokish JM, Briggs KK, Hawkins RJ. Laser-assisted thermal capsulorrhaphy. *Arthroscopy* 2003; 19 (8): 815–819
91. Oestern HJ, Jansen T, Meyer-Schell. Traumatische Schulterluxation. *Trauma Berufskrankh* 2002; 2: 104–109
92. Oh JH, Lee HK, Kim JY, Kim SH, Gong HS. Clinical and radiologic Outcomes of arthroscopic glenoid labrum repair with the BioKnotless suture anchor. *The American Journal of Sports Medicine* 2009; Vol. 37, No. 12

93. Paul J, Vogt S, Tischer T, Imhoff AB. Die arthroskopische ventrale Schulterstabilisierung. *Orthopäde* 2009; 38: 31–35
94. Pilge H, Imhoff AB. Arthroskopische Schulterstabilisierung. *Arthroskopie* 2007; 20: 186–192
95. Ranawat et al. Modes of failure of knotted and knotless suture anchors in an arthroscopic Bankart repair model with the capsulolabral tissue intact. *Am J Orthop*. 2011; 40 (3): 134–138
96. Regauer M, Mutschler W. Schulterluxation. Jauch KW, Mutschler W, Wichmann MW, eds. *Chirurgie Basisweiterbildung*. Heidelberg, Germany: Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2007: 433–439
97. Regauer M, Tischer T, Kanz KG, Schieker M, Kettler M, Mutschler W. Modifizierte Skapulamanipulationstechnik – schonende Reposition bei ventraler Schulterluxation. *Orthopädie und Rheuma* 2005; 6: 34–39
98. Robinson CM, Jenkins PJ, White TO, Ker A, Will E. Primary arthroscopic stabilization for a first-time anterior dislocation of the shoulder. A randomized, double-blind trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 708–721
99. Rowe CR, Patel D, Southmayd WW. The Bankart procedure: a long-term end-result study. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60 (1): 1–16
100. Rowe CR, Sakellarides HT. Factors related to recurrences of anterior dislocations of the shoulder. *Clin Orthop* 1961; 20: 40–48
101. Rowe CR, Zarins B. Recurrent transient subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 863–872
102. Samilson RL, Prieto V. Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65 (4): 456–460
103. Scheibel M, et al. Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. *Am J Sports Med* 2007; 35 (7): 1153–1161
104. Scheibel M, Imhoff A. Definition, Klassifikation und klinische Diagnostik der instabilen Schulter. *Arthroskopie* 2004; 17: 139–145
105. Scheibel M, Krauss N, Gerhardt C, Haas NP. Anteriore Glenoidranddefekte der Schulter. *Orthopädie* 2009; 38: 41–53
106. Scheibel M, Kraus N, Diederichs G, Haas NP. Arthroscopic reconstruction of chronic anteroinferior glenoid defect using an autologous tricortical iliac crest bone grafting technique. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008; 128: 1295–1300

107. Schofer MD, Diehl A, Theisen C et al. Anterior shoulder instability – the current situation. *Z Orthop Unfall* 2010; 148 (1): 83–89
108. Seybold D, Gekle C, Fehmer T et al. Immobilization in external rotation after primary shoulder dislocation. *Chirurg* 2006; 77: 821–826
109. Simank HG, Dauer G, Schneider S, Loew M. Incidence of rotator cuff tears in shoulder dislocations and results of therapy in older patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006; 126: 235–240
110. Sobotta J. *Atlas der Anatomie des Menschen. Band 1*, München: Urban & Fischer, 1993
111. Stimson LA. An easy method of reducing dislocation of the shoulder and hip. *Med Record* 1900; 57: 356–357
112. Sugaya H, Morrishi J, Dohi et al. Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Surg Am* 2003; 85: 878–884
113. Tamai K, Okinaga S, Ohtsuka M, Inokuchi A. Fibrous architecture of the glenoid labrum. In: Takagishi N. *The shoulder. Professional Postgraduate Services*, Tokyo 1986
114. Taylor D, Arciero R. Pathologic changes associated with shoulder dislocations. *Am J Sports Med* 1997; 25: 306–311
115. Thal R et al. Arthroscopic Bankart repair using knotless or Bioknotless suture anchors: 2- to 7-year results. *Arthroscopy* 2007; 23 (4): 367–375
116. Thomas SC, Matsen FA. An approach to the repair of avulsion of the glenohumeral ligaments in the management of traumatic anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg* 1989; 71: 506–513
117. Tischer T, Vogt S, Imhoff AB. Arthroscopic stabilization of the shoulder with suture anchors with special reference to the deep anterior-inferior portal (5.30 o'clock). *Oper Orthop Traumatol* 2007; 19 (2): 133–154
118. Torg JS, Balduini FC, Bonci C, et al. A modified Bristow-Helfet-May procedure for recurrent dislocation and subluxation of the shoulder. Report of two hundred and twelve cases. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69 (6): 904–913
119. Van der Linde JA, van Kampen DA, Terwee CB, Dijkman LM, Kleinjan G, Willems WJ. Long-term results after arthroscopic shoulder stabilization using suture anchors: an 8- to 10-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2011; 39 (11): 2396–2403

120. Walch G. Directions for the use of the quotation of anterior instabilities of the shoulder. In: First Open Congress of the European Society of Surgery of the Shoulder and Elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 86-A Suppl. 2: 35–40
121. Walch G, Liotard JP, Boileau P, Noel E. Postero-superior glenoid impingement. Another shoulder impingement. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1991; 77 (8): 571–574
122. Walch G, Molé D. Instabilités et luxations de l'épaule. Editions Techniques-Encycl. Méd. Chir., Paris: Appareil Locomoteur. 14037, 1991; A10: 1–14
123. Wanner A, Rechl H, Frank J, Marzi I, Gradingner R, Trentz O. Halte- und Bewegungsapparat. Bruch HP. und Trentz O, eds. *Chirurgie*, München: Urban & Fischer, 2008: 329–547
124. Watson L, Story I, Dalziel R, Hoy G, Shimmin A, Woods D. A new clinical outcome measure of glenohumeral joint instability: The MISS questionnaire. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14: 22–30
125. Wiedemann E, Jäger A, Nebelung W. Pathomorphologie der Schulterinstabilität. *Orthopäde* 2009; 38: 16–23
126. Witney-Lagen C, Perera N, Rubin S, Venkateswaran B. Fewer anchors achieves successful arthroscopic shoulder stabilization surgery: 114 patients with 4 years of follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 382–387
127. Yamamoto A et al: Glenohumeral contact pressure with simulated anterior labral and osseous defects in cadaveric shoulders before and after soft tissue repair. *Am J Sports Med* 2014; 42: 1947–54
128. Yamamoto N et al: Effect of an anterior glenoid defect on anterior shoulder stability: a cadaveric study. *Am J Sports Med* 2009; 37(5): 949–54
129. Zervos-Kopp J. Ergotherapie Prüfungswissen Anatomie, Biologie und Physiologie, Deutschland: Georg Thieme Verlag KG, 2009
130. Zhaowen D, Kumar VP. Arthroscopic Bankart repair using knot-tying versus knotless suture anchors: Is there a difference?. *Arthroscopy* 2014; 30 (4): 422–427

Internetquellen:

131. Firma Arthrex (2016) URL: <http://www.arthrex.com/de/schulter/knotenlose-fadenanker>, Abruf 11.01.2016
132. Produktinformation Goniometer/Winkelmesser babinski.de URL: <http://www.babinski.de/catalog/images/produktbildergross/goniometer.jpg>, Abruf 11.01.2016

6. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Schematische Darstellung des periartikulären Fasersystems in der Ansicht von dorsal (40)
- Abb. 2: Schultergelenk von lateral nach Entfernung des Humeruskopfes (103)
- Abb. 3: Läsionen am vorderen Glenoidrand, Kapsel und Humeruskopf nach Habermeyer et al. (39)
- Abb. 4: Glenoidranddefekt in dreidimensionaler Computertomographie (3-D-CT) (Typ II) (Tab. 4) (99)
- Abb. 5: Glenoidranddefekt in dreidimensionaler Computertomographie (3-D-CT) (Typ III) (Tab. 4) (99)
- Abb. 6: Die Einschätzung der Defektgröße im axialen Röntgenbild (10)
- Abb. 7: True-a.-p.-Aufnahme; Luxation der linken Schulter nach anteroinferior (35)
- Abb. 8: Y-Aufnahme; Bestätigung der Luxation nach anteroinferior (35)
- Abb. 9: Axiale Aufnahme der Schulter (42)
- Abb. 10: Glenoidindex nach Chuang et al. (16)
- Abb. 11: Darstellung eines normalen Schultergelenks, nach Luxation sowie nach Immobilisation in Außen- und Innenrotation (101)
- Abb. 12: Verteilung der Patienten nach Altersklassen
- Abb. 13: Fastak[®]-Fadenanker der Firma Arthrex (85)
- Abb. 14: knotenfreie Ankersysteme (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex) (121)
- Abb. 15: Darstellung der operativen Versorgung mittels Fadenanker (Fastak[®], Fa. Arthrex)
(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)
- Abb. 16: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex)
(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)
- Abb. 17: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex)
(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)

- Abb. 18: Darstellung der operativen Versorgung mittels knotenfreier Anker (PushLock[®]-Anker, Fa. Arthrex)
(Aus der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin)
- Abb. 19: Nachbehandlungsschema nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung
- Abb. 20: Neutrall-Null-Stellung (119)
- Abb. 21: Universelles Goniometer (122)
- Abb. 22: Apprehension-Test (9)
- Abb. 23: Relokations-Test (9)
- Abb. 24: Sulkuszeichen (9)
- Abb. 25: Hyperabduktionstest nach Gagey (98)
- Abb. 26: Belly-press-Test rechts positiv (21)
- Abb. 27: Belly-off-Zeichen rechts positiv (21)
- Abb. 28: Lift-off-Test der rechten Schulter (21)
- Abb. 29: Innenrotations-Lag-Zeichen rechts positiv (21)
- Abb. 30: True-a.-p.-Aufnahme eines rechten Schultergelenks (115)
- Abb. 31: Axiale Aufnahme eines rechten Schultergelenks (115)
- Abb. 32: Y-Aufnahme eines rechten Schultergelenks (115)
- Abb. 33: Radiologische Klassifikation nach Samilson und Prieto (96)
- Abb. 34: Apprehension-Test zwischen Gruppe I vs. Gruppe II
- Abb. 35: Darstellung einer milden Omarthrose nach Samilson und Prieto (96); milde Arthrose (Grad 1)
- Abb. 36: Darstellung des Walch-Duplay Score im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II
- Abb. 37: Darstellung des Rowe-Score im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II

7. Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Einteilung der Schulterinstabilität nach Gerber (29)
- Tab. 2: Einteilung der Schulterinstabilitäten nach Matsen (109)
- Tab. 3: Klassifikation und Einteilung nach Bayley (5)
- Tab. 4: Klassifikation von anterioren Glenoiddefekten nach Scheibel et al. (99)
- Tab. 5: Indikationen zur konservativen Therapie der Schulterinstabilität (32, 39)
- Tab. 6: Operationsindikationen im Rahmen einer traumatischen Erstluxation der Schulter (39, 55)
- Tab. 7: Patientenkollektiv
- Tab. 8: Darstellung der Bewegungsausmaße (ROM: range of motion) in Gruppe I vs. Gruppe II
- Tab. 9: Verteilung des Vorliegens des Sulkuszeichens und der Ergebnisse des Hyperabduktionstest nach Gagey im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II
- Tab. 10: Darstellung der radiologische Auswertung nach Samilson und Prieto im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II (96)
- Tab. 11: Bewertung des Western Ontario Shoulder Instability Index zwischen Gruppe I vs. Gruppe II
- Tab. 12: Auswertung des Constant-Score im Vergleich der Gruppe I vs. Gruppe II

8. Lebenslauf

"Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht."

9. Eidesstattliche Versicherung

Ich, Pit Fischer, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

**Klinisches und radiologisches Outcome nach arthroskopischer
anteroinferiorer Schulterstabilisierung
– Fadenanker- vs. knotenfreie Ankersysteme –**

selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik und Ergebnisse werden von mir verantwortet. Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der folgenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin werden von mir verantwortet. Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.

Datum, Unterschrift

10. Publikationsliste

Pit Fischer, Julia Wolke, David Krüger, Norbert Haas, Markus Scheibel
Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin
ehemaliger Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N.P. Haas

Langzeitergebnisse der postoperativen Immobilisation in Innen- vs. Außenrotation nach arthroskopischer anteroinferiorer Schulterstabilisierung

- 21. Jahreskongress der DVSE, Wiesbaden, 03.–05.04.2014, Meeting Abstract (V74)
- 31. AGA-Kongress, Innsbruck, 18.–20.09.2014, Meeting Abstract (P01–1062)
- 39. Berliner Chirurgentreffen – 25 Jahre Hauptstadtchirurgie, Berlin, 04.–05.09.2014, Meeting Abstract (P13)
- Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2014, Berlin, 28.–31.10.2014, Meeting Abstract (WI52–931)

Julia Wolke, Pit Fischer, Christian Gerhardt, Markus Scheibel
Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin
ehemaliger Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N.P. Haas

Klinisches und radiologisches Outcome nach arthroskopischer anteriorer Schultergelenksstabilisierung – Fadenanker- vs. knotenfreie Ankersysteme –

- 21. Jahreskongress der DVSE, Wiesbaden, 03.–05.04.2014, Meeting Abstract (V14)

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers/der betreuenden Hochschullehrerin:

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin:

11. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt an erster Stelle Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Markus Scheibel für die Bereitstellung des Dissertationsthemas zur Ermöglichung einer Promotion.

Des Weiteren danke ich ganz herzlich Frau Dr. med. Julia Wolke für die stets hilfreiche Betreuung und konstruktive Hilfestellung während der Durchführung dieser Studie und dem gesamten Team der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie am Campus Virchow-Klinikum unter der Leitung des ehemaligen Centrumsdirektor Herrn Professor Dr. Dr. Norbert P. Haas für die strukturellen Rahmenbedingungen und die Unterstützung meiner Promotion.

Dank auch dem Pflegepersonal der unfallchirurgischen Poliklinik, ohne deren Hilfe die Nachuntersuchungen der Patienten keinesfalls so reibungslos hätten ablaufen können.

Mein Dank gilt auch Herrn Bernd Schicke für die freundliche Beratung bei statistischen Fragestellungen.

Abschließend ein herzliches Dankeschön auch an meine Eltern Ilona und Ulrich Fischer, die mich in der Zeit des Studiums und der Promotion in jeder Hinsicht unterstützt haben.