

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie
Klinikum rechts der Isar
(Vorstand: Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff)

**Quantitativer Apprehension-Test:
Prospektive Evaluation eines neuen klinischen Tests zur Beurteilung des
Schadensausmaßes nach traumatischer anteroinferiorer Schulterluxation**

Eva-Leena Zenk

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

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny
Prüfer der Dissertation: 1. Priv.-Doz. Dr. P. U. Brucker
2. Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff

Die Dissertation wurde am 05.07.2013 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 04.06.2014 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis	7
2	Einleitung	9
2.1	Problemstellung.....	10
2.2	Ziele und Hypothesen.....	11
2.3	Anatomie und Biomechanik des Schultergelenks	12
2.3.1	Instabilitätsrelevante Anatomie des Schultergelenks.....	12
2.3.1.1	Knöcherne Konfiguration	12
2.3.1.2	Labrum glenoidale.....	13
2.3.1.3	Kapsel und glenohumerale Ligamente	13
2.3.1.4	Nervus axillaris.....	15
2.3.1.5	Rotatorenmanschette.....	15
2.3.2	Stabilisierungsmechanismen.....	16
2.3.2.1	Statische Mechanismen.....	16
2.3.2.2	Dynamische Mechanismen.....	18
2.4	Schulterinstabilität.....	20
2.4.1	Definition.....	20
2.4.2	Epidemiologie	20
2.4.3	Klassifikation.....	21
2.4.3.1	Klassifikation nach Matsen	21
2.4.3.2	Klassifikation nach Gerber und Nyffeler.....	22
2.4.4	Traumamechanismus der Schulterluxation	23
2.4.5	Pathomorphologie/Verletzungsfolgen.....	24
2.4.5.1	Läsionen am anterioren Glenoidrand.....	24
2.4.5.2	SLAP-Läsion	26
2.4.5.3	Hill-Sachs-Läsion	26
2.4.5.4	Läsionen der Rotatorenmanschette.....	27
2.4.5.5	Läsion des Nervus axillaris	27
2.4.6	Diagnostik.....	27
2.4.6.1	Anamnese	27
2.4.6.2	Klinische Untersuchung	28
2.4.6.3	Bildgebung	32
2.4.7	Therapie	33
2.4.7.1	Konservative versus chirurgische Therapie.....	33
2.4.7.2	Offene versus arthroskopische Therapie.....	34
2.4.7.3	Indikationen zur arthroskopischen Stabilisierung	35

2.4.7.4	Kontraindikationen zur arthroskopischen Stabilisierung	35
2.4.7.5	OP-Technik, Arthroskopischer Bankart-Repair	36
3	Material und Methodik	38
3.1	Patienten.....	38
3.1.1	Einschlusskriterien	38
3.1.2	Ausschlusskriterien	38
3.2	Präoperative Untersuchung.....	38
3.3	Intraoperative Dokumentation	41
3.4	Statistische Auswertung	41
3.5	Studienalgorithmus	43
4	Ergebnisse.....	44
4.1	Deskriptive Statistik.....	44
4.1.1	Präoperative Befunderhebung	44
4.1.1.1	Demographische Daten	44
4.1.1.2	Traumamechanismus.....	44
4.1.1.3	Anzahl stattgehabter Luxationen	45
4.1.1.4	Repositionsart	45
4.1.1.5	Rowe-Score	45
4.1.1.6	Re-Stabilisierung.....	45
4.1.2	Klinische Untersuchung	45
4.1.2.1	Laxitäts-Tests.....	46
4.1.2.2	Provokations-Tests	48
4.1.3	Intraoperativer Befund.....	54
4.1.3.1	Labrumläsion.....	54
4.1.3.2	Bandtyp nach Morgan	54
4.2	Interobserver-Reliabilität.....	55
4.2.1	Laxitäts-Tests	55
4.2.1.1	Gagey-Test	55
4.2.1.2	Sulcus-Test	55
4.2.1.3	a.p.-Translation	55
4.2.2	Provokations-Tests	56
4.2.2.1	Apprehension-Test mit Daumendruck (Instabilität).....	56
4.2.2.2	Apprehension-Test ohne Daumendruck (Instabilität)	57
4.2.2.3	Relocation-Test (Instabilität)	58
4.3	Korrelation klinischer – intraoperativer Befund.....	58
4.3.1	Gesamtes Patientenkollektiv	58
4.3.1.1	Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion	59
4.3.1.2	Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion.....	61

4.3.1.3	Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion.....	63
4.3.2	Selektiertes Patientenkollektiv: Re-Stabilisierungen exkludiert.....	64
4.3.2.1	Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation	65
4.3.2.2	Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation	66
4.3.2.3	Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation	67
4.3.3	Selektiertes Patientenkollektiv: Hyperlaxe Patienten exkludiert.....	67
4.3.3.1	Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten	68
4.3.3.2	Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten	69
4.3.3.3	Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten.....	70
5	Diskussion	73
5.1	Material	75
5.2	Methodik.....	75
5.3	Interobserver-Korrelationen	76
5.3.1	Provokations-Tests	76
5.3.2	Laxitäts-Tests	77
5.4	Korrelation klinischer – intraoperativer Befund.....	79
5.5	Ausblick.....	84
6	Zusammenfassung.....	85
7	Literaturverzeichnis	86
8	Abbildungsverzeichnis	110
9	Diagrammverzeichnis	111
10	Tabellenverzeichnis	112
11	Danksagung.....	114
12	Lebenslauf	115
13	Eidesstattliche Erklärung	116

Vielen Dank meiner Familie

1 Abkürzungsverzeichnis

°	Winkelgrad
a	Jahre
A., Aa.	Arteria, Arteriae
ABER	abduction external rotation
AC-Gelenk	Acromioclavicular-Gelenk
Art., Artt.	Articulatio, Articulationes
ALPSA	anterior labrum periosteal sleeve avulsion
AMBR II	atraumatic, multidirectional, bilateral, treated with rehabilitation / rarely with inferior capsular shift or closure of rotator interval
CHL	coracohumerales Ligament
cm, cm ²	Zentimeter, Quadratzentimeter
Fa.	Firma
GLAD	glenolabral articular disruption
HAGL	humeral avulsion of glenohumeral ligaments
ICC	intraclass-correlation coefficient (Intraklassen-Korrelationskoeffizient)
IGHL	inferiores glenohumerales Ligament
IGHL-AB	anteriores Band des IGHL
IGHL-PB	posteriores Band des IGHL
κ	Kappa
KI	Konfidenzintervall
LBS	lange Bizepssehne
Lig., Ligg.	Ligamentum, Ligamenta
M, Mm.	Musculus, Musculi
MGHL	mediales glenohumerales Ligament
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
CT	Computertomographie
N.	Nervus
N	Anzahl
p	Signifikanz
PAFS	periartikuläres Faser-System
Proc.	Processus
r _s	Spearman Korrelationskoeffizient
SA	Standardabweichung

SGHL	superiores glenohumerales Ligament
SLAP	superior labrum anterior and posterior
TGHI	transversaler glenohumeraler Index
Tub., Tubb.	Tuberculum, Tubercula
TUBS	traumatic, unidirectional Bankart lesion, treated with surgery

2 Einleitung

Eine Schulterinstabilität ist die Unfähigkeit des Patienten, den Humeruskopf in der Fossa glenoidalis zu zentrieren [131].

Frühe detailliert geschilderte Schulterluxationen gehen zurück auf Hippokrates (460 – 370 v. Chr.). Er propagierte neben ersten operativen Therapien der Schulterinstabilität das klassische hippokratische Repositionsmanöver, bei dem der Therapeut mithilfe einer in die Axilla platzierten Kugel mit seiner Ferse den Humeruskopf reponiert, während er gleichzeitig am Arm zieht. Anfang des 20. Jahrhunderts erkannte Perthes erstmals, neben der Erweiterung der anteroinferioren Kapsel und Rupturen der Rotatorenmanschette, auch Ablösungen des Labrums am inneren Pfannenrand als pathologisches Korrelat für rezidivierende Schulterluxationen und empfahl deren Wiederanheftung mit transglenoidalen Nähten und Klammern mit guten funktionellen Ergebnissen [124]. Diesem Konzept folgend betonte Bankart bereits 1923, dass die Kapsel- und Labrumablösung vom anterioren Glenoid die wesentliche Ursache wiederkehrender Luxationen sei, welche fortan auch als Bankart-Läsion bezeichnet wurde [9], [131].

Dieses Konzept ist bis heute gültig und bildet auch heute noch die Grundlage der Stabilisierungsoperationen [52], [131]. Aufgrund des enormen Spektrums an verschiedenen Manifestationen der Schulterinstabilität und der entsprechend unterschiedlichen Therapiewege – konservativ versus chirurgisch, arthroskopisch versus offen – ist eine exakte Diagnosestellung unabdinglich für eine davon ableitbare adäquate Therapie und deren Erfolg. Die Notwendigkeit einer optimalen Therapie wird durch die individuellen sowie sozioökonomischen Folgen der traumatisch bedingten Schulterinstabilität offenkundig: Einer Studie an englischen professionellen Rugbyspielern zufolge ist die Schulterluxation die schwerwiegendste Schultererkrankung, gemessen an der Reluxationsrate und der erforderlichen Länge der Sportkarenz [62]. Die unbehandelte oder therapierefraktäre Schulterinstabilität kann aber nicht nur für den jungen Sportler eine deutliche Einschränkung der Leistungsfähigkeit, mitunter sogar das Karriereende bedeuten: Auch der sportlich weniger ambitionierte Patient kann unter einer gravierenden Beeinträchtigung seiner Tätigkeit bis hin zur drohenden Berufsunfähigkeit leiden [72]. Zudem ist unter Patienten mit Schulterluxation die

Wahrscheinlichkeit, eine Omarthrose zu entwickeln, um den Faktor 10 – 20 erhöht [101].

2.1 Problemstellung

Eine exakte Kenntnis und Evaluation des intraartikulären Schadensausmaßes der Schulter, vor allem des Grades der Labrumläsion, ist für die adäquate chirurgische Therapie nach Schulterluxation essentiell. Insbesondere nach traumatischer Erstluxation beim jungen Patienten richten viele Schulterchirurgen ihre Therapie heute nach den Ergebnissen der Schnittbildgebung.

Dennoch gibt es in der Literatur Hinweise, dass durch eine differenzierte klinische Untersuchung im direkten Vergleich zur Magnetresonanztomographie (MRT) eine glenoidale Labrumläsion sensitiver (59% vs. 90%) diagnostiziert werden kann [95]. Zudem konnte in einer aktuellen Studie an einem jungen Patientenkollektiv (Durchschnittsalter 15,9 Jahre) gezeigt werden, dass mittels Magnetresonanztomographie (MR) - Arthrographie das wahre Ausmaß der Labrumläsion in mehr als der Hälfte der Patienten (58%) signifikant unterschätzt wurde [40]. Obwohl viele Veröffentlichungen auf den hohen Stellenwert der klinischen Untersuchung in der Diagnostik hinweisen, gibt es nur wenige wissenschaftlich fundierte Evaluationen der einzelnen Tests, wie z.B. die aktuelle Multicenter-Studie unter der Schirmherrschaft der DVSE [161].

Wesentlicher Bestandteil der klinischen Untersuchung der Schulterinstabilität ist der Apprehension-Test. Dieser geht zurück auf Rowe & Zarins [135], die 1981 schrieben: „Dieser Test kann im Stehen oder in Rückenlage durchgeführt werden. Während die Schulter passiv in maximale Außenrotation und Abduktion bewegt wird, wird eine nach vorne gerichtete Kraft auf die posteriore Seite der Schulter angewandt. Der Test ist dann positiv, wenn der Patient ‚apprehensive‘ wird und Schmerzen in der Schulter angibt.“ Dieser Test allein kann mit einer Sensitivität bis zu 72% Läsionen am anteroinferioren Glenoidrand detektieren [42]. In der Absicht, durch eine differenziertere klinische Untersuchung Defizite der Bildgebung auszugleichen und einen noch höheren Informationsgewinn bezüglich des Schadensausmaßes nach traumatischer Schulterluxation zu erlangen, führten Bushnell et al. [26] den 2008 publizierten „Bony Apprehension Test“ ein. Dieser modifizierte Apprehension-Test mit je maximal 45° Abduktion und Außenrotation soll als Screening-Instrument für signifikante knöchernen Läsionen (Bankart-Frakturen und Hill-Sachs-Dellen $\geq 2\text{cm}$) dienen. Ob durch

die klinische Untersuchung eine präoperative Beurteilbarkeit des Ausmaßes bzw. der Lokalisation der Labrumläsion ohne begleitende ossäre Läsion des Glenoids möglich ist, konnte bislang nicht bewiesen werden.

Biomechanisch wurde an Kadaverschultern gezeigt, dass in Abhängigkeit vom Abduktions- und Rotationsgrad des Humerus das Lig. glenohumerale superius (SGHL), das Lig. glenohumerale medius (MGHL) und das Lig. glenohumerale inferius (IGHL) unterschiedlich stark beansprucht werden [165], [158]. Diese Kenntnis könnte in der klinischen Routine eine differenzierte Testung der stabilisierenden Strukturen in verschiedenen Abduktions- bzw. Rotationsgraden möglich machen. Die Überprüfung steht im Mittelpunkt unserer prospektiven Pilotstudie.

2.2 Ziele und Hypothesen

Ziele der vorgelegten Studie sind:

1. Die Analyse der diagnostischen Wertigkeit etablierter Standarduntersuchungsmethoden zur Schulterinstabilität und Schulterlaxität.
2. Die Analyse eines erweiterten, sog. quantitativen Apprehension-Tests, d.h. einer klinischen Provokationstestung, die in verschiedenen Abduktions- und Rotationsstellungen durchgeführt wird, und dessen Korrelation mit der arthroskopisch visualisierten Lokalisation der Labrumablösung.
3. Die Evaluation des quantitativen Apprehension- und Relocation-Tests im Vergleich zu den etablierten Tests.

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

1. Es besteht eine Korrelation zwischen Abduktionsgrad des Apprehension-Tests und Lokalisation bzw. Ausmaß der Labrumablösung bei unidirektionaler anteriorinferiorer Schulterinstabilität.
2. Der Ausschluss hyperlaxer Patienten führt zu einer Zunahme der Korrelationsstärke.

2.3 Anatomie und Biomechanik des Schultergelenks

2.3.1 Instabilitätsrelevante Anatomie des Schultergelenks

2.3.1.1 Knöcherne Konfiguration

Das Schultergelenk ist ein Kugelgelenk zwischen der birnenförmigen Cavitas glenoidalis der Scapula und dem halbkugelförmigen Caput humeri. Auffallend ist das Größenmissverhältnis der beiden Gelenkpartner: Der etwa 6cm² großen Cavitas glenoidalis steht die 4-mal größere Gelenkfläche des Caput humeri mit 24cm² und einem Radius von 2,5cm in der Frontalebene gegenüber [52]. Das Glenoid ist bei hellhäutigen Menschenrassen zwischen 20 und 30 Lebensjahren durchschnittlich 2,66° (im Bereich von 9,5° Anteversion bis 10,5° Retroversion) retrovertiert [32]. Aus biomechanischer Sicht begünstigt eine vermehrte Anteversion das Auftreten einer vorderen Schulterinstabilität, wie in experimentellen Studien an Kadavern gezeigt werden konnte [115]. Die glenoidale Gelenkfläche hat einen festen Knorpelüberzug. Posteroinferior an der humeralen Gelenkfläche ist regelhaft eine physiologische knorpelfreie Zone zu beobachten, die sog. „bare area“ [154]. Während die Knorpelbedeckung des Caput humeri im Bereich der Neutral-Null-Stellung mit der Cavitas glenoidalis in Kontakt befindlichen Stellen am dicksten ist, nimmt sie innerhalb der Cavitas von zentral nach peripher hin zu und geht in das aus derbem Faser- bzw. Kollagenmaterial aufgebaute Labrum glenoidale über [52] (s. Abb. 1).

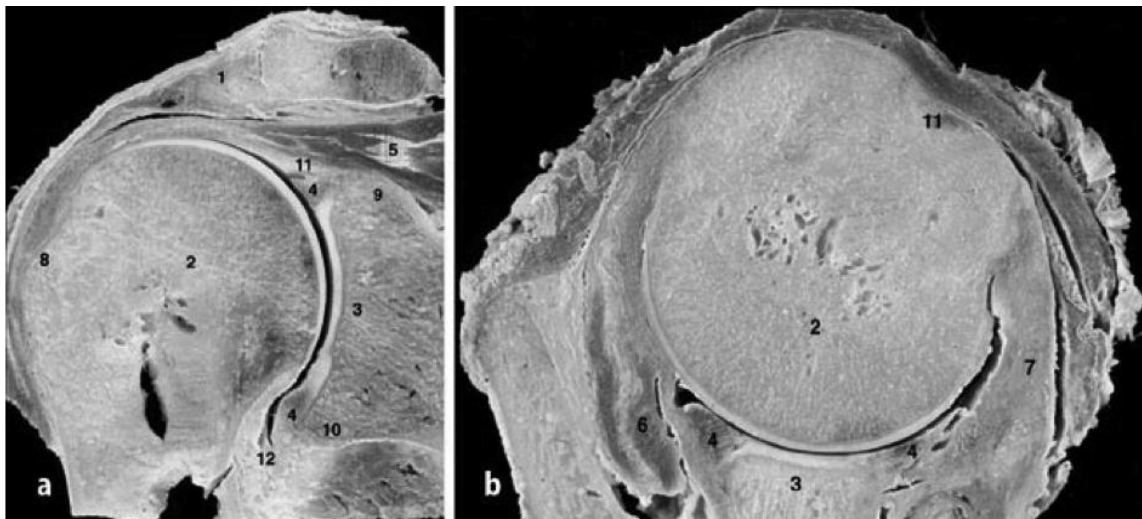


Abbildung 1: Schnittanatomie des rechten Schultergelenks [116; 154]: a Vertikalschnitt in der Skapulaebene, b Transversalschnitt in Höhe der Spina scapulae. 1 Akromion, 2 Caput humeri, 3 Cavitas glenoidalis, 4 Labrum glenoidale, 5 M. supraspinatus, 6 M. infraspinatus, 7 M. subscapularis, 8 Tub. majus, 9 Tub. supraglenoidale, 10 Tub. infraglenoidale, 11 Caput longum M. biceps brachii, 12 Recessus axillaris

2.3.1.2 *Labrum glenoidale*

Das etwa 4mm breite und ebenso dicke Labrum glenoidale besteht aus zirkulär um das Glenoid verlaufenden, dicht gepackten Kollagenfaserbündeln [68] und steht über scherengitterartig verflochtenen Faserknorpel mit dem hyalinen Knorpel der glenoidalen Gelenkfläche in Verbindung. Bereits makroskopisch präsentiert sich das Labrum nicht einheitlich um die gesamte Zirkumferenz des Glenoids: Während es posterior über radiäre Faserbündel fest mit dem Glenoid verbunden ist, erscheint es superior und anterior wesentlich mobiler und enger mit der langen Bizepssehne (LBS) bzw. den glenohumeralen Ligamenten verknüpft, wodurch superior der Labrum-LBS-Komplex und anterior der Labrum-Kapsel-Komplex bzw. anteroinferior der Labrum-IGHL-Komplex entsteht. Die größte Verschieblichkeit besteht am Unter- rand im Bereich des Kapselanteils, der den Recessus axillaris bildet [52]. Häufig sind im superioren und anterioren Bereich anatomische Varianten wie Recessus und meniskoide Falten zu finden [11], [34]. Eine asymptotische Normvariante ist das sublabrale Foramen, bei dem das Labrum zwischen der 1- und 3Uhr-Position nicht fest am ventralen Pfannenrand inseriert, sondern abgelöst ist [91]. Dieses ist von pathologischen Labrumläsionen wie einer superioren Labrum anterior nach posterior (SLAP) - oder Bankart-Läsion abzugrenzen. An der Labrumbasis verläuft ein Arterienring, der seinen Hauptzufluss aus der A. circumflexa scapulae bezieht und mit den beiden Aa. circumflexae humeri anastomosiert [52]. Dabei ist der superiore und anterosuperiore Labrumbereich weniger vaskularisiert [34], was das schlechtere Heilungspotenzial dieser Region erklären könnte [154].

2.3.1.3 *Kapsel und glenohumerale Ligamente*

Die Gelenkkapsel des Schultergelenks ist ein komplexes System aus zirkulär und radiär angeordneten Kollagenfasern. Der fibröse Teil der Gelenkkapsel, die Membrana fibrosa, ist dort, wo sie die sogenannten Ligamente bildet, fest mit dem Außenrand des Labrums verbunden. Sie umschließt als eine Art weite „Hängematte“ mit einem Volumen von annähernd 20cm³ die beiden oberen Facetten der Tub. majus und minus und zieht bis an die Knorpel-Knochen-Grenze des Caput humeri. An der Vorderseite der Kapsel sind sehr variabel gerichtete Verstärkungszüge darzustellen: Das Lig. coracohumerale (CHL) strahlt vom Proc. coracoideus aus als Faserzug nach lateral in die Gelenkkapsel ein und zieht in zwei Teile auslaufend zu den Tubercula [52]. Vom Tub. supraglenoidale, anterior des Ursprungs der LBS, zieht das

SGHL zum Tub. minus. Das MGHL ist sehr unterschiedlich ausgeprägt und strahlt vom mittleren ventralen Glenoid quer über die Subscapularis-Sehne in das Tub. minus [91]. Die Struktur des IGHL ähnelt einer Hängematte mit einem prominenten anterioren (IGHL-AB) und posterioren Band (IGHL-PB) und einem dazwischen liegenden Recessus axillaris. Teilt man das Glenoid wie ein Ziffernblatt ein, so entspringt das IGHL-AB von der 2- bis 4Uhr-Position und das IGHL-PB von der 7- bis 9Uhr-Position. Das IGHL setzt am unteren Rand des Collum anatomicum humeri „U“- oder „V“-förmig an [116]. Nach Morgan et al. [109] werden folgende Grundformen unterschieden:

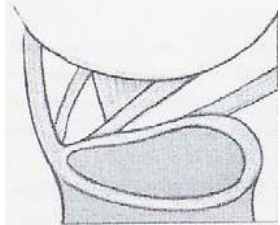
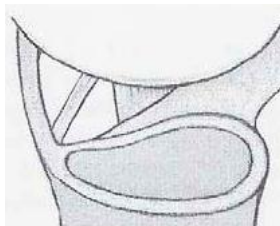
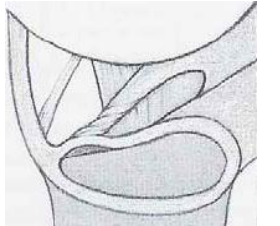
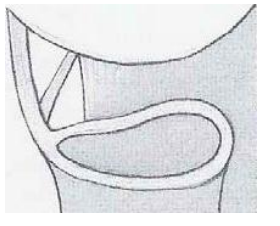

<p>Typ I: Alle Ligamente werden durch einen Recessus voneinander getrennt und sind arthroskopisch eindeutig voneinander zu unterscheiden.</p>	
<p>Typ II: Das MGHL und IGHL verlaufen gemeinsam.</p>	
<p>Typ III: Das MGHL ist wie ein Seil („cord-like“) verdickt.</p>	
<p>Typ IV: Die glenohumeralen Ligamente sind nicht als solche voneinander abgrenzbar.</p>	
<p>Bei dem sehr seltenen (1,5%) Buford-Komplex fehlt das Labrum am anterosuperioren Pfannenrand und beginnt erst wieder in der Mitte des ventralen Pfannenrandes. Das MGHL ist ähnlich wie beim Typ III verdickt und hat seinen Ursprung am superioren Labrum nahe der Basis der LBS[168].</p>	

Tabelle 1: Anatomische Varianten der glenohumeralen Ligamente [109]

2.3.1.4 *Nervus axillaris*

Der gemischt sensible und motorische N. axillaris geht aus dem Fasciculus posterior hervor, wendet sich unmittelbar nach seiner Abzweigung nach posterior und verläuft auf der Kapsel, dem Humerus nahe anliegend, medial um das Collum chirurgicum herum nach dorsal. Dort tritt er dann aus der lateralen Achsellücke aus und zieht unter dem M. deltoideus – diesen innervierend – nach vorne. Zuvor gibt er noch einen motorischen Ast an den M. teres minor und einen sensiblen Ast (N. cutaneus brachii lateralis superior) für die Haut über dem M. deltoideus ab [157].

2.3.1.5 *Rotatorenmanschette*

Das Schultergelenk wird von den 4 Muskeln der Rotatorenmanschette (Mm. subscapularis, supraspinatus, infraspinatus und teres minor) und dem langen Kopf des M. biceps brachii mit Ausnahme eines kaudalen Intervalls von allen Seiten muskulär umspannt. Der M. subscapularis entspringt ventral in der Fossa subscapularis und zieht zum Tub. minus. Er verhindert eine anteriore und inferiore Translation und ist zugleich ein starker Innenrotator. Nach kranial folgt der M. supraspinatus, welcher von der Fossa supraspinata unter dem Fornix humeri hindurch bis zum Ansatz am Tub. majus zieht und die humerale Abduktion bis 90° initialisiert. Kraniodorsal schließen sich die Mm. infraspinatus und teres minor an, welche von der Fossa infraspinata zum Tub. majus verlaufen, eine superiore und posteriore Translation verhindern und jeweils 60 bzw. 40% der Außenrotationskraft erbringen. Die Fasern der LBS strahlen sowohl in das Tub. supraglenoidale als auch direkt ins Labrum glenoidale ein. Intraartikulär verläuft die LBS auf dem Humeruskopf, um die Gelenkkapsel durch den Sulcus bicipitalis zu verlassen und an der Tuberositas radii und der ulnaren Unterarmfaszie anzusetzen [154], [58].

Einerseits wird durch die Reduktion der Formschlüssigkeit des Glenohumeralgelenks auf ein Minimum und die Entwicklung einer „mobilen“ Erweiterung der Glenoidfläche in Form des Labrums und der Kapsel ein größtmöglicher Bewegungsumfang erreicht [49]: Die funktionelle Einheit aus Schultergelenk und den beiden Schlüsselbeingelenken Artt. sternoclavicularis et acromioclavicularis ermöglicht unter Einbeziehung der skapulothorakalen Gleitschicht in der sagittalen Achse eine Abduktion und Adduktion von 180°-0°-40°, entlang der transversalen Achse eine Anteversion und Retroversion von 180°-0°-40° und um eine Rotationsachse, die etwa der Humerusschaftachse entspricht, eine Innen- und Außenrotation von 60°-0°-90° bei adduziertem und 90°-

0°-90° bei 90° abduziertem Arm, entsprechend der Neutral-Null-Methode [93]. Andererseits kann das Glenoid im Gegensatz zum Acetabulum der Hüfte intrinsisch kaum eine stabile Fassung bieten. Es sind daher verschiedene statische und dynamische Stabilisierungsmechanismen notwendig, um einerseits eine extreme Mobilität als auch andererseits eine biomechanische Stabilität zu gewährleisten.

2.3.2 Stabilisierungsmechanismen

2.3.2.1 Statische Mechanismen

2.3.2.1.1 Knöcherner Konfiguration von Humeruskopf und Pfanne

Der Humeruskopf hat im Mittel einen Durchmesser von 44mm und artikuliert mit dem Glenoid, das durchschnittlich $35 \times 25 \text{mm}^2$ groß ist. Zur Beurteilung des Größenverhältnisses von Kopf und Pfanne wurde der transversale glenohumerale Index (TGHI) beschrieben, der im Mittel $25/44 = 0,57$ beträgt [167]. Bei kleineren Werten wird eine Disposition zur Entwicklung einer Instabilität angenommen. Knöcherner Defizite wie eine Pfannenrandfraktur (Bankart-Fraktur) führen aufgrund der verkleinerten Auflagefläche – und damit auch eines verkleinerten TGHI – zu einer chronischen Instabilität. Der Verlust eines Fünftels der unteren Pfannenfläche gilt als kritischer Grenzwert [53].

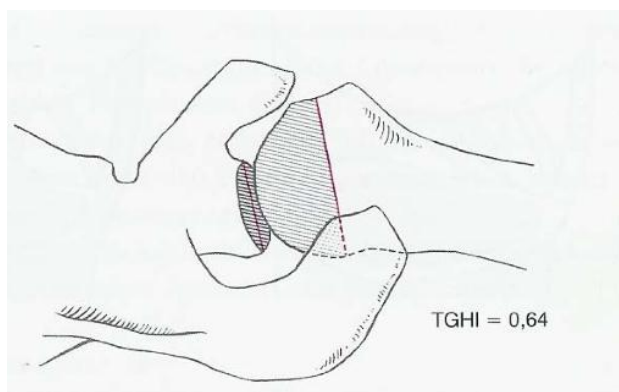


Abbildung 2: Blick auf ein rechtes Schultergelenk von kranial zur Demonstration des TGHI [41]

Das Glenoid ist physiologisch birnenförmig gebildet (s. Abb. 3 A). Eine anteriore Schulterluxation kann zu einer knöchernen Bankart-Läsion führen (s. Abb. 3 B). Kommt es zu Rezidivluxationen, kann durch Glenoiderosionen eine invertierte Birnenform entstehen (s. Abb. 3 C):

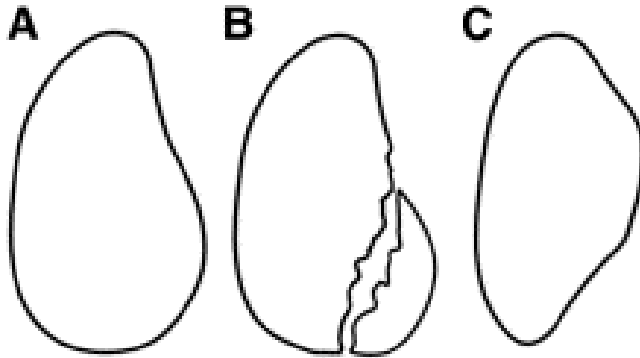


Abbildung 3: birnenförmiges = „pear shaped“ Glenoid (A), knöcherne Bankart-Läsion (B), umgekehrt birnenförmiges = „inverted-pear shaped“ Glenoid [141]

2.3.2.1.2 Gelenkkapsel und glenohumerale Ligamente

Der Kapsel-Band-Komplex ist in mittleren Bewegungspositionen lax und fungiert erst bei Gelenkendstellungen als Stabilisator, wenn die Muskeln aufgrund von Überdehnung ineffektiv werden. Die Kapsel windet sich bei entsprechender Gelenkstellung spiralförmig um den Humeruskopf, ändert ihren Spannungszustand und begrenzt dadurch das Bewegungsausmaß [158], [102]. Die stabilisierende Wirkung der glenohumeralen Ligamente ist abhängig von der Position: Das SGHL begrenzt zusammen mit dem kräftigen CHL in Adduktionsstellung die inferiore Translation des Humeruskopfes und Außenrotation der Schulter. Bei hängendem Arm und geringer Abduktion ist das SGHL ein ventraler Stabilisator. In mittleren Abduktionsstellungen zwischen 45° und 90° limitiert das MGHL zusammen mit dem IGHL die anteriore Translation des außenrotierten Arms. Bei 90° Abduktion und Außenrotation entwickelt das IGHL am meisten Spannung. In dieser Position gleitet die Sehne des M. subscapularis nach superior und bedeckt nur den oberen Teil des Gelenks. Damit bleiben das Labrum und das IGHL die einzigen vorderen Stabilisatoren [27]. Insbesondere das IGHL-AB erstreckt sich in dieser Gelenkstellung über den mittleren Teil der anterioren Gelenksoberfläche und verhindert so als die dominierend stabilisierende Struktur eine anteriore Luxation des Oberarmkopfes [118], [158], [165], (s. Abb. 2).

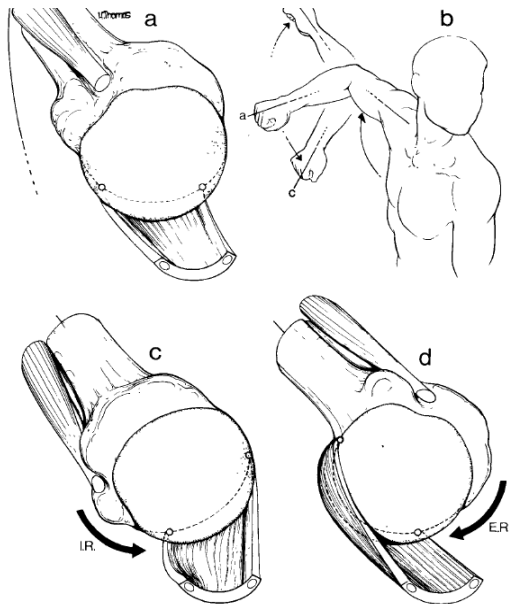


Abbildung 4: Schematische Darstellung des IGHL in 90° Abduktion (a), der hohen Innen- und Außenrotationsbewegung (b), des IGHL in Innenrotation = IR (c) und in Außenrotation = ER (d) [116]: In Außenrotation fächert sich das IGHL-AB auf und unterstützt den Humeruskopf nach anterior [116].

Eine Kadaverstudie ergab, dass eine isolierte Verletzung des IGHL-AB ähnlich stabilitätsmindernden Effekt auf den 45° – 90° abduzierten Oberarm hat wie eine komplette IGHL-Schädigung und zu dessen Sub- oder vollständigen Luxation führt. MGHL und IGHL bieten dem Schultergelenk dementsprechend also eine anteriore Stabilität, wobei das IGHL die wichtigste Rolle zu spielen scheint [176].

2.3.2.1.3 Propriozeptive Eigenschaften der glenohumeralen Ligamente

Die Schultergelenkscapsel weist histologisch eine Vielzahl von Mechanorezeptoren auf [160], die wie Dehnungsmessstreifen den Spannungszustand der Kapsel anzeigen und via neuronale Verschaltung zu einer kompensatorischen Aktivierung stabilisierender Muskeln führen können. Ob sie jedoch einen wirkungsvollen Schutz gegen dynamische Kräfte, wie sie bei der Schulterluxation eintreten, bieten, ist wegen der erheblichen Antwortzeiten bis zur reflektorischen Muskelaktivierung fraglich [86].

2.3.2.2 Dynamische Mechanismen

2.3.2.2.1 Muskuläre Balance

Den wichtigsten Beitrag zur dynamischen Stabilisierung leistet die muskuläre Balance. Darunter ist zu verstehen, dass die Pfanne aktiv so zum Humeruskopf positioniert wird, dass der Netto-Kraft-Vektor aller angreifenden Kräfte durch ihren Mittelpunkt verläuft. Dabei ist nicht die Größe des Netto-Kraft-Vektors, sondern allein sein relati-

ver Durchstoßungspunkt am Glenoid entscheidend. Wandert er von der Pfannenmitte Richtung Pfannenrand, so wird das Gleichgewicht zunehmend labil und die Schulter droht zu luxieren [167]. Besondere stabilisierende Bedeutung kommt den Muskeln der Rotatorenmanschette während mittleren Bewegungspositionen zu, wenn die passiven Stabilisatoren lax sind [83], [94], [164]. Eine weitere funktionelle Stellung nimmt die LBS in der vulnerablen Abduktions- und Außenrotationsstellung des Arms ein: Sie erhöht den Widerstand gegenüber Torsionskräften und verringert die Belastung auf das IGHG [133].

2.3.2.2.2 Kompression in die Kavität

Das Prinzip der Kompression in die Kavität beruht auf der Tatsache, dass jede Kraft, die den Humeruskopf in Richtung Pfanne drückt, also etwa der Zug der Rotatorenmanschette, ihn wegen der Kavität der Pfanne darin zentriert [167]. Das knöcherne Glenoid und das Labrum bilden zusammen eine Konkavität, deren Tiefe in superoinferiorer Richtung annähernd 9mm, in anteroinferiorer Richtung lediglich 5mm erreicht. Dabei trägt das Labrum mit 50% entscheidend zur Gesamttiefe bei [67]. Ausschlaggebend für die Stabilität ist neben der Tiefe der Konkavität das Verhältnis der Scherkraft, also der dislozierenden Kraft zur zentrierenden Kompressionskraft, die notwendig ist, um eine Luxation zu verhindern. Dieses Verhältnis lässt sich im Stabilitätsindex ausdrücken:

$$\text{Stabilitätsindex (\%)} = (\text{Scherkraft} / \text{zentrierende Kraft}) \times 100$$

Aufgrund der birnenförmigen Pfannenkonfiguration ist der Stabilitätsindex normaler Schultern nach superior und inferior mit ca. 64% am größten, nach anterior und posterior mit ca. 34% am niedrigsten, was die vorherrschenden Luxationsrichtungen erklärt. Lippitt et al. [94] stellten fest, dass das Labrum mindestens 20% zum gesamten Stabilitätsindex beiträgt, mit einem Trend zu noch höheren Werten in inferiorer und posteroinferiorer Richtung.

2.3.2.2.3 Vakuum-Effekt

Im normalen Schultergelenk besteht nur ein sehr geringer negativer Druck, der kaum stabilisierenden Einfluss hat. Erst wenn eine angreifende Kraft den Zusammenhalt von Humeruskopf und Pfanne stört, entsteht ein relevanter Unterdruck in der abgeschlossenen Gelenkkapsel, der der Störkraft entgegenwirkt. Aus der Tatsache, dass dieser Mechanismus durch eine Labrum-Läsion (Bankart-Läsion) zunichte gemacht

wird, folgern Habermeyer et al. [57], dass das Labrum Eigenschaften eines Dichtungsrings besitzt und damit erst den Vakuum-Effekt ermöglicht.

2.3.2.2.4 Adhäsion und Kohäsion

Die Knorpelflächen der glenohumeralen Gelenkpartner sind mit einem dünnen synovialen Flüssigkeitsfilm überzogen. Dadurch werden diese durch Adhäsion und Kohäsion zusammengehalten und gleichzeitig wird eine leichte Verschieblichkeit gegeneinander ermöglicht [102], [167].

2.4 Schulterinstabilität

2.4.1 Definition

Ist der Patient nicht mehr in der Lage, den Humeruskopf zentriert in der Pfanne zu halten, so liegt eine Schulterinstabilität vor [167]. Diese ist von der Laxität abzugrenzen, die eine glenohumerale Translation, also die physiologische passive Verschieblichkeit des Humeruskopfes in der Pfanne, beschreibt [61]. Sie ist interindividuell sehr unterschiedlich ausgeprägt. Ihr Ausmaß wird durch die Gelenkkonfiguration und die Kapsel-Band-Strukturen bestimmt [167]. Bei der Hyperlaxität handelt es sich um eine über das physiologische Maß gesteigerte Translation, die klinische Symptome hervorrufen kann [53]. Sie ist insbesondere durch die Untersuchung der gegenseitigen nicht von Symptomen betroffenen Schulter festzustellen [167]. Hyperlaxität per se wird zwar zu den konstitutionellen Eigenarten eines Individuums gerechnet [140], ist in ausgeprägter Form aber mit einer Schulterinstabilität assoziiert [79], [29]. Die Subluxation definiert eine vermehrte pathologische Translation unter Belastung ohne kompletten Kontaktverlust, die sich spontan bei Nachlassen der auslösenden Belastung wieder zentriert. Die Luxation letztlich stellt den kompletten Kontaktverlust der Gelenkflächen dar, zu dessen Wiederherstellung es der Eigen- oder Fremdreposition bedarf [138]. Als Apprehension wird die Muskelanspannung wegen der Angst vor einer Subluxation oder Luxation bezeichnet, die unter gezielter Provokation auftritt [167].

2.4.2 Epidemiologie

Das Schultergelenk erlaubt aufgrund seiner anatomischen Konfiguration von allen menschlichen Gelenken eine größtmögliche Bewegungsfreiheit. Zugleich ist es aber auch aufgrund dieser anatomischen Besonderheit das am häufigsten von Luxationen

betroffene Gelenk [167]. Wichtige allgemeine Risikofaktoren sind Geschlecht und Alter: So haben Männer ein 2,65-mal höheres Risiko für eine Schulterluxation als Frauen. Etwa die Hälfte aller Schulterluxationen betrifft junge Personen zwischen 15 und 29 Jahren [174], [120]. Auffallend ist, dass mindestens 94% der Luxationen unidirektional nach anterior bzw. genauer gesagt nach anteroinferior gerichtet sind [122], [82], [172]. Während Kroner et al. [82] vor rund 20 Jahren noch eine Inzidenzrate von 17 Schulterluxationen pro 100 000 Einwohner pro Jahr in Aarhus konstatierten, beschreiben Zachhilli & Owens [174] aktuell in einer umfangreichen Untersuchung mit gleichen Auswahlkriterien eine Inzidenzrate von 23,9 in der amerikanischen Bevölkerung. Diese ungleichen Ergebnisse in der Literatur können unter anderem auf die Zunahme des Freizeit- und Spitzensports und die Popularität neuer rasanter Disziplinen, z.B. Snowboarding [105], zurückgeführt werden [174]. So treten bei Männern fast 90% der Schulterluxationen beim Sport oder während Freizeitaktivitäten auf [174]. Dabei fordern Kontaktsportarten wie Football, Boxen und Basketball die meisten Luxationen und Subluxationen [122], [174]. Die besondere Bedeutung der Schulterinstabilität für den Sportler unter 30 Jahren liegt auch in der deutlich erhöhten Reluxationsrate begründet: Mindestens 82% erleiden eine erneute Luxation, während nur 30% der gleichaltrig sportlich Inaktiven betroffen sind [143], [63]. Zudem sind Athleten bei ihrer ersten Luxation generell jünger und das Zeitintervall zur nächsten Luxation ist kürzer [128].

2.4.3 Klassifikation

Einheitliche Definitionen und umfassende wegweisende Klassifikationen bilden die wesentliche Voraussetzung einer pathologiekonformen Behandlung des vielfältigen Spektrums der Schulterinstabilitäten.

2.4.3.1 Klassifikation nach Matsen

Nach Matsen [103] lassen sich alle Instabilitätsformen in zwei große Gruppen einteilen: Auf der einen Seite werden unter dem Akronym TUBS („traumatic, unidirectional Bankart lesion, treated with surgery“) alle traumatisch verursachten unidirektional nach vorne unten gerichteten, rezidivierenden Luxationen subsumiert, als deren Ursache sich meistens eine Bankart-Läsion findet und deren optimale Therapie eine chirurgische Behandlung darstellt. Demgegenüber steht die große Gruppe AMBRII („atraumatic, multidirectional, bilateral, treated with rehabilitation / rarely with inferior capsular shift or closure of rotator interval“), die alle atraumatischen multidirektiona-

len Instabilitätsformen zusammenfasst, die meist bilateral auftreten und erst bei Fehlschlagen der konservativen Therapie (Rehabilitation) einen inferioren Kapsel-Shift kombiniert mit einem (Rotatoren-) Intervallverschluss erfordern.

Trotz Berücksichtigung der Pathogenese und Luxationsrichtung und damit Erleichterung der Therapiefindung vernachlässigt diese Klassifikation Mischformen und Kategorien wie Schweregrad (Apprehension – Subluxation – Luxation), Dauer (kongenital – akut – chronisch) und Form der Luxation (unwillkürlich – willkürlich) und ist daher ungenau. So wäre ein hyperlaxer Patient mit multidirektionaler Instabilität, der zusätzlich ein Trauma erleidet, in dieser Klassifikation nicht eindeutig zuzuordnen.

2.4.3.2 Klassifikation nach Gerber und Nyffeler

Gerber & Nyffeler [47] bieten eine Klassifikation, in der neben Richtung und Willkürlichkeit das Vorliegen von Instabilität und Hyperlaxität differenziert betrachtet werden. Dies ist deshalb von höchster Bedeutung, weil bei einer traumatischen Schulterluxation das Ausmaß des intraartikulären Schadens unter anderem vom Laxitätsgrad abhängt [167]. So haben Patienten ohne Hyperlaxität nach einer Schulterluxation häufiger operationspflichtige Verletzungen, da hierzu eine erheblich größere Gewaltwirkung erforderlich war [127]. Zunächst unterscheiden Gerber & Nyffeler [47] zwischen statischer Instabilität (Klasse A), dynamischer Instabilität (Klasse B) und willkürlicher Luxation (Klasse C). Statische Instabilitäten der Klasse A sind durch die Abwesenheit von klassischen Symptomen definiert und werden daher radiologisch und nicht klinisch diagnostiziert. Die superiore (A1), anteriore (A2), posteriore (A3) oder inferiore (A4) Dezentrierung des Humeruskopfes ist fixiert und wird durch Rotatorenmanschettendefekte oder degenerative Erkrankungen initiiert.

Die Klasse B fasst die dynamischen Schulterinstabilitäten zusammen, die durch ein Trauma bedingt sind und mit kapsulolabralen Läsionen oder mit Hyperlaxität assoziiert sein können. Diese können uni- oder multidirektional vorliegen. Die erste Untergruppe B1 beschreibt die chronisch verhakte anteriore oder posteriore Luxation, also die maximale Ausprägung einer symptomatischen Instabilität, verursacht durch ein Makrotrauma. Der unidirektionalen Instabilität ohne Hyperlaxität (B2) liegt entweder eine Luxation, die eine Fremdreposition erfordert, oder eine schmerzhaft Subluxation gefolgt von wiederkehrenden Instabilitätsepisoden zugrunde. Sie wird durch einen positiven Apprehension-Test diagnostiziert und operativ durch Refixation des Labrum-Ligament-Komplexes und / oder ggfs. durch Rekonstruktion der knöchernen

Pfanne behandelt [90]. Der überwiegende Teil der Patienten mit einer traumatischen Schulterinstabilität wird in dieser Untergruppe erfasst. Währenddessen wird die unidirektionale Instabilität mit Hyperlaxität (B3) in der Regel durch ein leichtes Trauma ausgelöst, durch einen positiven Apprehension-Test und ein positives Sulcus-Zeichen bestätigt und ebenso chirurgisch behandelt. Patienten mit der sehr seltenen multidirektionalen Instabilität ohne Hyperlaxität (B4) berichten typischerweise von mindestens zwei signifikanten unterschiedlichen Unfallereignissen. Sowohl der vordere als auch der hintere Apprehension-Test ist positiv bei gleichzeitig negativem Sulcus-Zeichen. Eine operative Therapie ist ebenfalls indiziert. Der multidirektionalen Instabilität mit Hyperlaxität (B5) liegt gewöhnlich kein oder nur ein Bagatelltrauma zugrunde. Klinisch finden sich eine vermehrte anteroposteriore (a.p.-) Translation, ein positives Sulcus-Zeichen und ein positiver Apprehension-Test in mindestens zwei Richtungen. Eine konservative Therapie ist hier erfolgversprechend. Patienten mit willkürlicher Instabilität (B6) können ihre Schulter nach Luxation spontan reponieren. Häufig tritt diese Form bilateral auf und kann sowohl uni- als auch multidirektional vorliegen. Die konservative Therapie ist dabei erste Wahl [47].

Unter der Klasse C werden die willkürlichen Luxationen eigenständig aufgeführt. Patienten mit dieser Diagnose können ihre Schulter willentlich luxieren und reponieren. Gerber & Nyffeler [47] merken allerdings an, dass diese Klasse eigentlich nicht als Instabilität bezeichnet werden soll und ein eigenständiges Krankheitsbild darstellt, da ein Kontrollverlust über die Schulterposition nicht vorliegt, stattdessen eher psychische Gründe in Betracht gezogen werden müssen.

2.4.4 Traumamechanismus der Schulterluxation

Die traumatische anteroinferiore Schulterinstabilität ohne Hyperlaxität (Typ B2 nach Gerber) wird typischerweise durch ein spezifisches Trauma initiiert, gefolgt von Episoden weiterer Luxationen oder Subluxationen nach gleichem unidirektionalen Muster. Das adäquate Trauma ist durch eine plötzlich forcierte Außenrotation und Abduktion des Arms gekennzeichnet und vermag die oben genannten Stabilisierungsmechanismen zu überwinden [3]. Weitere Anzeichen für eine echte traumatische Genese sind erforderliche Fremdreposition, ein Hill-Sachs-Defekt und das Fehlen einer Hyperlaxität der Gegenseite [127]. Mit zunehmender Rezidivanzahl findet eine plastische Verformung des IGHL statt (s. unten), was dazu führt, dass die Anlässe zur Reluxation mehr und mehr atraumatisch verlaufen [52]. Die traumatische Instabi-

lität bei bestehender Hyperlaxität (Typ B3 nach Gerber) wird ebenfalls erstmals durch ein Außenrotations-Abduktionstrauma auffällig. Die betroffene Schulter war bis zum Unfall gut geführt und kompensiert, wird jedoch nun sehr schnell eher zu atraumatischen Luxations-Rezidiven neigen als die Schulter ohne Hyperlaxität [52].

2.4.5 Pathomorphologie/Verletzungsfolgen

Die resultierende Kombination an Verletzungen kann zu chronischer Schulterinstabilität führen.

2.4.5.1 Läsionen am anterioren Glenoidrand

Durch den beschriebenen Verletzungsmechanismus kommt es zur Anspannung der anteroinferioren Kapsel. Dabei werden maximale Belastungen nahe der Insertionsstellen des IGHL-AB beobachtet, weshalb pathomorphologische Veränderungen meistens glenoidnah, also am Ursprung des Kapsel-Labrum-Komplexes, oder auch am Ansatz, also humeruskopfnah, seltener jedoch intrakapsulär entstehen [39].

Am häufigsten präsentiert sich eine labroligamentöse Verletzung nach traumatischer Luxation in Form einer Bankart-Läsion. In der Literatur variieren die Angaben zu ihrer Inzidenz nach traumatischer Erstluxation zwischen 78 und 100% [173], [152], [114]. Nach rezidivierenden Luxationen wird sie in nahezu allen Schultergelenken gefunden [148], [149]. Dabei reißt der Labrum-Kapsel-Komplex komplett vom anteroinferioren Pfannenrand ab (s. Abb. 3 a) [8], was einerseits zu einer entscheidenden Verminderung der Pfannenkavität und andererseits zum Ursprungsverlust des MGHL und IGHL-AB führt [167]. Aufgrund des Kontaktverlustes zum Periost zeigt diese Läsion keine selbstständige Heilungstendenz. Daraus folgt eine anteriore bzw. anteroinferiore Instabilität der Schulter [87], [8]. Neben dem Bankart-Defekt kommt es bei jeder traumatischen Luxation zu einer Dehnung der Kapsel bzw. der glenohumeralen Ligamente [145], [16]. Untersuchungen der Kapsellaxität mittels MRT in Abduktion und Außenrotation (ABER-Position) zeigten bereits nach erstmaliger Luxation signifikant weitere anteriore Kapselanteile im Vergleich zu gesunden Schultern. Bei Patienten mit Rezidivluxationen konnte wiederum eine signifikant größere Kapselweite als bei Patienten mit lediglich einer Luxation festgestellt werden [112].

Kommt es im Rahmen einer Schulterluxation zu einer Abscherung eines schmalen Kortikalisfragments am anteroinferioren Glenoidrand mit Desinsertion von Labrum und IGHL, so liegt eine knöcherne Bankart-Läsion vor (s. Abb. 3 b) [167]. Diese

muss von der eigentlichen Bankart-Fraktur unterschieden werden, die bis zu einem Drittel der Pfanne umfassen kann [5].

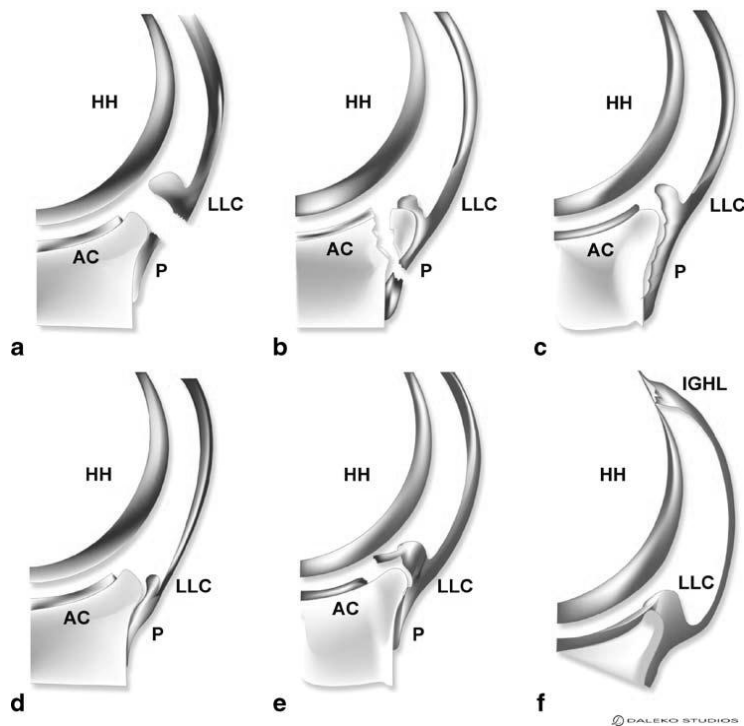


Abbildung 5: Klassifikation der Bankart-Läsion und seiner Varianten [169]: LLC: anteroinferiorer labro-ligamentärer Komplex, P: Periost, HH: Humeruskopf, AC: Gelenkknorpel des Glenoids, a: Bankart-Läsion, b: knöcherner Bankart-Läsion, c: Perthes-Läsion, d: ALPSA-Läsion, e: GLAD-Läsion, f: HAGL-Läsion

Die Perthes-Läsion ist eine Variante der Bankart-Läsion und stellt einen gemeinsamen Abriss des Labrums zusammen mit dem IGHL dar, wobei dieses subperiostal vom Skapulahals abgerissen ist und eine Periosttasche bildet. Das Periost bleibt also, ungleich dem Verletzungsmuster der Bankart-Läsion, noch intakt und ermöglicht zumindest eine partielle Restitutio (s. Abb. 3 c) [169].

Im Rahmen von spontanen Heilungsprozessen nach einer Bankart- oder Perthes-Läsion kann das Labrum und damit auch der Kapselursprung von einem intakt gebliebenen Periostschlauch nach medial an den Skapulahals gezogen werden und dort am Boden der Periosttasche wulstig vernarben, was dann als ALPSA (anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion) - Läsion bezeichnet wird (s. Abb. 3 d) [110]. Aus der Inkompetenz des IGHL resultiert wiederum eine anteriore Instabilität. Diese Läsion ist vorwiegend bei Patienten mit wiederkehrenden Instabilitätsperioden zu finden [144], [162].

Als Sonderform ist die seltene GLAD (glenolabral articular disruption) - Läsion (s. Abb. 3 e) zu nennen, eine Kombinationsverletzung einer oberflächlichen Ruptur des anteroinferioren Labrums mit einem Knorpelschaden des angrenzenden Glenoids [111]. Die tiefen Fasern des glenohumeralen Bandapparates sind typischerweise noch fest mit dem Glenoid und Labrum verbunden, wodurch eine klare Abgrenzung zur Bankart-Läsion möglich ist [48] und kaum eine Instabilität verursacht wird [55].

Im Gegensatz zu den bisher aufgeführten Läsionen liegt bei der HAGL (humeral avulsion of glenohumeral ligaments) - Läsion keine Läsion am Glenoidrand vor, sondern eine isolierte Ruptur des IGHL an dessen humeraler Insertion (s. Abb. 3 f). Diese Verletzung wird durch eine energische Schulterluxation verursacht, tritt daher hauptsächlich unter Kontaktsportlern, wie z.B. Rugbyspielern, auf und ist insgesamt sehr selten [17].

2.4.5.2 SLAP-Läsion

An der kranialen Aufhängung des Labrums und damit am Ursprung der langen Bizepssehne können sogenannte SLAP-Läsionen entstehen. Diese sind typischerweise Überlastungsschäden, die durch repetitive Torsion des Bizepssehnenankers während der späten Ausholphase bei Überkopfsportlern hervorgerufen werden und nur selten Folge eines singulären traumatischen Ereignisses sind [108], [25]. In der Literatur werden Angaben zur Inzidenz von SLAP-Läsionen bei Patienten mit Schulterinstabilität zwischen 8 und 20% gefunden [107], [2], [173]. Eine Bankart-Läsion kann sich bis in den Bizepsanker erstrecken und so zu einer semizirkulären Ablösung des Labrums führen (Andrews-Läsion) [166]. Unabhängig davon schwächt auch eine isolierte Ablösung des superioren Labrums und des Ursprungs der LBS die anteriore Schulterstabilität, da diese zu einer Verringerung der Torsionsrigidität und höheren Beanspruchung des IGHL führt [133].

2.4.5.3 Hill-Sachs-Läsion

In der Luxationsstellung droht der Humeruskopf einen posterosuperioren Impressionschaden durch den harten vorderen unteren Pfannenrand zu erleiden, welcher als Hill-Sachs-Defekt bezeichnet wird und nicht mit der physiologischen „Bare Area“ zu verwechseln ist [154]. Eine Hill-Sachs-Läsion kann in etwa 65% der Patienten mit traumatischer Erstluxation festgestellt werden. In Vergleichsgruppen mit rezidivierenden Luxationen liegt ihre Inzidenz signifikant höher (84 bzw. 93%) [144], [173]. Zu Beginn ist die Hill-Sachs-Läsion ein Sekundärphänomen der vorderen Luxation. Sie

gewinnt aber an Bedeutung für die Schulterstabilität, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht, eine Kapselinsuffizienz vorliegt und sie so orientiert ist, dass sie sich in Abduktion und Außenrotation am vorderen Pfannenrand einhaken kann (sog. „engaging Hill-Sachs-Defekt“) [55], [24] .

2.4.5.4 Läsionen der Rotatorenmanschette

Während junge Patienten durch eine traumatische Schulterluxation häufig Verletzungen des Labrums erleiden, sind Rotatorenmanschettenrupturen eher selten zu finden [2]. Erst ab dem 40. Lebensjahr kommt es zu einer stark erhöhten Inzidenz von Rotatorenmanschettenrupturen bei Schulterluxationen [23]. Aufgrund der zentralen Bedeutung für die dynamische Stabilität und der Problematik einer Muskelretraktion nach einer Rotatorenmanschettenruptur sollte eine frühzeitige anatomische Rekonstruktion der rupturierten Rotatorenmanschette zur Vermeidung von Rezidivluxationen angestrebt werden [75], [167].

2.4.5.5 Läsion des Nervus axillaris

Im Rahmen einer vorderen Schulterluxation kann es durch Kompression des Humeruskopfes oder durch Traktion im Bereich der lateralen Achsellücke zu einer begleitenden Verletzung des Nervus axillaris kommen. Die Inzidenz wird mit bis zu 37% angegeben [37]. Es resultiert dann neben einer Hypo- bzw. Asensibilität in seinem Autonombereich (s. oben) eine merkliche Minderung der Abduktionsfähigkeit und deutliche Schwäche der Außenrotation aufgrund der motorischen Schädigung des M. deltoideus und des M. teres minor [157]. Meist liegt lediglich eine Zug- und Druckverletzung ohne Strukturschaden (Neuropraxie) vor, die sich binnen 6 Wochen wieder erholt [23].

2.4.6 Diagnostik

Grundlage der Schulterdiagnostik sind eine suffiziente Anamnese und klinische Untersuchung.

2.4.6.1 Anamnese

Ziel der Anamnese ist es, Ursache, Richtung, Ausmaß, Frequenz und die Möglichkeit der willentlichen Kontrolle der Schulterinstabilität zu eruieren. Dabei können Fragen nach dem Traumamechanismus, Ausmaß der einwirkenden Kraft, Art der Reposition, Anzahl und Auslöser der Rezidive Hinweise auf das Verletzungsausmaß ergeben [22]. So spricht zum Beispiel ein selbstständiges Reponieren durch den Patienten

oder müheloses Einrenken durch den Arzt für eine begleitende Gelenkhyperlaxität [138].

2.4.6.2 Klinische Untersuchung

Nach Überprüfung des Bewegungsumfanges der Schulter wird mit der Untersuchung der Laxität im Seitenvergleich begonnen. Diese sollte bei möglichst entspanntem Muskelzustand durchgeführt werden [22].

2.4.6.2.1 Laxitäts-Tests

2.4.6.2.1.1 Beighton Score

Zunächst werden schulterunspezifische Hyperlaxitätsparameter wie die Überstreckbarkeit in Finger-, Ellenbogen- und Kniegelenken, der Daumen-Unterarm-Abstand und die Rumpfflexion bestimmt. Diese werden im Beighton-Score erfasst, einem 9-Punkte-System zur Quantifizierung der Gelenklaxität [156] (s. Tab. 2).

Gelenk	Befund	Punkte
Linker fünfter Finger	Passive Dorsalflexion > 90°	1
Rechter fünfter Finger		1
Linker Daumen	Passive Flexion zur Beugeseite des Unterarms	1
Rechter Daumen		1
Linker Ellenbogen	Hyperextension > 10°	1
Rechter Ellenbogen		1
Linkes Knie	Hyperextension > 10°	1
Rechtes Knie		1
Flexion Rumpf mit gestreckten Knien	Handflächen berühren den Boden	1

Tabelle 2: Beighton-Hypermobilitäts-Score [13]

Der Daumen-Unterarmabstand beträgt normalerweise 6 – 12cm und kann bei Patienten mit Hyperlaxität auf 0cm reduziert sein [22].

2.4.6.2.1.2 Schubladen-Test

Mit dem Schubladen-Test wird die Translation des Humeruskopfes nach anterior und posterior im Verhältnis zur Pfanne bestimmt. Der Untersucher umgreift dabei mit der patientennahen Hand die Spina scapulae bzw. den Proc. coracoideus und stabilisiert die Schulter (sog. Codman-Griff). Mit der anderen Hand zentriert er zunächst den

Oberarmkopf in der Fossa glenoidalis durch axialen Druck und bewegt ihn dann nach anterior und posterior [70]. Das Ausmaß der Schublade lässt sich nach Hawkins graduieren (s. Tab. 3). Als Normalmaß unter Narkose gibt Hawkins zur Orientierung Grad 2 nach posterior, nach anterior und inferior dagegen nur Grad 0 – 1 an [132]. Als pathologisch gilt auch ein vermehrter Translationsweg im Verhältnis zur Gegenseite [22].

Grad	Translation
Grad 0	keine oder nur geringe Translation
Grad 1	Translation des Humeruskopfes bis an den Rand des Glenoids
Grad 2	Translation des Humeruskopfes auf den Glenoidrand mit Spontanreposition
Grad 3	Translation des Humeruskopfes über den Glenoidrand hinaus bis zur Luxation ohne Spontanreposition bei Nachlassen des Provokationsstresses

Tabelle 3: Einteilung des Translationsgrades nach Hawkins [132]

2.4.6.2.1.3 Sulcus-Test

Zur Überprüfung der inferioren Translation des Humeruskopfes greift der Untersucher den möglichst entspannt herabhängenden Arm des stehenden oder sitzenden Patienten im Bereich des Ellenbogens und führt eine Traktion entlang der Humeruslängsachse nach unten aus. Im positiven Falle ergibt sich eine subacromiale schmerzlose sichtbare Weichteileinziehung, das sog. Sulcus-Zeichen [138]. Die Tiefe der Rinne kann in Zentimetern abgeschätzt werden und wird nach Altcheck [138] in 3 Grade unterteilt (s. Tab. 4). Ein Sulcus-Zeichen 2. und 3. Grades wird als Zeichen einer vermehrten Laxität gewertet. Neben der Überprüfung des Sulcus-Zeichens in Neutralstellung kann der Test weiterführend auch bei innen- und außenrotiertem Arm durchgeführt werden: Während eine vermehrte inferiore Translation in Außenrotation auf eine Insuffizienz des Rotatorenintervalls hinweist, lässt ein Sulcus-Zeichen in Innenrotation auf eine Laxität der hinteren Kapselstrukturen schließen [22].

Grad	Abstand von Akromion und Humeruskopf
Grad 1	0-1cm
Grad 2	1-2cm
Grad 3	> 2cm

Tabelle 4: Einteilung des Sulcus-Zeichens nach Altcheck [1]

2.4.6.2.1.4 Hyperabduktions-Test nach Gagey

Eine Hyperlaxität der inferioren Kapsel-Ligament-Strukturen lässt sich mit dem Hyperabduktions-Test nach Gagey [44] nachweisen: Der hinter dem Patienten stehende Untersucher fixiert mit einer Hand die Skapula in ihrer tiefsten Position, während er mit der anderen Hand eine passive glenohumerale Abduktion des Arms durchführt. Im Verlauf des Tests ist der Ellenbogen um 90° flektiert und der Unterarm horizontal ausgerichtet. Ist eine Abduktion über 105° möglich, so ist der Test positiv und eine Hyperlaxität des IGHL nachgewiesen [44].

2.4.6.2.2 Bizepssehnenanker-Tests

Da primärtraumatische Schulterluxationen gehäuft mit SLAP-Läsionen einhergehen (s. oben), ist die klinische Beurteilung des Bizepssehnenankers obligater Bestandteil der Instabilitätsdiagnostik.

2.4.6.2.2.1 O'Brien-Test

Als wegweisend hat sich der von O'Brien beschriebene „Active Compression Test“ bewiesen [117]. Der stehende Patient führt seinen Arm bei gestrecktem Ellenbogen in 90° Flexion, 10° - 15° adduziert über die Sagittalebene hinaus und rotiert maximal nach innen, so dass der Daumen bodenwärts zeigt. Dadurch wird die LBS nach medial und inferior verlagert und der Bizeps-Labrum-Komplex unter Spannung gesetzt. Der Untersucher drückt nun den Arm des Patienten nach unten, während dieser der Kraft entgegenhält. Das gleiche Testmanöver erfolgt anschließend in Außenrotation. Der Test ist nur dann positiv, wenn während des ersten Teils Schmerzen ausgelöst wurden, die bei Supination vermindert sind. Entscheidend ist die Schmerzlokalisation: Schmerzen oder ein schmerzhaftes „Klicken“ im Innern der Schulter sprechen für das Vorliegen einer SLAP-Läsion, während Schmerzen über dem Acromioclavicular (AC) - Gelenk eine AC-Gelenkspathologie vermuten lassen [117].

2.4.6.2.2.2 Palm-up-Test

Beim Palm-up-Test wird der Patient aufgefordert, den gestreckten supinierten Arm gegen Widerstand des Untersuchers in 90° Abduktion und 30° Horizontaladduktion zu flektieren [70]. Bei Schmerzauslösung im Sulcus intertubercularis ist der Test positiv [70].

2.4.6.2.3 Instabilitäts-Tests

2.4.6.2.3.1 Jerk-Test

Der Jerk-Test dient der Überprüfung einer posterioren Instabilität. Während mit einer Hand die Scapula von hinten fixiert wird, greift die andere Hand den Ellenbogen und eleviert diesen bis auf 90° [22]. Bei zunehmender Innenrotation und Adduktion des Oberarms kann unter gleichzeitigem axialen Druck entlang der Humeruslängsachse eine posteriore Schublade bzw. Subluxation ausgelöst werden. Die nachfolgende Horizontalabduktion führt zur Reposition des Oberarmkopfes in das Glenoid. Positiv ist der Jerk-Test, wenn ein subluxierter Kopf durch eine schnappende Bewegung in die Pfanne zurückspringt [22].

2.4.6.2.3.2 Anteriorer Apprehension-Test

Der wohl am meisten verbreitete Test zur Überprüfung einer anteroinferioren Instabilität ist der Apprehension-Test [135]. Bei 90° abduziertem Arm erfolgt die maximale Außenrotation unter gleichzeitigem nach vorne gerichteten Druck des Untersucherdaumens auf den Humeruskopf. Bei abruptem Anspannen der Schultermuskulatur – um die erwartete Luxation zu vermeiden – oder subjektivem Instabilitätsgefühl ist der Test positiv [70].

2.4.6.2.3.3 Relocation-Test

Beim Relocation-Test dient die Untersuchungsfläche beim liegenden Patienten der Stabilisierung der Scapula [22]. Der Arm wird in 90° Abduktion und zunehmende Außenrotation geführt, wodurch ein Apprehension provoziert wird. Sobald Muskelanspannung auftritt, drückt der Untersucher den Oberarmkopf von vorne unten manuell in die Gegenrichtung, so dass dieser wieder zentriert ist. Positiv ist der Test, wenn die Anspannung oder der Schmerz nachlässt und eine stärkere Außenrotation möglich wird [22].

2.4.6.2.4 Instabilitäts-Score

Der Rowe-Score ist ein Bewertungssystem der instabilen Schulter, das den Patienten entsprechend seiner Gesamtpunktzahl in eine bewertende Kategorie einteilen lässt: „Ausgezeichnet“ (90-100 Punkte), „gut“ (75-89 Punkte), „mäßig“ (51-74 Punkte) oder „schlecht“ (<51 Punkte). Gemäß der Originalversion von 1978 werden maximal 50 Punkte für Stabilität, 20 Punkte für Beweglichkeit und 30 Punkte für Funktion vergeben (s. Tab. 5) [134].

Stabilität	Punkte
- keine Relaxation, Subluxation oder Apprehension	50
- Apprehension in bestimmten Armpositionen	30
- Subluxation (kein Repositionsbedarf)	10
- Relaxation	0
Beweglichkeit	
- 100% der normalen ARO, IRO und Elevation	20
- 75% der normalen ARO, normale IRO und Elevation	15
- 50% der normalen ARO, 75% der normalen IRO und Elevation	5
- 50% der normalen IRO und Elevation, keine ARO	0
Funktion	
- keine Einschränkung in Arbeit oder Sport, geringes oder kein Unbehagen	30
- geringe Einschränkung und leichtes Unbehagen	25
- mäßige Einschränkung und Unbehagen	10
- deutliche Einschränkung und Schmerz	0
Gesamtsumme	100

Tabelle 5: Rowe-Score [134]

2.4.6.3 Bildgebung

Die MRT besticht durch den höchsten Weichteilkontrast aller bildgebenden Verfahren. Bei adoleszenten Sportlern mit traumatischer Schulterluxation wird aufgrund der hohen Inzidenz von pathologischen Veränderungen und folgender Prädisposition für Rezidivluxationen empfohlen, eine MRT zeitnah durchzuführen [100]. Nach akuter Luxation kann ein posttraumatischer Gelenkerguss oder Hämarthros den Einsatz eines intraartikulären Kontrastmittels, z.B. Gadolinium, unnötig machen, das ansonsten für eine hohe Treffsicherheit der kernspintomographischen Aussage unverzichtbar ist [163]. So erlaubt die MR-Arthrographie bei chronisch-rezidivierender Instabilität die Detektion labraler Verletzungen mit einer Sensitivität von 89 – 98% [153],

[123], [30] und einer Spezifität von 93 – 98% [123], [153]. Damit ist sie der nativen MRT, deren angegebene Sensitivitäten stark schwanken (44 – 93%) [30], [99], [69], [45], eindeutig überlegen und Mittel der Wahl, um die pathomorphologischen Korrelate der traumatischen Schulterluxation am labroligamentären Komplex inklusive SLAP-Läsionen sicher zu identifizieren [15], [170], [163], [14], [65]. Die ABER-Position platziert dynamischen Stress auf die inferiore Kapsel und den anteroinferioren Labrum-Ligament-Komplex. Sie kann ergänzend während der MR-Arthrographie genutzt werden, um subtile Läsionen, wie zum Beispiel eine nicht-abgelöste Perthes-Läsion, zu visualisieren [169], [147], [36], [73] und die Beschaffenheit des IGHL zu beurteilen [150].

2.4.7 Therapie

2.4.7.1 Konservative versus chirurgische Therapie

Konservative und chirurgische Therapie der anteroinferioren Labrumläsionen nach primär traumatischer Schulterluxation führen zu signifikant unterschiedlichen Reluxationsraten: Während nach 2 Jahren fast die Hälfte der konservativ therapierten Patienten über wiederkehrende Instabilität berichtet, leiden nur etwa 7% der operativ stabilisierten Patienten darunter. Dieser Trend setzt sich auch in Langzeitbeobachtungen über 10 Jahre fort (58% vs. 10%) [20]. Von einer besonders hohen Reluxationsrate sind junge [66], männliche Patienten mit hohem sportlichen Anspruch betroffen [130], [12], [128]. Gemäß einer Studie von Robinson et al. [130] entwickelten 87% der Patienten im Alter von 15 – 20 Jahren unter Immobilisation mit nachfolgender Physiotherapie bei einem Follow-up von 5 Jahren eine wiederkehrende Instabilitätssymptomatik. Trotz Hinweisen für eine signifikant niedrigere Reluxationsrate unter Immobilisation in Außenrotationsstellung im Vergleich zu konventioneller Innenrotationsposition [74] können auch diese Ergebnisse nicht mit denen chirurgischer Verfahren konkurrieren [171], [35]. So können aus den überaus unterschiedlichen Reluxationsraten unter chirurgischer und konservativer Therapie eindeutig Vorteile der chirurgischen Behandlung für junge aktive Patienten mit traumatischer Erstluxation geschlossen werden [81], [77], [18], [59]. Um sekundäre Gelenkschäden zu verhindern, sollte diese Therapie frühzeitig angestrebt werden [173], [144]. Die konservative Therapie bleibt damit primär atraumatisch verursachten Instabilitätsformen und Patienten über 30 Jahren ohne knöcherne und muskuläre Begleitschädigung vorbehalten [54].

2.4.7.2 Offene versus arthroskopische Therapie

Die Schulterstabilisierung kann offen oder arthroskopisch durchgeführt werden. Durch die offene Operation mit Anlage eines Beckenkammspans, z.B. nach Resch, oder durch Kapseldoppelung, z.B. nach Putti-Platt oder Bankart, konnte eine konstant niedrige Reluxationsrate erzielt werden [9], [46], [151]. Postoperativ trat nach knöchernen Eingriffen jedoch gehäuft eine sekundäre glenohumerale Arthrose auf. Die offene Kapselplikatur bzw. der offene Kapselshift bedingten in vielen Fällen eine eingeschränkte Außenrotation, was besonders beim Überkopfsportler zu Einschränkungen der sportlichen Fähigkeiten führte [46]. Nach neueren Untersuchungen kann die bei der offenen Schulterstabilisierung notwendige inverse L-förmige Tenotomie des M. subscapularis klinisch und kernspintomographisch nachweisbar zu einer Atrophie und fettigen Infiltration und damit zu einer Insuffizienz des entsprechenden Muskels führen [139].

Unter Verwendung von neu entwickelten Fadenankersystemen und bioresorbierbaren Fixationssystemen erbringt die arthroskopische Stabilisierung heutzutage mit den offenen Verfahren vergleichbar niedrige Rezidivraten von unter 10% [64], [20]. Berücksichtigt man nur Studien nach 2002, so Petrera et al. [125] in einer aktuellen Metaanalyse, sind sogar signifikant niedrigere Reluxationsraten nach arthroskopischer Stabilisierung mit Fadenanker (2,9%) als nach offener Stabilisierung (9,2%) zu beobachten. Auf eine partielle Ablösung des M. subscapularis kann bei der arthroskopischen Schulterstabilisierung verzichtet werden. Arthroskopische Verfahren überzeugen außerdem durch die Möglichkeit einer exakteren intraoperativen Diagnostik der strukturellen Läsionen und die folgende Behandlung von Begleitverletzungen, wie z.B. die Refixation von SLAP-Läsionen, welche besser arthroskopisch adressiert werden können [92], [98]. Weitere Vorteile der arthroskopischen Therapie sind die anatomisch exakte Rekonstruktion des abgelösten Kapselbandapparats und damit postoperativ nur geringe Einschränkung der Außenrotation, bessere kosmetische Ergebnisse, weniger Schmerzen sowie eine schnellere Rehabilitation [50], [155]. Des Weiteren ist unter Verwendung eines tiefen anteroinferioren 5:30Uhr-Portals auch eine arthroskopische Refixation von knöchernen Glenoidläsionen mittels Kleinfragmentschrauben oder Fadenankern möglich [155]. Daher hat sich inzwischen die arthroskopische Schulterstabilisierung als Goldstandard für die meisten Formen der Schulterinstabilität durchgesetzt [19], [28], [33], [80], [46].

Mögliche Nachteile der arthroskopischen Stabilisierung sind neben der anspruchsvolleren Technik eine mögliche Implantatdislokation und in jüngster Zeit bei Verwendung von poly-L-lactic acid (PLLA)-Ankern beobachtete Osteolysen [155].

2.4.7.3 Indikationen zur arthroskopischen Stabilisierung

Für die arthroskopische Stabilisierung ergeben sich folgende Indikationen:

In der täglichen Praxis wird heute jungen Patienten mit Bankart-Läsion aufgrund der hohen Rezidivraten unter konservativer Therapie (s. oben) bereits nach traumatischer anteroinferiorer Erstluxation, jedoch abhängig vom kernspintomographisch visualisierten Schadensausmaß am Labrumkomplex eine arthroskopische Stabilisierung empfohlen und gerade bei sportlich Aktiven die Indikation großzügig gestellt [72], [91], [4], [81], [90], [126], [59], [97], [121]. Bei Patienten über 40 Jahren kann zunächst die konservative Therapie bzw. Versorgung von Begleitverletzungen, z.B. der Rotatorenmanschette, erfolgen. Bei einer chronischen anteroinferioren Instabilität mit kombinierter Hyperlaxität (Typ B3 nach Gerber) ist die arthroskopische Stabilisierung mit Kapselraffung bei guter Kompetenz des IGHL und MGHL indiziert [54], [72]. Arthroskopische Re-Stabilisierungen sind ebenso erfolgversprechend, wenn postoperativ ein Trauma eine erneute Luxation ausgelöst hat und der Labrum-Ligament-Komplex eine ausreichende strukturelle Qualität aufweist [72], [10], während eine atraumatische Ursache, multidirektionale Instabilität oder minderwertige Gewebequalität auf ein schlechtes Outcome schließen lassen [7]. Bei zusätzlich vorliegender SLAP-Läsion, insbesondere der symptomatischen Typ II-Läsion, besteht bei jungen Patienten ebenfalls die Indikation zur arthroskopischen Stabilisierung [4]. Die kombinierte arthroskopische Behandlung von SLAP- und Bankart-Läsionen verspricht hierbei sehr gute klinische und mit singulärer Bankart-Repair vergleichbare Ergebnisse bezüglich Stabilität und Funktion [60], [31].

2.4.7.4 Kontraindikationen zur arthroskopischen Stabilisierung

Gegen eine arthroskopische isolierte kapsulolabrale Operation sprechen einhakende („engaging“) Hill-Sachs-Defekte, die bei hoher Außenrotation ein Einhaken des Humeruskopfes am anterioren bzw. anteroinferioren Glenoidrand bewirken. Hier ist zusätzlich die Behandlung des Hill-Sachs-Defektes indiziert [155]. Des Weiteren ist – basierend auf der aktuellen Literatur – noch nicht abschließend geklärt, ob beim Vorliegen einer nicht frischen Glenoidkantenfraktur von über 25% des kaudokranialen Durchmessers ein offenes Verfahren vorzuziehen ist. Außerdem ist bei einer willkür-

lichen Instabilität (Typ C und B6 nach Gerber & Nyffeler) des jungen Patienten bis zum Wachstumsabschluss das arthroskopische Vorgehen kontraindiziert [72], [90], [91], [155]. Ob Kollisionssportarten eine rechtfertigende Kontraindikation zur arthroskopischen Stabilisierung darstellen, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einige Autoren identifizieren den Kontaktsport als Risikofaktor für postoperativ wiederkehrende Instabilität und präferieren die offene Chirurgie [129]. Auf der anderen Seite gibt es Studien, die exzellente Ergebnisse hinsichtlich der Reluxationsrate auch bei Kollisionssportlern (Rugbyspielern) bezeugen [85], weshalb in Kollisionssportarten per se keine Kontraindikation für eine arthroskopische Behandlung gesehen wird [104].

2.4.7.5 OP-Technik, Arthroskopischer Bankart-Repair

Ziel der arthroskopischen Schulterstabilisierung ist es, den abgerissenen Kapsel-Labrum-Komplex wieder anatomisch zu refixieren. Der Patient wird standardmäßig in Beach-Chair-Position oder Seitenlage gelagert. Der Arm wird frei beweglich in speziellen Vorrichtungen (z.B. Trimano, Fa. Maquet, Rastatt, Deutschland oder Spider, Fa. Smith & Nephew, London, England) in leichter Abduktion gehalten. Nach der Narkoseuntersuchung mit Feststellung von Grad und Richtung der Instabilität, Grad der ventralen und dorsalen Translation nach Hawkins [142] und Sulcus-Zeichen werden die knöchernen Landmarken angezeichnet. Zunächst wird das posteriore Standardportal angelegt. Hierüber erfolgt die diagnostische Arthroskopie zur genauen Beurteilung aller Schulterpathologien. Unter Sicht wird nun glenoidnah der anterosuperiore Arbeitszugang gelegt [70]. Über einen Wechselstab wird eine Arbeitskanüle eingedreht und die Stabilitätsprüfung des Labrums erfolgt mittels Tasthaken. Das zu refixierende Gewebe wird mobilisiert [71], die vordere Glenoidkante aufgefrischt. Es folgt die Anlage des tiefen anteroinferioren Zugangs [38]. Nun werden die Fadenanker (z.B. Bio-FASTak oder PushLock, Fa. Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) entsprechend der Labrum-Läsion zwischen der 2- und 6Uhr-Position an der Knorpel-Knochen-Grenze gesetzt und der Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex durch Knüpfen der vorgelegten Fäden fixiert [155]. Zur Volumenreduktion wird ein Kapselshift mittels Fadenanker und geeignetem Instrumentarium, wie z.B. dem Suture-Lasso, Fa. Arthrex durchgeführt [54]. Entscheidend ist, dass auch der axilläre Pouch durch eine kraniale Raffung verkleinert wird und sich die „Hängematte“ straff unter den Humeruskopf anschmiegt [91].

Liegt zusätzlich noch eine SLAP-Läsion vor, so wird im Anschluss über ein zusätzliches laterales Portal der Bizepssehnenanker ebenfalls mit Hilfe von Fadenanker-Systemen stabilisiert [76].

3 Material und Methodik

3.1 Patienten

3.1.1 Einschlusskriterien

Im Zeitraum von August 2008 bis Mai 2011 wurden alle Patienten eingeschlossen, bei denen

1. die Indikation zur arthroskopischen Schulterstabilisierung aufgrund traumatisch bedingter anteroinferiorer Schulterinstabilität mit und ohne kombinierte(r) Hyperlaxität gestellt wurde
oder
2. bereits eine arthroskopische Stabilisierung durchgeführt wurde, jedoch die arthroskopische Revisionsstabilisierung aufgrund eines erneuten traumatischen Luxationsereignisses angezeigt war.

3.1.2 Ausschlusskriterien

Bei folgenden Diagnosen, Nebendiagnosen und Befunden wurde der Patient von der Studie ausgeschlossen:

- Multidirektionale und posteriore Instabilität
- Willkürliche Luxationen
- Alleinige Subluxationen
- Offene Voroperationen
- Rotatorenmanschettenverletzung und/oder neurologische Läsionen
- Bankart- und Tub. majus Frakturen
- Knöcherner Glenoiddefekte

3.2 Präoperative Untersuchung

Am Tag der arthroskopischen Stabilisierung wurde präoperativ zunächst eine aktuelle Anamnese erhoben mit Fragen über Zeitpunkt, Anzahl, Richtung, Auslöser der Luxation(-en) und Art des Repositionsmanövers. Anschließend untersuchten zwei Ärzte unterschiedlichen Ausbildungsstandes (Oberarzt, im Folgenden = Untersucher

A, Assistenzarzt = Untersucher B) sowie eine Doktorandin (= Untersucher C) den Patienten nach identischem Schema. Die Testungen der einzelnen Untersucher erfolgten im Abstand von etwa 15 Minuten. Die Untersucher waren dem vorherigen Resultat gegenüber verblindet. Die folgenden Tests und Scores wurden wie bereits in der Einleitung beschrieben durchgeführt:

Neben Prüfung der Außenrotation in 0°- und 90°-Abduktion wurde der Laxitätsstatus anhand des Sulcus- und Gagey-Tests sowie der a.p.-Translation jeweils im Seitenvergleich erhoben und der Beighton-Score bestimmt (s. Tab. 3). Wenn eine passive inferiore Translation größer 1 Grad möglich war, wurde das Vorliegen eines Sulcus-Zeichens dokumentiert. Der Gagey-Test wurde positiv bewertet, wenn passiv glenohumeral mehr als 105° abduziert werden konnte. Der Grad (0 – 3) der anterioren und posterioren Translation nach Hawkins (s. oben) wurde festgehalten.

Um eine zusätzliche Schmerz-/Reizsymptomatik der Bizepssehne zu evaluieren, wurde der O'Brien- und Palm-up-Test durchgeführt.

Eine hintere Instabilität wurde erneut klinisch mit Hilfe des Jerk-Tests ausgeschlossen.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand die differenzierte Betrachtung der Abduktionsgradzahl, ab welcher der Apprehension-Test positiv war. Dieser als „quantitativ“ bezeichnete, modifizierte Apprehension-Test wurde im Stehen bei maximaler Außenrotation zunächst ohne, dann mit Daumendruck von dorsal auf den Humeruskopf durchgeführt (s. Abb. 6). Dabei wurde der Abduktionsgrad, ab welcher der Patient ein oder mehrere der folgenden Symptome zeigte, festgehalten:

- Instabilitätsgefühl bzw. muskuläres Anspannen
- Angst, dass die Schulter luxieren könnte
- Schmerz dorsal und ventral



Abbildung 6: Apprehension-Test mit Winkelgradmessung der Abduktion

In Anlehnung an diese Kriterien und wieder unter genauer Betrachtung des Abduktionsgrades wurde dann der „quantitative Relocation-Test“ durchgeführt (s. Abb. 7). Sowohl beim quantitativen Apprehension-Test als auch beim quantitativen Relocation-Test wurde der Arm jeweils in eine passiv maximal mögliche Außenrotationsposition gebracht.



Abbildung 7: Relocation-Test mit Winkelgradmessung der Abduktion

Der Rowe-Score wurde ursprünglich entwickelt, um die Schulterinstabilität quantitativ zu beurteilen. Wir bedienen uns dieses krankheitsspezifischen Scores, um vergleichbare Aussagen über die präoperative Einschränkung bezüglich Stabilität, Beweglichkeit und Funktion zu gewinnen. Obgleich 4 Versionen des Rowe-Scores existieren und die 3 neueren Versionen des Rowe-Scores zusätzliche Qualitäten wie Schmerz [135], [136] oder Stärke [136] abfragen, unterscheidet die Originalversion von 1978 als einzige präzise zwischen Relaxation, Subluxation und Apprehension. Zudem liegt ihr Punkteschwergewicht auf dem Kriterium „Stabilität“, das bereits die

Hälfte der Maximalpunktzahl ausmacht [134]. Daher findet letztere Version in dieser Studie Anwendung.

3.3 Intraoperative Dokumentation

Jeder Operateur hinterlegte in einem standardisierten Dokumentationsbogen, bei wie viel Grad Abduktion die Schulter während des Apprehension-Manövers unter Narkose luxierte. Im Rahmen der diagnostischen Arthroskopie wurde die Labrumläsion bestimmt. Dies geschah unter Zuhilfenahme eines erdachten Ziffernblattes, das so auf dem Glenoid orientiert war, dass die 3:00 Uhr-Position der Richtung nach anterior und der Bizepssehnenanker der 12:00 Uhr-Position entsprach. Somit konnten Ausmaß und Lokalisation der Läsion in Stundenanzahl und Uhrzeiten angegeben werden (s. Abb. 8 u. 9).

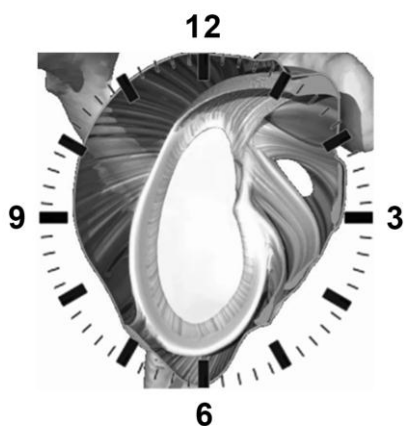


Abbildung 8: Schematische Zeichnung eines rechten Schultergelenks nach Ablösung des Humerus und Anlage eines Ziffernblattes: Anterior (rechts im Bild) entspricht der 3:00 Uhr-Position.

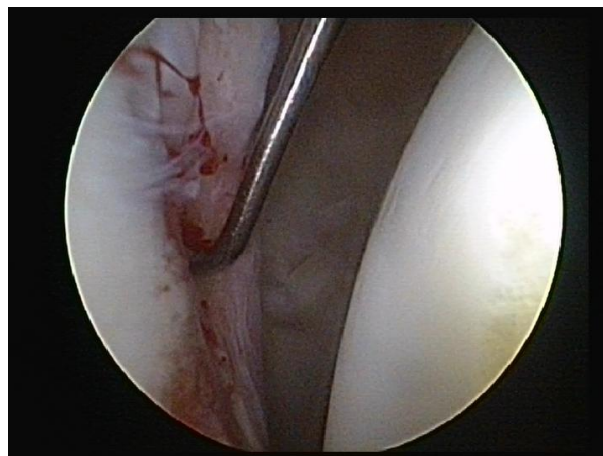


Abbildung 9: Arthroskopie einer rechten Schulter: Bankart-Läsion 3:00 – 6:00 Uhr, 21-jähriger Patient nach zweimaliger traumatischer anteroinferiorer Luxation

Außerdem wurde eine eventuelle SLAP-Läsion und der jeweils vorliegende Bandtyp nach Morgan vermerkt. Zuletzt wurden Anzahl und Uhrzeit der Anker sowie eventuelle Kapselplikaturen dokumentiert.

3.4 Statistische Auswertung

Die statistischen Analysen wurden mit SPSS Statistics Version 20, Fa. IBM, Armonk, USA und Xlstat 2012.1.01, Fa. Microsoft, Redmond, USA durchgeführt. Die Interob-

server-Korrelationen des Apprehension- sowie Relocation-Tests zwischen den Untersuchern wurden mittels Bland-Altman-Plot für zwei Untersucher überprüft, die des Sulcus- und Gagey-Tests mit Cohen's κ für zwei und Fleiss' κ für 3 Beobachter. Bland-Altman-Plots erlauben eine graphische Analyse der Interrater-Reliabilität: Die Unterschiede der Abduktionsgrade (y-Achse) wurden gegen die Mittelwerte der Abduktionsgrad-Paare (x-Achse) aufgetragen. Als horizontale Gerade dargestellt werden der Mittelwert der Differenzen im Sinne einer systematischen Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen, die davon zwei Standardabweichungen (SA) entfernt liegen. Innerhalb dieser liegen nun 95% der gemessenen Werte [51]. Die Stärke der Übereinstimmung zwischen zwei Beobachtern bezüglich der a.p.-Translationsmessung wurde mittels linear gewichtetem κ berechnet. Für die Bewertung des κ wurde die von Koch & Landis [84] vorgeschlagene Interpretationshilfe hinzugezogen (s. Tab. 6):

κ	Stärke der Übereinstimmung
0,00-0,20	schwache Übereinstimmung
0,21-0,40	leichte Übereinstimmung
0,41-0,60	mittelmäßige Übereinstimmung
0,61-0,80	starke Übereinstimmung
0,81-1,00	(fast) vollständige Übereinstimmung

Tabelle 6: Interpretationshilfe von κ

Die Stärke des Zusammenhangs zwischen Apprehension- bzw. Relocation-Test und der Labrumläsion wurde durch Spearman's Rangkorrelationskoeffizienten r_s bestimmt. Dabei wurde ein Signifikanzniveau von $p=0,05$ festgelegt und im Sinne einer explorativen Studie auf eine Bonferroni-Korrektur verzichtet. Dazu wurden die Abduktionsgrade, ab welcher der Patient ein positives Testergebnis zeigte, mit der kranialen und der kaudalen Begrenzung der Läsion und mit der Stundenanzahl korreliert. Dies wurde jeweils für alle 3 Untersucher und für den Apprehension-Test mit Daumendruck, den Apprehension-Test ohne Daumendruck und den Relocation-Test gesondert durchgeführt. Die Bewertung des Spearman Korrelationskoeffizienten orientierte sich an folgender Tabelle (s. Tab. 7) [21]:

r_s	Stärke der Korrelation
0,00-0,20	sehr schwache Korrelation
0,21-0,40	schwache Korrelation
0,41-0,60	mittlere Korrelation
0,61-0,80	starke Korrelation
0,81- <1,00	sehr starke Korrelation
1,00	perfekte Korrelation

Tabelle 7: Interpretationshilfe von r_s

3.5 Studienalgorithmus

Zur Beantwortung der Fragestellung und Bearbeitung der Ziele wurde folgender Studienalgorithmus etabliert (s. Diagr. 1):

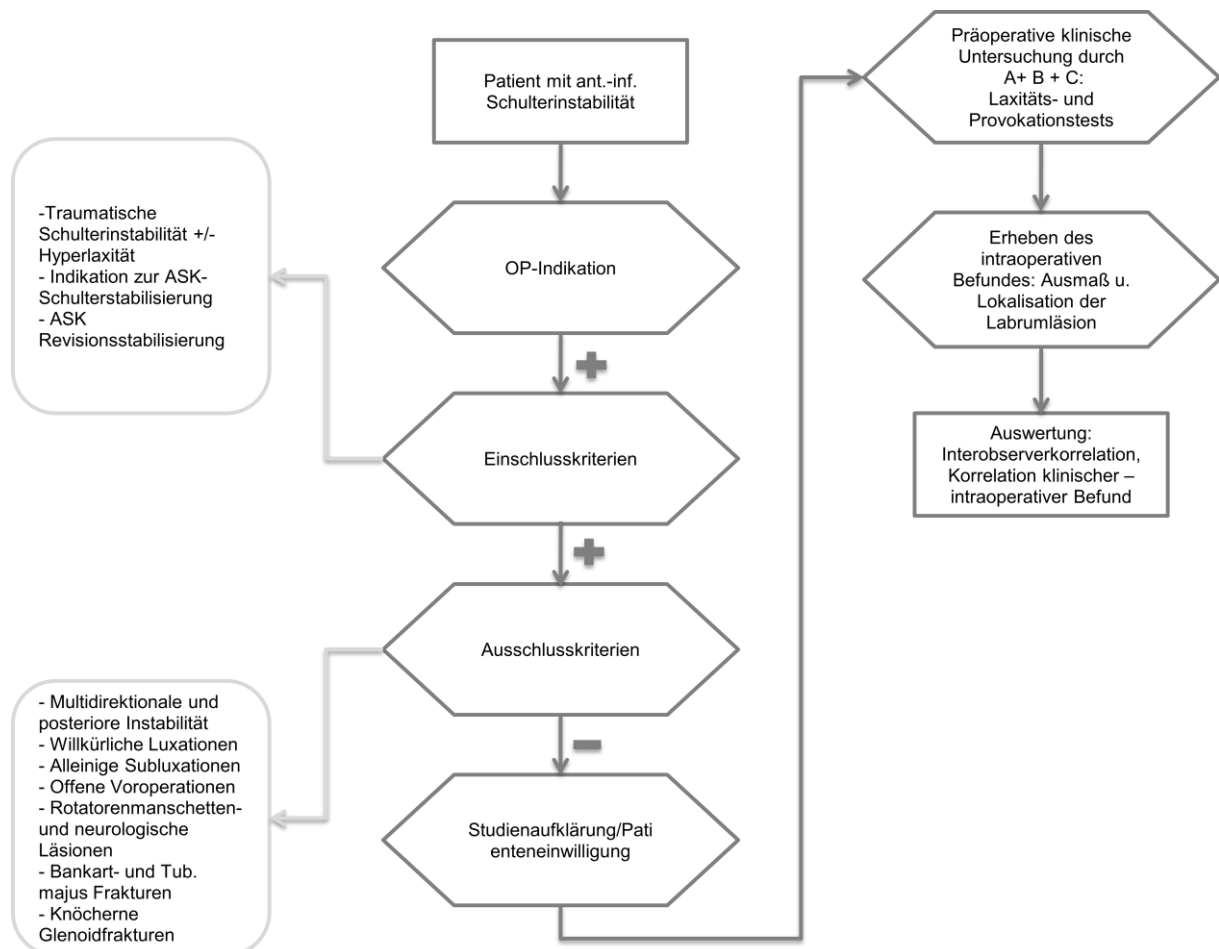


Diagramm 1: Studienalgorithmus

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Statistik

4.1.1 Präoperative Befunderhebung

4.1.1.1 Demographische Daten

Insgesamt wurden 52 Patienten in die Studie eingeschlossen, davon 40 Männer (76,9%) und 12 Frauen (23,1%). Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug $27,0 \pm 8,3$ Jahre (s. Diagr. 2).

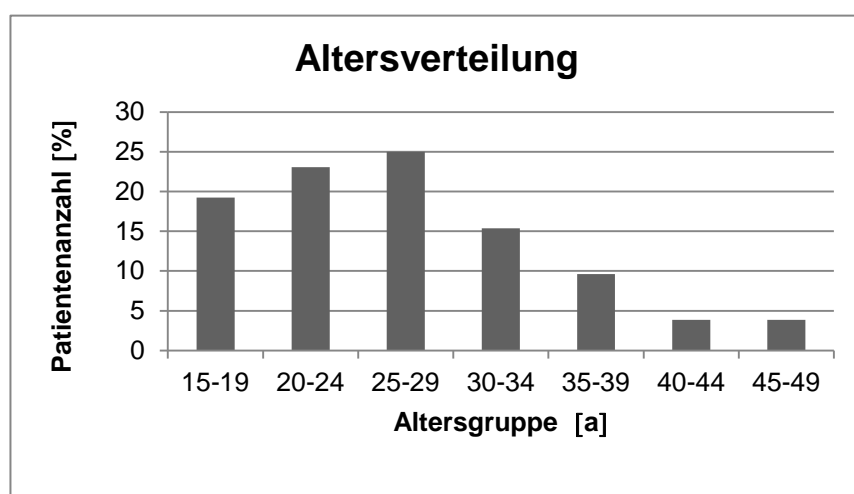


Diagramm 2: Prozentuale Altersverteilung der Studienteilnehmer in Altersgruppen

Bei 24 Patienten (46,1%) war die rechte Schulter, bei 28 Patienten (53,9%) die linke Schulter betroffen. Dabei handelte es sich bei 23 Patienten (44,2%) um die dominante Seite.

4.1.1.2 Traumamechanismus

Nach der anamnestisch erhobenen Art der Erstluxation lässt sich der Traumamechanismus dieses Patientenkollektivs in 6 Gruppen gliedern: Die größte Gruppe, bestehend aus 19 Patienten (36,5%), erlitt eine anteroinferiore Schulterluxation durch ein fortgeleitetes Trauma im Sinne eines Sturzes auf den ausgestreckten Arm. Bei 6 Patienten (11,5%) war ein direktes Anpralltrauma der Schulter für die Luxation ursächlich. Eine Fremdeinwirkung auf den außenrotierten abduzierten Arm führte bei 8 Patienten (15,4%) zur Schulterluxation. Bei weiteren 12 Patienten (23,1%) war das Festhalten mit außenrotiertem abduzierten Arm für die Erstluxation verantwortlich.

Eine forcierte hohe Außenrotation verursachte bei 6 Patienten (11,5%) eine Luxation. Bei nur einem Patienten (2,0%) lag die Schulterluxation in einem abrupten direkten Zug des Arms nach anterior begründet.

4.1.1.3 Anzahl stattgehabter Luxationen

14 Patienten (26,9%) erlitten lediglich 1 traumatische Luxation. 19 Patienten (36,6%) gaben 2 – 4 stattgehabte Luxationen an. Bei 12 Patienten (23,1%) traten in der Vorgeschichte 5 – 10 Luxationen und bei 7 Patienten (13,4%) mehr als 10 Luxationsereignisse auf.

4.1.1.4 Repositionsart

Bezüglich der Erstluxation berichteten 28 Patienten (53,9%) über eine Fremdreposition durch einen Arzt oder Rettungssanitäter, während es den übrigen 24 Patienten (46,1%) gelang, die Schulter selbstständig zu reponieren.

4.1.1.5 Rowe-Score

Präoperativ erzielten die Patienten im Durchschnitt $32,5 \pm 14,6$ von möglichen 100 Punkten im Rowe-Score. Kein Patient erreichte ein „exzellentes“ Ergebnis, lediglich ein Patient (2,0%) erlangte mit 75 Punkten knapp die Kategorie „gut“. 5 Patienten (9,6%) lagen in der Kategorie „mäßig“. Der Großteil der Patienten (88,4%) belegte die Kategorie „schlecht“, was einer Punktzahl von ≤ 50 entspricht.

4.1.1.6 Re-Stabilisierung

5 Patienten (9,6%) des gesamten Patientenkollektivs waren bereits arthroskopisch stabilisiert worden. Aufgrund eines erneuten traumatischen Luxationsereignisses bestand die Indikation zur Re-Stabilisierung.

4.1.2 Klinische Untersuchung

A untersuchte 45 (86,5%), B 38 (73,1%) und C 50 (96,1%) Patienten des Gesamtkollektivs (n=52).

4.1.2.1 Laxitäts-Tests

4.1.2.1.1 a.p.-Translation

Eine Translation nach anterior ipsilateral wurde von Untersucher A bei 4 Patienten (8,9%)¹ mit Grad 0, bei 33 Patienten (73,3%) mit Grad 1 und bei 8 Patienten (17,8%) mit Grad 2 bewertet. Von Untersucher B wurde bei 5 Patienten (13,2%) Grad 0, bei 25 Patienten (65,8%) Grad 1 und bei 8 Patienten (21,0%) Grad 3 gemessen. Untersucher C beurteilte die anteriore Translation bei 8 Patienten (16%) mit Grad 0, bei 34 Patienten mit Grad 1 (68%) und bei 8 Patienten (16%) mit Grad 2. Demnach liegt nach Mehrheitsbildung eine vermehrte Translation nach anterior (größer Grad 1) im Sinne einer gesteigerten Laxität bei 12 Patienten (23,1%) des Gesamtkollektivs (n=52) vor.

4.1.2.1.2 Sulcus-Zeichen

Das Sulcus-Zeichen wurde ipsilateral von Untersucher A bei 22 Patienten (48,9%), von Untersucher B bei 15 (39,5%) und von Untersucher C bei 19 (38%) als positiv gewertet. Nach Mehrheitsbildung der drei Untersucher bedeutet dies das Vorliegen eines Sulcus-Zeichens bei 23 Patienten (44,2%) des gesamten Patientenguts (n=52).

4.1.2.1.3 Gagey-Test

Der Gagey-Test ipsilateral wurde von Untersucher A bei 32 Patienten (71,1%), von Untersucher B bei 20 (52,6%) und von Untersucher C bei 32 (64%) positiv beurteilt. Entscheidet die Mehrheit der Untersucher, so liegt ein positiver Gagey-Test bei 34 Patienten (65,4%) des Gesamtkollektivs (n=52) vor.

4.1.2.1.4 Beighton-Score

Von den 9 maximal möglichen Punkten im Beighton-Score erreichten die Patienten im Durchschnitt 2,3 Punkte. Die Kriterien für einen Beighton-Score von „0“ erfüllten 12 Patienten (23,1%), von „1“ zwei Patienten (3,9%), von „2“ 18 Patienten (34,6%), von „3“ 4 Patienten (7,7%), von „4“ 12 Patienten (23,1%) und von „5“ und „6“ jeweils 2 Patienten (3,9%). Kein Patient erreichte eine Punktzahl von größer „6“. Damit lagen 36 Patienten (69,2%) unterhalb von 4 Punkten und 16 Patienten (30,8%) bei oder über 4 Punkten.

¹ Die Prozentangaben in Klammern beziehen sich im Folgenden auf die vom jeweiligen Untersucher examinierten Patienten, d.h. bei Untersucher A (n=45), Untersucher B (n=38), Untersucher C (n=50).

4.1.2.1.5 Übereinstimmungsanalyse zwischen Sulcus-Zeichen bzw. Gagey-Test und Beighton-Score

Eine signifikante Übereinstimmung zwischen dem generellen Hyperlaxitätsscore nach Beighton und den schulter-spezifischen Laxitäts-Tests ipsilateral (Sulcus-Zeichen und Gagey-Test) konnte mittels Mann-Whitney-Test nicht bestätigt werden. Ob das Sulcus-Zeichen bzw. der Gagey-Test als positiv zu bewerten war, wurde durch Mehrheitsbildung zwischen den drei Untersuchern festgelegt. Die höhere Rangsumme deutet zwar an, dass Gagey-positive Patienten höhere Werte auf der Skala im Beighton-Score belegen, diese Unterschiede jedoch nicht signifikant (exakte Signifikanz 2-seitig: 0,381) sind (s. Tab. 8).

	Gagey-Test	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Beighton-Score	0	18	24,00	432,00
	1	34	27,82	946,00
	Gesamt	52		

Tabelle 8: Mann-Whitney Test: Gagey-Test – Beighton-Score

Bei der Homogenitätstestung zwischen Sulcus-Test und Beighton-Score zeigen sogar die Sulcus-negativen Patienten eine höhere Rangsumme (s. Tab. 9), so dass also insgesamt nicht von einer Übereinstimmung zwischen schulter-spezifischer und genereller Laxitätstestung mittels der von uns verwandten klinischen Untersuchung ausgegangen werden kann.

	Sulcus-Zeichen	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Beighton-Score	0	29	25,60	742,50
	1	23	27,63	635,50
	Gesamt	52		

Tabelle 9: Mann-Whitney Test: Sulcus-Zeichen – Beighton-Score

4.1.2.2 Provokations-Tests

4.1.2.2.1 Apprehension-Test mit Daumendruck

4.1.2.2.1.1 Instabilität

Durch den Apprehension-Test mit Daumendruck wurde von den 3 Untersuchern bei allen Patienten ein „Instabilitätsgefühl“ bzw. ein „reflektorisches Muskelanspannen“ provoziert. Die von A untersuchten Patienten zeigten im Durchschnitt bei $52,2 \pm 24,5^\circ$ Abduktion ein positives Testergebnis. Die von B examinierten Patienten waren im Durchschnitt bei $50,0 \pm 31,6^\circ$ bzw. die von C untersuchten Patienten bei $47,6 \pm 29,6^\circ$ positiv. Untersucherabhängig zeigte sich dabei folgende Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade (s. Tab. 10):

Abduktionsgrad	Untersucher A	Untersucher B	Untersucher C
0-9°	2,2% (1)	10,5% (4)	8% (4)
10-19°	8,9% (4)	10,5% (4)	12% (6)
20-29°	6,6% (3)	7,9% (3)	10% (5)
30-39°	8,9% (4)	5,3% (2)	2% (1)
40-49°	8,9% (4)	13,2% (5)	14% (7)
50-59°	15,6% (7)	7,9% (3)	16% (8)
60-69°	15,6% (7)	0% (0)	4% (2)
70-79°	13,3% (6)	18,4% (7)	10% (5)
80-89°	15,6% (7)	15,8% (6)	12% (6)
90-99°	4,4% (2)	7,9% (3)	10% (5)
100-109°	0% (0)	0% (0)	2% (1)
110-119°	0% (0)	2,6% (1)	0% (0)

Tabelle 10: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade mittels Apprehension-Test mit Daumendruck, Kriterium Instabilität: Patientenanzahl prozentual, Patientenanzahl absolut in Klammern

4.1.2.2.1.2 Angst

Im Gegensatz zum Symptom „Instabilität“ wurde das Symptom „Angst, die Schulter könne luxieren“ durch Untersucher A bei 26 (57,8%), bei Untersucher B bei 21 (55,3%) und bei Untersucher C bei 28 Patienten (56,0%) durch den Apprehension-Test mit Daumendruck hervorgerufen. Der Vergleich zwischen den Abduktionsgraden, ab welchen das Symptom „Angst“ auftrat, zeigte bei allen 3 Untersuchern, bis auf wenige Ausnahmen, keine Unterschiede im Sinne einer klinisch relevanten systemischen Abweichung.

4.1.2.2.1.3 Schmerz

Das Symptom „Schmerz“ auf der ventralen Schulterseite trat bei Untersucher A bei 5 (11,1%), bei Untersucher B bei 4 (10,5%) und bei Untersucher C bei 6 Patienten (12,0%) auf. Dorsal wurde „Schmerz“ durch Untersucher A bei 3 (6,7%), durch Untersucher B bei 4 (10,5%) und durch Untersucher C bei 9 Patienten (18,0%) provoziert. Ein Patient verspürte dorsal und ventral Schmerz, so dass Untersucher A Schmerz (dorsal oder ventral) bei 7 Patienten (15,6%), Untersucher B bei 7 (18,4%) und Untersucher C bei 14 (28,0%) feststellte.

4.1.2.2.2 Apprehension-Test ohne Daumendruck

4.1.2.2.2.1 Instabilität

Durch den Apprehension-Test ohne Daumendruck konnte ebenfalls bei allen 3 Untersuchern ein „Instabilitätsgefühl“ bzw. „muskuläres Gegenspannen“ bei allen Patienten ausgelöst werden: Bei Untersucher A lag der Durchschnitt bei $55,0 \pm 24,4^\circ$ Abduktion, bei Untersucher B bei $55,5 \pm 31,4^\circ$ und bei Untersucher C bei $57,8 \pm 28,3^\circ$. In Tab. 11 ist die untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung aufgeführt, bei welchem Abduktionsgrad der Test als positiv bewertet wurde.

Abduktionsgrad	Untersucher A	Untersucher B	Untersucher C
0-9°	0% (0)	5,3% (2)	4% (2)
10-19°	8,9% (4)	13,2% (5)	6% (3)
20-29°	6,7% (3)	5,3% (2)	6% (3)
30-39°	8,9% (4)	2,6% (1)	8% (4)
40-49°	8,9% (4)	18,4% (7)	16% (8)
50-59°	8,9% (4)	5,3% (2)	4% (2)
60-69°	22,2% (10)	2,6% (1)	10% (5)
70-79°	15,6% (7)	7,9% (3)	8% (4)
80-89°	8,9% (4)	13,2% (5)	14% (7)
90-99°	11,1% (5)	23,7% (9)	22% (11)
100-109°	0% (0)	2,6% (1)	2% (1)
110-119°	0% (0)	0% (0)	0% (0)

Tabelle 11: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade mittels Apprehension-Test ohne Daumendruck, Kriterium Instabilität: Patientenanzahl prozentual, Patientenanzahl absolut in Klammern

4.1.2.2.2 Angst

Beim Apprehension-Test ohne Daumendruck wurde „Angst“ im Vergleich zur „Instabilität“ durch Untersucher A bei 26 (57,8%), durch Untersucher B bei 24 (63,2%) und durch Untersucher C bei 29 (58,0%) Patienten hervorgerufen. Auch hier zeigten sich bei allen Untersuchern zwischen den Abduktionsgraden, ab welchen „Angst“ beim Patienten hervorgerufen wurde, keine relevanten Unterschiede.

4.1.2.2.3 Schmerz

Bei Untersucher A zeigten 5 Patienten (11,1%) eine ventrale „Schmerz“-Symptomatik, bei Untersucher B 4 (10,5%) und bei Untersucher C 6 (12,0%). „Schmerz“ an der dorsalen Schulterseite war bei Untersucher A bei 3 (6,7%), bei Untersucher B bei 3 (7,9%) und bei Untersucher C bei 9 Patienten (18,0%) vorhanden. Ein Patient klagte über Schmerzen ventral und dorsal zugleich, so dass Schmerz insgesamt durch Untersucher A bei 7 Patienten (15,6%), durch Untersucher B bei 6 (15,8%) und durch Untersucher C bei 14 Patienten (28,0%) hervorgerufen wurde.

4.1.2.2.3 Relocation-Test

4.1.2.2.3.1 Instabilität

Auch mittels Relocation-Test wurde bei allen Patienten durch Untersucher A, B und C ein „Instabilitätsgefühl“ bzw. „muskuläres Anspannen“ ausgelöst: Bei Untersucher

A war der Test im Durchschnitt bei $53,1 \pm 26,1^\circ$ Abduktion positiv, bei Untersucher B bei $52,2 \pm 32,9^\circ$ und bei Untersucher C bei $44,6 \pm 28,5^\circ$. Die gemessenen Abduktionsgrade waren wie folgt verteilt (s. Tab. 12):

Abduktionsgrad	Untersucher A	Untersucher B	Untersucher C
0-9°	2,2% (1)	7,9% (3)	6% (3)
10-19°	6,7% (3)	10,5% (4)	14% (7)
20-29°	8,9% (4)	10,5% (4)	8% (4)
30-39°	11,1% (5)	7,9% (3)	12% (6)
40-49°	13,3% (6)	13,2% (5)	22% (11)
50-59°	8,9% (4)	2,6% (1)	6% (3)
60-69°	17,8% (8)	5,3% (2)	6% (3)
70-79°	6,7% (3)	5,3% (2)	4% (2)
80-89°	8,9% (4)	15,8% (6)	8% (4)
90-99°	15,6% (7)	15,8% (6)	12% (6)
100-109°	0% (0)	5,3% (2)	2% (1)
110-119°	0% (0)	0% (0)	0% (0)

Tabelle 12: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade mittels Relocation-Test, Kriterium Instabilität: Patientenanzahl prozentual, Patientenanzahl absolut in Klammern

4.1.2.2.3.2 Angst

Durch Untersucher A wurde das Symptom „Angst“ mittels Relocation-Test bei 26 (57,8%), durch Untersucher B bei 21 (55,3%) und durch Untersucher C bei 27 (54,0%) Patienten provoziert. Wie auch beim Apprehension-Test trat beim Relocation-Test bei allen 3 Untersuchern „Angst“ bis auf wenige Ausnahmen bei identischem Abduktionsgrad auf.

4.1.2.2.3.3 Schmerz

Untersucher A fand einen ventralen „Schmerz“ bei 4 Patienten (8,9%), Untersucher B bei 3 (7,9%) und Untersucher C bei 7 (14,0%). „Schmerz“ an der dorsalen Schulterseite wurde durch Untersucher A bei 4 Patienten (8,9%), durch Untersucher B ebenfalls bei 4 Patienten (10,5%) und Untersucher C bei 8 Patienten (16,0%) durch den Relocation-Test hervorgerufen. Ein Patient gab „Schmerzen“ dorsal und ventral an. Somit konnte also „Schmerz“ insgesamt durch Untersucher A bei 7 Patienten (15,6%), durch Untersucher B bei 6 (15,8%) und durch Untersucher C bei 14 (28,0%) bestimmt werden.

4.1.2.2.4 Vergleich Apprehension-Test ohne Daumendruck – Apprehension-Test mit Daumendruck (Instabilität)

Um die Frage einer systemischen Abweichung von Apprehension-Test ohne Daumendruck von Apprehension-Test mit Daumendruck zu beantworten, wurden die Differenzen (Apprehension-Test ohne Daumendruck – Apprehension-Test mit Daumendruck) gegen die Mittelwerte ((Apprehension-Test mit Daumendruck + Apprehension-Test ohne Daumendruck)/2) im Bland-Altman Plot aufgetragen. Für Untersucher A ergab dies eine systemische Abweichung (Bias) von $2,8^\circ$ (95% KI (Konfidenzintervall) = $0,1^\circ - 5,4^\circ$) dahingehend, dass der Abduktionsgrad, ab welchem der Apprehension-Test ohne Daumendruck positiv gewertet wurde, durchschnittlich nur geringfügig größer war. Untersucher B zeigte im Durchschnitt $5,5^\circ$ (95% KI = $2,2^\circ - 8,8^\circ$) größere Abduktionsgrade beim Apprehension-Test ohne Daumendruck. Auch bei Untersucher C war der Apprehension-Test ohne Daumendruck im Durchschnitt bei höheren Abduktionsgraden positiv im Vergleich zum Apprehension-Test mit Daumendruck (Bias = $10,2^\circ$; 95% KI = $6,4^\circ - 14,0^\circ$). Insgesamt zeigte sich bei allen 3 Untersuchern im Mittel eine systemische Verzerrung zugunsten des Apprehension-Tests ohne Daumendruck von $6,5^\circ$ (95% KI = $3,8^\circ - 9,2^\circ$) (s. Diagr. 3).

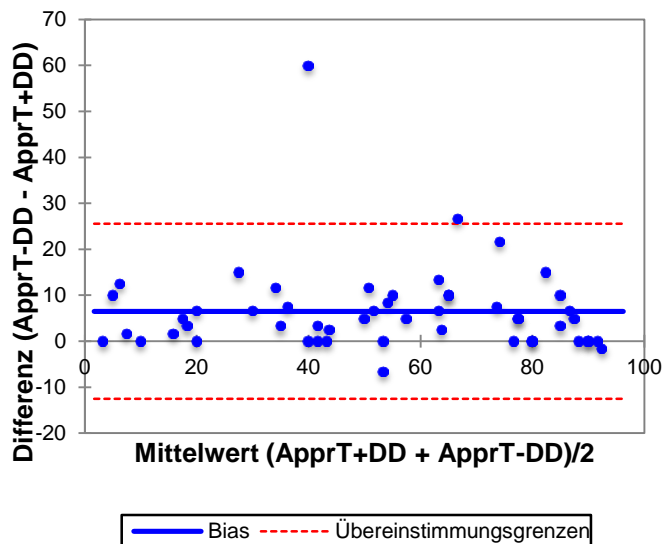


Diagramm 3: Apprehension-Test mit Daumendruck (ApprT+DD) vs. Apprehension-Test ohne Daumendruck (ApprT-DD): Untersucher A + B + C²

4.1.2.2.5 Vergleich Relocation-Test – Apprehension-Test mit Daumendruck (Instabilität)

Bei Untersucher A lagen die Abduktionsgrade, ab welchen der Apprehension-Test mit Daumendruck positiv war, im Mittel geringgradig unter denen des Relocation-Tests (Bias = 0,9°; 95% KI = -2,9° – 4,6°). Ebenfalls durchschnittlich kleinere Abduktionsgrade als der Relocation-Test zeigte der Apprehension-Test mit Daumendruck bei Untersucher B (Bias = 2,2°; 95% KI = -2,3° – 6,8°). Bei Untersucher C ergab der Vergleich der beiden Testergebnisse ebenfalls nur eine geringe Verzerrung. Diese führte jedoch aufgrund durchschnittlich größerer Abduktionsgrade im Apprehension-Test mit Daumendruck zu einem negativen Bias von -3,0° (95% KI = -7,2° – 1,2°). Bei Betrachtung der Ergebnisse aller 3 Untersucher ergibt sich eine systemische Verzerrung von 0,1° (95% KI = -2,8° – 3,1°) zugunsten durchschnittlich kleinerer Werte im Apprehension-Test mit Daumendruck.

4.1.2.2.6 Vergleich Relocation-Test – Apprehension-Test ohne Daumendruck (Instabilität)

Bei Untersucher A zeigte der Relocation-Test im Mittel minimal kleinere Abduktionsgrade als der Apprehension-Test ohne Daumendruck (Bias = -1,9°; 95% KI = -5,5° – 1,8°). Ähnlich geringe Unterschiede der Abduktionsgrade des Relocation- und Apprehension-Tests ohne Daumendruck zeigte Untersucher B (Bias = -3,3°; 95% KI =

² Einige der Datenpunkte repräsentieren mehr als nur eine Beobachtung.

-7,0° – 0,4°). Der Vergleich Relocation-Test – Apprehension-Test ohne Daumen-
druck bei Untersucher C zeigte eine deutlichere Verzerrung ebenfalls zugunsten
kleinerer Abduktionsgrade des Relocation-Tests (Bias = -13,2°; 95% KI = -17,5° –
-9,0°). Die Mittelwerte aller 3 Untersucher wiesen eine systemische Verzerrung auf
von -6,4° (95% KI = -9,3° – -3,4°) aufgrund durchschnittlich geringerer Abduktions-
grade im Relocation-Test.

4.1.3 Intraoperativer Befund

4.1.3.1 Labrumläsion

Bei allen Patienten (n=52) wurde intraoperativ eine anteroinferiore Labrumablösung
im Sinne einer Bankart-Läsion diagnostiziert.

4.1.3.1.1 Ausmaß des Labrumschaden gemäß Stundenanzahl

Die kleinste beobachtete Stundenzahl der Läsion lag bei 1,5, die größte bei 6 Stun-
den. Im Durchschnitt waren $3,3 \pm 0,9$ Stunden von 12 maximalen Stunden der
Labrumzirkumferenz betroffen. Der Median lag bei 3, das 1. Quartil ebenfalls bei 3
und das 3. Quartil bei 4 Stunden.

4.1.3.1.2 Kranialer Beginn der Labrumläsion (kraniale Uhrzeit)

Kranial war die Labrumablösung durchschnittlich bei 2:33 Uhr \pm 53 Minuten begin-
nend, minimal bei 12:30 Uhr, maximal bei 4:00 Uhr. Das 1. Quartil lag bei 2:00 Uhr,
der Median sowie das 3. Quartil bei 3:00 Uhr.

4.1.3.1.3 Kaudales Ende der Labrumläsion (kaudale Uhrzeit)

Die Labrumläsion war kaudal bei durchschnittlich 5:50 Uhr \pm 28 Minuten beendet. Bei
einem Minimum von 5:00 Uhr und einem Maximum von 7:30 Uhr bzw. einem 1.
Quartil von 5:30 Uhr und einem 3. Quartil von 6:00 Uhr lag der Median der kaudalen
Uhrzeit bei 6:00 Uhr.

4.1.3.2 Bandtyp nach Morgan

Der intraoperativ am häufigsten dokumentierte Bandtyp nach Morgan entsprach bei
28 Patienten (53,9%) dem Typ I. Bei 14 Patienten (26,9%) wurde Typ II festgestellt.
Typ III konnte bei 6 Patienten (11,5%), Typ IV bei 3 (5,8%) und Typ V nur bei 1 Pati-
enten (1,9%) bestimmt werden.

4.2 Interobserver-Reliabilität

Von den 52 an der Studie teilgenommenen Patienten wurden 33 (63,5%) von allen 3 Untersuchern untersucht, 34 (65,4%) von Untersucher A und B, 43 (82,7%) von Untersucher A und C und 37 (71,2%) von Untersucher B und C.

4.2.1 Laxitäts-Tests

4.2.1.1 Gagey-Test

Die Interobserver-Reliabilität zwischen allen 3 Untersuchern zusammen ergab eine nur mittelmäßige Übereinstimmung (Fleiss' $\kappa=0,50$; 95% KI = 0,30 – 0,69) für den Gagey-Test ipsilateral. Zwischen den Ergebnissen von Untersucher A und B (Cohen's $\kappa=0,42$; 95% KI = 0,10 – 0,73) und Untersucher A und C (Cohen's $\kappa=0,43$; 95% KI = 0,14 – 0,73) war ebenfalls nur eine mittelmäßige Übereinstimmung zu finden. Untersucher B und C zeigten dagegen eine starke Übereinstimmung (Cohen's $\kappa=0,73$; 95% KI = 0,42 – 1,04).

4.2.1.2 Sulcus-Test

Sowohl zwischen Untersucher A und B (Cohen's $\kappa= 0,52$; 95% KI = 0,18 – 0,85) als auch Untersucher A und C (Cohen's $\kappa= 0,53$; 95% KI = 0,23 – 0,82) bestand bei der Prüfung des Sulcus-Zeichens ipsilateral eine mittelmäßige Übereinstimmung. Untersucher B und C stimmten in 100% ihrer Messungen überein (Cohens' $\kappa=1,00$; 96% KI = 0,68 – 1,32). Für alle 3 Untersucher errechnete sich eine starke Übereinstimmung (Fleiss' $\kappa=0,66$; 95% KI = 0,46 – 0,86).

4.2.1.3 a.p.-Translation

Die Messergebnisse des Translationsgrades ipsilateral nach anterior zwischen Untersucher A und B zeigten eine schwache Übereinstimmung (linear gewichtetes $\kappa=0,19$; 95% KI = -0,04 – 0,42). Zwischen Untersucher A und C ließ sich eine leichte (linear gewichtetes $\kappa=0,35$; 95% KI = 0,15 – 0,56) und zwischen Untersucher B und C eine mittelmäßige Übereinstimmung (linear gewichtetes $\kappa=0,57$; 95% KI = 0,33 – 0,81) berechnen. Nach der von McFarland et al. [106] vorgeschlagenen Equalisierung von Grad 0 und I der Translation ließ sich eine Interobserver-Reliabilität für Untersucher A und B von Cohen's $\kappa=-1,17$ (95% KI = -1,52 – 1,16), für Untersucher A und C $\kappa=0,16$ (95% KI = -1,24 – 1,36) und für Untersucher B und C $\kappa=0,40$ (95% KI = 0,12 – 0,71) berechnen.

4.2.2 Provokations-Tests

Die folgenden Auswertungen wurden für das Kriterium „Instabilität“ bzw. „muskuläres Anspannen“ durchgeführt, das als einziges Symptom in 100% der Testungen hervorgerufen werden konnte.

4.2.2.1 Apprehension-Test mit Daumendruck (Instabilität)

Der Vergleich der Ergebnisse des Apprehension-Tests mit Daumendruck von Untersucher A und B zeigte eine systematische Abweichung (= Bias) von $-2,9^\circ$ (95% KI = $-9,0^\circ - 3,1^\circ$), d.h. Untersucher A maß durchschnittlich höhere Abduktionsgrade als Untersucher B. Die Übereinstimmungsgrenzen (Bias ± 2 SA (Standardabweichungen)), in denen 95% der Werte liegen, berechneten sich auf $-37,0^\circ$ und $31,1^\circ$. Untersucher B lieferte also in 95% der Fälle einen Wert, der bis zu $37,0^\circ$ kleiner und bis zu $31,1^\circ$ größer als der von Untersucher A ist [51] (s. Diagr. 4).

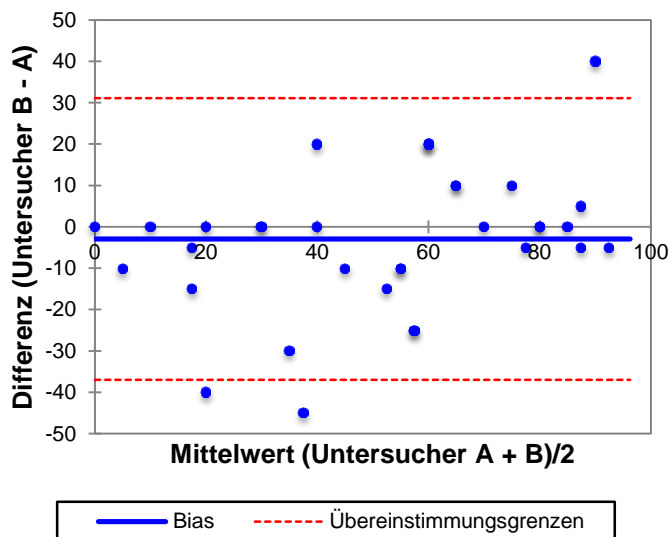


Diagramm 4: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher A / B

Beim Vergleich Untersucher A und C zeigte sich eine systemische Verzerrung von $-6,1^\circ$ (95% KI = $-11,0^\circ - -1,1^\circ$) zugunsten höherer Abduktionsgrade von Untersucher A. Untersucher C lieferte in 95% der Fälle beim Apprehension-Test mit Daumendruck Ergebnisse, die bis zu $37,7^\circ$ kleiner bzw. bis zu $25,6^\circ$ größer als die von Untersucher A waren (Übereinstimmungsgrenzen) (s. Diagr. 5).

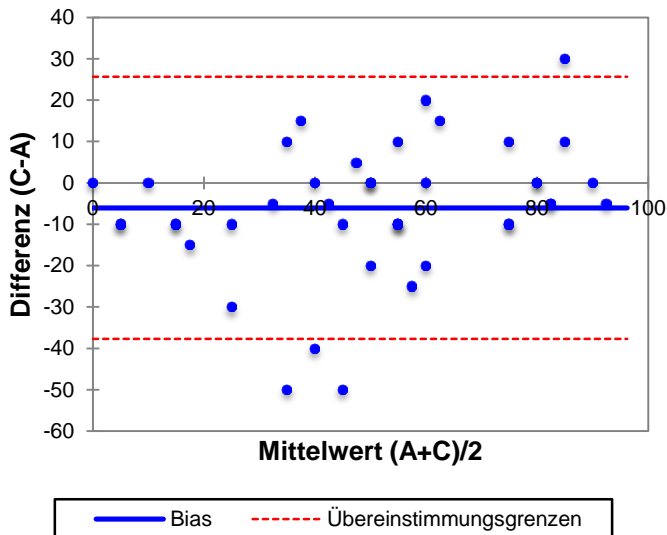


Diagramm 5: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher A / C

Die Testergebnisse von Untersucher B und C zeigten einen Bias von $-3,8^\circ$ (95% KI = $-7,9^\circ$ und $0,4^\circ$) im Sinne durchschnittlich größerer Abduktionsgrade von Untersucher B. Die Übereinstimmungsgrenzen wurden auf $-28,2^\circ$ und $20,6^\circ$ berechnet (s. Diagr. 6).

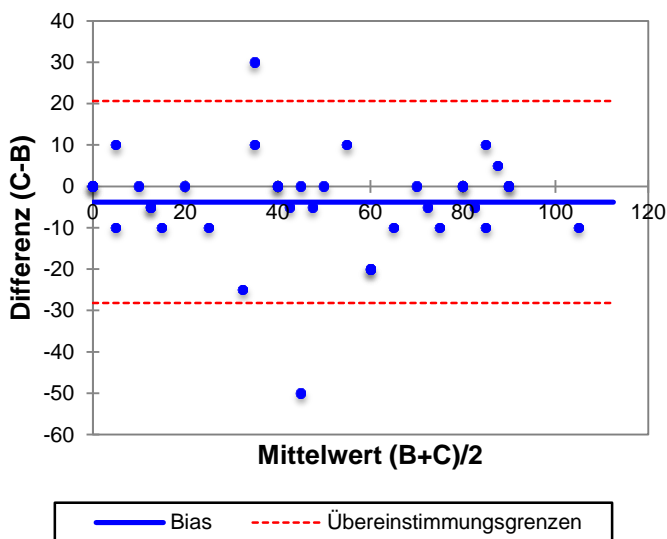


Diagramm 6: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher B / C

4.2.2.2 Apprehension-Test ohne Daumendruck (Instabilität)

Für den Apprehension-Test ohne Daumendruck ergab der Vergleich der Testergebnisse zwischen Untersucher A und B einen Bias von 0° (95% KI = $-5,5^\circ - 5,5^\circ$), d.h. es lag keine systemische Verzerrung vor. Untersucher B zeigte in 95% der Fälle Ab-

duktionsgrade, die bis zu 30,9° kleiner bzw. bis zu 30,9° größer als die von Untersucher A waren.

Beim Vergleich Untersucher A und C wiesen die Testergebnisse von Untersucher A durchschnittlich größere Werte auf, so dass eine systemische Abweichung von 2,0° (95% KI = -2,1° – 6,0°) berechnet werden konnte. Die Übereinstimmungsgrenzen lagen bei -23,9° und 27,8°.

Auch beim Vergleich der Testergebnisse zwischen Untersucher B und C ließ sich keine systemische Abweichung berechnen (Bias = 0; 95% KI = -4,1° – 4,1°). Untersucher C maß in 95% der Fälle einen Abduktionsgrad, der bis zu 24,3° größer bzw. 24,3° kleiner war als der von Untersucher B.

4.2.2.3 Relocation-Test (Instabilität)

Der Vergleich der Abduktionsgrade beim Relocation-Test zwischen Untersucher A und B zeigte einen Bias von 0,4° (95% KI = -4,9 und 5,8°) aufgrund im Mittel größerer Werte von Untersucher B. Untersucher B zeigte in 95% Ergebnisse, die bis zu 29,7° kleiner bzw. 30,6° größer als die von Untersucher A waren.

Untersucher A ermittelte im Durchschnitt größere Abduktionsgrade beim Relocation-Test als Untersucher C, so dass eine systematische Abweichung von -10,0° (95% KI = -14,1° – -5,9°) errechnet werden konnte. In 95% der Untersuchungen dokumentierte Untersucher C Werte, die bis zu 35,9° kleiner bzw. 15,9° größer als die von Untersucher A waren.

Untersucher B zeigte ebenfalls im Durchschnitt größere Abduktionsgrade beim Relocation-Test als Untersucher C, mit einer systemischen Verzerrung von -9,2° (95% KI = -14,2° – -4,2°). Dabei lagen die Werte von Untersucher C in 95% bis zu 38,5° unter bzw. bis zu 20,1° über denen von Untersucher B.

4.3 Korrelation klinischer – intraoperativer Befund

4.3.1 Gesamtes Patientenkollektiv

Da „Instabilität“ bzw. „muskuläres Anspannen“ das einzige Symptom war, das bei allen Patienten durch Apprehension- und Relocation-Test provoziert werden konnte, wurden auch die folgenden Korrelationsanalysen mit diesem Kriterium berechnet.

4.3.1.1 Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion

Bei allen 3 Untersuchern bestand ein signifikant (Untersucher A: $p=0,012$, Untersucher B: $p=0,010$, Untersucher C: $p=0,003$) gegenläufiger Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl der Labrumläsion: Je höher also der Abduktionsgrad, desto kleiner das Ausmaß der Labrumläsion und umgekehrt. Dabei deuteten die Korrelationskoeffizienten (Untersucher A: $r_s=-0,374$, Untersucher B: $r_s=-0,416$, Untersucher C: $r_s=-0,415$) auf eine schwache bis mittelstarke Korrelation hin. Außerdem konnte eine signifikante (Untersucher A: $p=0,008$, Untersucher B: $p=0,002$, Untersucher C: $p=0,000$) positive, schwach bis mittelstarke Korrelation (Untersucher A: $r_s=0,391$, Untersucher B: $r_s=0,482$, Untersucher C: $r_s=0,495$) zwischen Abduktionsgrad und kranialem Beginn der Labrumläsion (kraniale Uhrzeit) dahingehend berechnet werden, dass je größer der Abduktionsgrad war, desto größer war auch die kraniale Uhrzeit, was gleichbedeutend mit einer tiefer gelegenen kranialen Begrenzung der Läsion ist. Bei keinem der Untersucher konnte eine signifikante Korrelation zwischen Abduktionsgrad und kaudalem Ende der Labrumläsion (kaudale Uhrzeit) bestätigt werden (s. Tab. 13-15, exemplarisch graphische Darstellung anhand der stärksten Korrelationen in Diagr. 7-9).

4.3.1.1.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,374	0,391	-0,028
	Signifikanz	0,012	0,008	0,856
	N	45	45	45

Tabelle 13: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher A

4.3.1.1.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,416	0,482	0,158
	Signifikanz	0,010	0,002	0,341
	N	38	38	38

Tabelle 14: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher B

4.3.1.1.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,415	0,495	0,214
	Signifikanz	0,003	0,000	0,136
	N	50	50	50

Tabelle 15: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher C

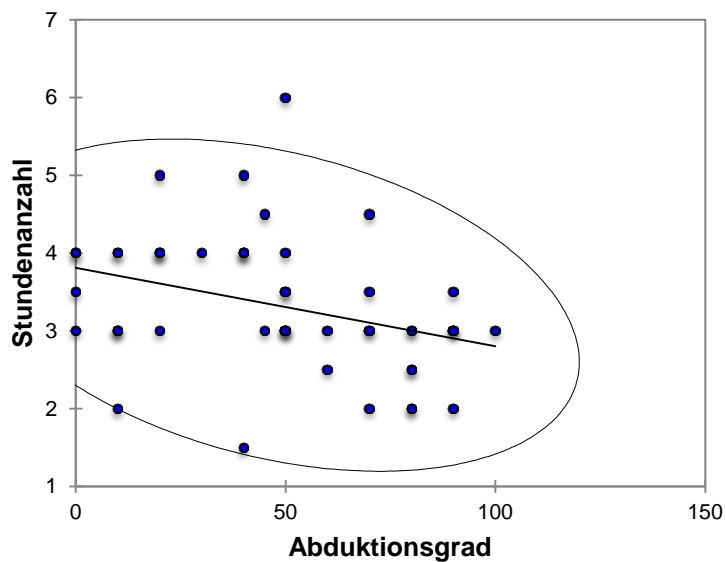


Diagramm 7: Apprehension-Test mit Daumendruck, Stundenanzahl – Abduktionsgrad: Untersucher C

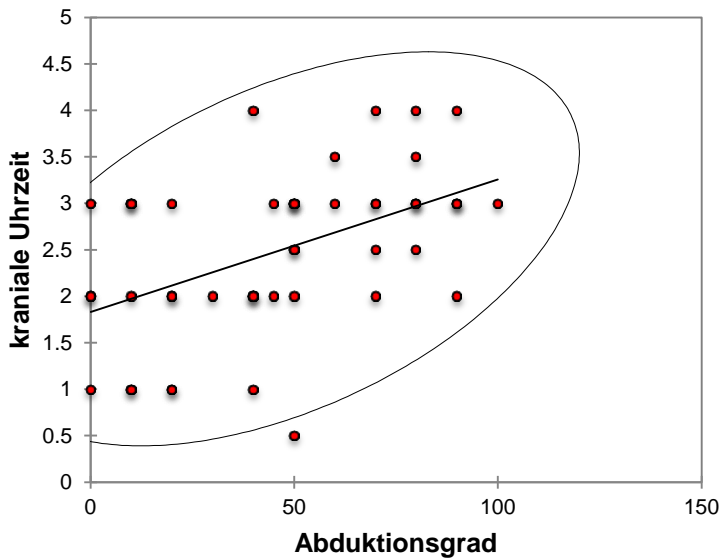


Diagramm 8: Apprehension-Test mit Daumendruck, kraniale Uhrzeit – Abduktionsgrad: Untersucher C

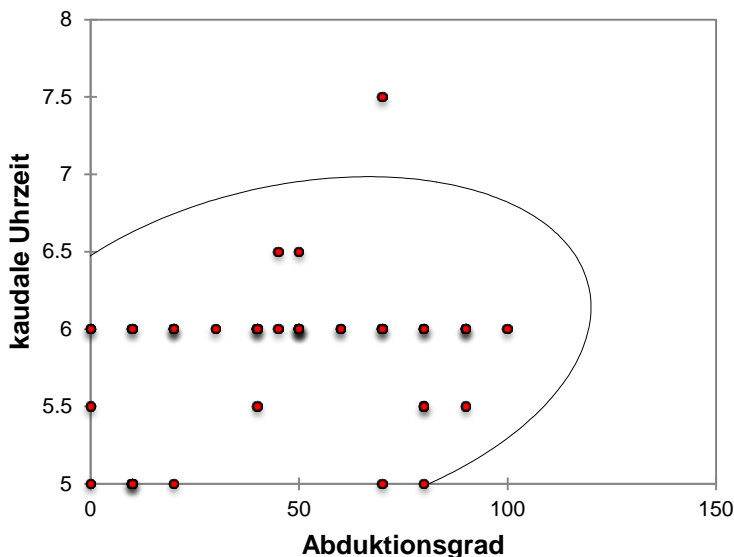


Diagramm 9: Apprehension-Test mit Daumendruck, kaudale Uhrzeit – Abduktionsgrad: Untersucher C

4.3.1.2 Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion

Auch der Apprehension-Test ohne Daumendruck zeigte bei allen 3 Untersuchern eine signifikant (Untersucher A: $p=0,007$, Untersucher B: $p=0,016$, Untersucher C: $p=0,010$) gegenläufige Korrelation zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl, die als eher schwach zu bewerten ist (Untersucher A: $r_s=-0,399$, Untersucher B: $r_s=-0,390$, Untersucher C: $r_s=-0,361$). Wieder konnte ein signifikanter Zusammenhang (Untersucher A: $p=0,004$, Untersucher B: $p=0,004$, Untersucher C: $p=0,002$) von mittlerer Stärke zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit bestätigt werden (Unter-

sucher A: $r_s=0,420$, Untersucher B: $r_s=0,457$, Untersucher C: $r_s=0,430$). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und kaudaler Uhrzeit lag nicht vor (s. Tab. 16-18).

4.3.1.2.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,399</i>	<i>0,420</i>	<i>-0,013</i>
	Signifikanz	<i>0,007</i>	<i>0,004</i>	<i>0,932</i>
	N	<i>45</i>	<i>45</i>	<i>45</i>

Tabelle 16: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher A

4.3.1.2.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,390</i>	<i>0,457</i>	<i>0,148</i>
	Signifikanz	<i>0,016</i>	<i>0,004</i>	<i>0,373</i>
	N	<i>38</i>	<i>38</i>	<i>38</i>

Tabelle 17: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher B

4.3.1.2.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,361	0,430	0,197
	Signifikanz	0,010	0,002	0,169
	N	50	50	50

Tabelle 18: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher C

4.3.1.3 Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion

Beim Relocation-Test zeigte sich ebenfalls bei allen 3 Untersuchern ein signifikant (Untersucher A: $p=0,009$, Untersucher B: $p=0,019$, Untersucher C: $p=0,000$) gegenläufiger Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl von schwacher bis mittlerer Stärke (Untersucher A: $r_s=-0,385$, Untersucher B: $r_s=-0,381$, Untersucher C: $r_s=-0,497$). Des Weiteren bestätigte sich auch beim Relocation-Test eine mittelstarke Korrelation zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit (Untersucher A: $r_s=0,430$, Untersucher B: $r_s=0,423$, Untersucher C: $r_s=0,517$) mit signifikantem Ergebnis (Untersucher A: $p=0,003$, Untersucher B: $p=0,009$, Untersucher C: $p=0,000$) (s. Tab. 19-21).

4.3.1.3.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,385	0,430	-0,028
	Signifikanz	0,009	0,003	0,855
	N	45	45	45

Tabelle 19: Relocation-Test: Untersucher A

4.3.1.3.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,381</i>	<i>0,423</i>	0,089
	Signifikanz	<i>0,019</i>	<i>0,009</i>	0,592
	N	38	38	38

Tabelle 20: Relocation-Test: Untersucher B

4.3.1.3.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,497</i>	<i>0,517</i>	0,017
	Signifikanz	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	0,908
	N	50	50	50

Tabelle 21: Relocation-Test: Untersucher C

4.3.2 Selektiertes Patientenkollektiv: Re-Stabilisierungen exkludiert

Um eine eventuelle Schwächung der Korrelation durch die Patienten, die zu einer Re-Stabilisierung anstanden, auszuschließen, führten wir die Korrelationsanalysen zwischen Apprehension- bzw. Relocation-Test und Labrumläsion erneut ohne diese Patienten-Subgruppe durch. Von den übriggebliebenen 47 Patienten (90,4% des Gesamtkollektivs) wurden von Untersucher A 41 (87,2%), von Untersucher B 34 (72,3%) und von Untersucher C 46 (97,9%) examiniert.

Bei allen 3 Untersuchern zeigte sich wieder ein signifikanter, gegenläufiger Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und der intraoperativ dokumentierten Stundenanzahl sowie eine signifikante, positive Korrelation zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit. Dabei waren keine wesentlichen Veränderungen des Korrelationskoeffizienten im Vergleich zum Gesamtkollektiv festzustellen (s. Tab. 22-24). Insgesamt kann insbesondere beim Apprehension-Test ohne Daumendruck und Relocation-Test nach Ausschluss dieser Patienten sogar eher die Tendenz zu schwächeren Korrelationskoeffizienten und niedrigeren Signifikanzwerten beobachtet werden (s. Tab. 25-30).

4.3.2.1 Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation

4.3.2.1.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,344</i>	<i>0,364</i>	0,010
	Signifikanz	<i>0,028</i>	<i>0,020</i>	0,951
	N	<i>41</i>	<i>41</i>	41

Tabelle 22: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher A, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.1.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,356</i>	<i>0,429</i>	0,227
	Signifikanz	<i>0,039</i>	<i>0,012</i>	0,196
	N	<i>34</i>	<i>34</i>	34

Tabelle 23: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher B, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.1.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,412</i>	<i>0,500</i>	0,226
	Signifikanz	<i>0,005</i>	<i>0,000</i>	0,131
	N	<i>46</i>	<i>46</i>	46

Tabelle 24: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher C, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.2 Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation

4.3.2.2.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,370	0,393	0,029
	Signifikanz	0,018	0,012	0,858
	N	41	41	41

Tabelle 25: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher A, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.2.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,325	0,402	0,238
	Signifikanz	0,061	0,019	0,175
	N	34	34	34

Tabelle 26: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher B, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.2.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,351	0,426	0,213
	Signifikanz	0,017	0,003	0,154
	N	46	46	46

Tabelle 27: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher C, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.3 Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion ohne Patienten mit Re-Stabilisierungsoperation

4.3.2.3.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,289	0,346	0,073
	Signifikanz	0,067	0,027	0,647
	N	41	41	41

Tabelle 28: Relocation-Test: Untersucher A, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.3.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,309	0,363	0,185
	Signifikanz	0,075	0,036	0,294
	N	34	34	34

Tabelle 29: Relocation-Test: Untersucher B, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.2.3.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,466	0,489	0,060
	Signifikanz	0,001	0,001	0,691
	N	46	46	46

Tabelle 30: Relocation-Test: Untersucher C, Re-Stabilisierungen exkludiert

4.3.3 Selektiertes Patientenkollektiv: Hyperlaxe Patienten exkludiert

Um zu überprüfen, ob eine schulter spezifische Hyperlaxität einen Einfluss auf die Stärke der Korrelation zwischen Apprehension- bzw. Relocation-Test und Labrumläsion hat, führten wir die vorherigen Korrelationsanalysen ohne die Patienten mit positivem Sulcus-Zeichen und Gagey-Test durch, so dass noch 33 Patienten (63,5%)

eingeschlossen werden konnten. Davon konnten von Untersucher A 29 (87,9%), von Untersucher B 26 (78,8%) und von Untersucher C 33 Patienten (100%) untersucht werden.

4.3.3.1 Korrelation Apprehension-Test mit Daumendruck – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten

Die ermittelten Abduktionsgrade durch den Apprehension-Test mit Daumendruck zeigten bei allen 3 Untersuchern zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl einen gegenläufigen mittelstarken Zusammenhang, der signifikant war (Untersucher A: $p=0,009$; Untersucher B: $p=0,012$; Untersucher C: $p=0,005$). Dabei war eine leichte Zunahme der Korrelationsstärke im Vergleich zum Gesamtkollektiv auffällig: Bei Untersucher A vergrößerte sich r_s von $-0,374$ auf $-0,481$, bei Untersucher B von $-0,416$ auf $-0,490$ und bei Untersucher C von $-0,415$ auf $-0,486$. Des Weiteren konnte wieder eine signifikante, positive Korrelation mittlerer Stärke zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit beobachtet werden. Diese zeigte ebenfalls bei allen 3 Untersuchern eine leichte Tendenz zu höheren Korrelationskoeffizienten beim selektierten Patientengut, die Unterschiede waren hierbei jedoch gering (s. Tab. 31-33).

4.3.3.1.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,481</i>	<i>0,430</i>	<i>0,018</i>
	Signifikanz	<i>0,009</i>	<i>0,021</i>	<i>0,925</i>
	N	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>29</i>

Tabelle 31: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher A, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.1.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,490	0,499	0,099
	Signifikanz	0,012	0,010	0,627
	N	26	26	26

Tabelle 32: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher B, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.1.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,486	0,472	0,151
	Signifikanz	0,005	0,006	0,401
	N	33	33	33

Tabelle 33: Apprehension-Test mit Daumendruck: Untersucher C, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.2 Korrelation Apprehension-Test ohne Daumendruck – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten

Nach Ausschluss der hyperlaxen Patienten zeigte die gegenläufige Korrelation zwischen Abduktionsgrad des Apprehension-Tests ohne Daumendruck und Stundenanzahl bei Untersucher A und B eine Zunahme von $r_s = -0,399$ auf $r_s = -0,523$ (Untersucher A) und von $r_s = -0,390$ auf $r_s = -0,448$ (Untersucher B). Diese Korrelation war mit $p = 0,004$ (Untersucher A) und $p = 0,023$ (Untersucher B) signifikant. Außerdem konnte eine signifikante, geringe Steigerung des Zusammenhangs zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit bei Untersucher A und B berechnet werden (Untersucher A: von $r_s = 0,420$ auf $r_s = 0,487$; Untersucher B: von $r_s = 0,457$ auf $0,475$). Bei Untersucher C lagen die Korrelationen knapp außerhalb des Signifikanzniveaus (s. Tab. 34-36).

4.3.3.2.1 Untersucher A

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,523	0,487	0,042
	Signifikanz	0,004	0,008	0,827
	N	29	29	29

Tabelle 34: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher A, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.2.2 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,448	0,475	0,132
	Signifikanz	0,023	0,015	0,519
	N	26	26	26

Tabelle 35: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher B, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.2.3 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	-0,337	0,335	0,164
	Signifikanz	0,056	0,057	0,359
	N	33	33	33

Tabelle 36: Apprehension-Test ohne Daumendruck: Untersucher C, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.3 Korrelation Relocation-Test – Labrumläsion ohne hyperlaxe Patienten

Bei allen 3 Untersuchern konnte ein signifikant gegenläufiger Zusammenhang mittlerer Stärke zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl errechnet werden. Dabei nahm nach Ausschluss der hyperlaxen Patienten vor allem die Korrelationsstärke von Untersucher A zu (von $r_s=-0,385$ auf $r_s=-0,508$). Bei Untersucher B kam es zu einer geringfügigen Zunahme der Korrelation, während bei Untersucher C der Korrelationskoeffizient nahezu unverändert blieb. Bezüglich der Korrelation zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit zeigten alle Untersucher einen signifikanten

Zusammenhang schwacher bis mittlerer Stärke. Bei Untersucher A war eine geringe Steigerung der Korrelationsstärke zu verzeichnen (von $r_s=0,430$ auf $r_s=0,462$), während es jedoch bei Untersucher B und C zu einer leichten Abnahme kam (Untersucher B: von $r_s=0,423$ auf $r_s=0,397$; Untersucher C: von $r_s=0,517$ auf $r_s=0,441$) (s. Tab. 37-39).

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,508</i>	<i>0,462</i>	<i>-0,032</i>
	Signifikanz	<i>0,005</i>	<i>0,012</i>	<i>0,868</i>
	N	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>29</i>

Tabelle 37: Relocation-Test: Untersucher A, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.3.1 Untersucher B

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,412</i>	<i>0,397</i>	<i>0,011</i>
	Signifikanz	<i>0,037</i>	<i>0,046</i>	<i>0,958</i>
	N	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>

Tabelle 38: Relocation-Test: Untersucher B, hyperlaxe Patienten exkludiert

4.3.3.3.2 Untersucher C

		Stundenanzahl	Kraniale Uhrzeit	Kaudale Uhrzeit
Abduktionsgrad	Korrelationskoeffizient	<i>-0,493</i>	<i>0,441</i>	<i>-0,019</i>
	Signifikanz	<i>0,004</i>	<i>0,011</i>	<i>0,916</i>
	N	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>

Tabelle 39: Relocation-Test: Untersucher C, hyperlaxe Patienten exkludiert

5 Diskussion

Im Einzelnen führt die Studie in Bezug auf die oben dargelegten Studienziele zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

1. Die Studie sollte die diagnostische Wertigkeit etablierter Standarduntersuchungsmethoden zur Schulterinstabilität analysieren.

Sie zeigt, dass alle 3 Untersucher sowohl mittels Apprehension-Test mit Daumendruck bzw. Apprehension-Test ohne Daumendruck als auch mittels Relocation-Test bei allen Patienten eine klinisch relevante Schulterinstabilität festgestellt haben. Dabei war „Instabilität“ bzw. „muskuläres Gegenspannen“ das sensitivste Testkriterium. Im Sinne einer systemischen Abweichung war der Apprehension-Test mit Daumendruck bei durchschnittlich geringeren Abduktionsgraden positiv als der Relocation-Test, gefolgt vom Apprehension-Test ohne Daumendruck. Die Analyse der Interobserver-Reliabilität der Laxitäts-Tests ergab für jeweils zwei Untersucher für den Gagey- und Sulcus-Test eine mittelmäßige bis starke, für die a.p.-Translation eine schwache bis mittelmäßige Übereinstimmung.

2. Das 2. Ziel der Studie galt der Analyse eines erweiterten, sog. quantitativen Apprehension-Tests, d.h. einer Provokationstestung, die in verschiedenen Abduktionsstellungen durchgeführt wurde, sowie der Korrelation der klinischen Ergebnisse mit der arthroskopisch visualisierten Lokalisation der Labrumablösung.

Die Untersuchung des gesamten Patientenkollektivs weist beim Apprehension-Test mit Daumendruck bei allen 3 Untersuchern zwei signifikante Korrelationen auf: Zum einen konnte ein gegenläufiger Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und Ausmaß der Labrumläsion (in Stundenanzahl) beobachtet werden, der untersucherabhängig als schwach bis mittelstark zu bewerten ist ($r_s = -0,374$ (Untersucher A) bis $r_s = -0,416$ (Untersucher B)). Zum anderen konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und kranialen Beginn der Labrumläsion (kranialer Uhrzeit) mit ebenfalls schwacher bis mittlerer Korrelationsstärke ($r_s = 0,391$ (Untersucher A) bis $r_s = 0,495$ (Untersucher C)) gemessen werden. Signifikante Korrelationen ähnlicher Stärke wurden auch durch den quantitativen Relocation-Test ermittelt: Zwischen Abduktions-

grad und Stundenanzahl bestand wieder ein negativer ($r_s=-0,381$ (Untersucher B) bis $r_s=-0,497$ (Untersucher C)) und zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit ein positiver Zusammenhang ($r_s=0,423$ (Untersucher B) bis $r_s=0,517$ (Untersucher C)). Mittels Apprehension-Test ohne Daumendruck wurde ebenfalls ein signifikanter gegenläufiger Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl ($r_s=-0,361$ (Untersucher C) bis $r_s=-0,399$ (Untersucher A)) und ein positiver Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit ($r_s=0,420$ (Untersucher A) bis $r_s=0,457$ (Untersucher B)) von schwacher bis mittlerer Stärke nachgewiesen.

Die Ergebnisse aller 3 Tests weisen also in folgende Richtung:

- **Je größer der Abduktionsgrad, ab welcher ein Patient apprehensive ist, desto kleiner ist die Labrumläsion und umgekehrt.**
- **Je größer der Abduktionsgrad, desto größer ist die kraniale Uhrzeit, d.h. desto tiefer liegt die kraniale Begrenzung der Läsion, und je kleiner der Abduktionsgrad, desto kleiner ist die kraniale Uhrzeit, d.h. desto höher liegt die kraniale Begrenzung.**

Die 1. Hypothese konnte somit bestätigt werden.

Der Ausschluss der hyperlaxen Patienten vom Gesamtkollektiv führte beim Apprehension-Test mit Daumendruck bei allen Untersuchern zu einer leichten Zunahme der Stärke der Korrelation zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl bzw. Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit. Ebenso zeigte sich beim Apprehension-Test ohne Daumendruck eine Zunahme der Korrelationsstärke für Untersucher A und B. Die Selektion nicht-hyperlaxer Patienten bewirkte beim Relocation-Test eine Zunahme der Korrelationsstärke zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl für Untersucher A und B und zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit für Untersucher A. Die 2. Hypothese konnte also untersucher- und testabhängig bestätigt werden.

3. Letztlich sollte die Studie den Stellenwert des quantitativen Apprehension-Tests unter Berücksichtigung der bisher etablierten klinischen und validierten Schulterdiagnostik ermitteln:

Diese Studie demonstriert, dass der quantitative Apprehension-Test ein modifizierter, neuartiger klinischer Test mit schnellem und kostengünstigem zusätzlichem Informationsgewinn hinsichtlich des Ausmaßes und der Lokalisation der

Labrumläsion darstellt und daher zukünftig ein fester integrativer Bestandteil der klinischen Schulterdiagnostik werden könnte.

5.1 Material

Bushnell et al. [26] untersuchten in einer Pilotstudie 29 Patienten mit symptomatischer Schulterinstabilität, um einen Screening-Test für signifikante ossäre Läsionen i.S. eines Glenoiddefektes von mindestens 25% und/oder einer Hill-Sachs-Läsion von mindestens 2cm zu etablieren, indem sie den Apprehension-Test bei bis zu 45° Abduktion und 45° Außenrotation als positiv werteten. Bekannte Studien zur Beurteilung der Provokationstests und Überprüfung der Interrater-Reliabilität umfassen Stichproben von 18 bis zu 46 Patienten mit traumatischer vorderer Schulterinstabilität [96], [42], [146]. Gemessen an diesen Patientenzahlen besitzt die vorliegende Studie mit 52 Teilnehmern eine ausreichende Probandenanzahl.

5.2 Methodik

„Apprehension“ wird als Instabilität, die entweder durch Muskelanspannen oder Angabe des Patienten deutlich wird [70], oder „Angst, die Schulter könne aus dem Gelenk treten“ [96], [78], interpretiert. Die Notwendigkeit einer Differenzierung zwischen diesen beiden Kriterien erscheint im Rahmen unseres „Quantitativen Apprehension-Tests“ nicht gegeben: Während „Instabilität“ oder „muskuläres Anspannen“ bei allen Untersuchern in 100% der Patienten auftrat, konnte „Angst, die Schulter könne luxieren“ mittels Apprehension-Test mit Daumendruck untersucherabhängig in 55,3 – 57,8%, mittels Apprehension-Test ohne Daumendruck in 57,8 – 63,2% und mittels Relocation-Test in 54,0% – 57,8% hervorgerufen werden und stellt damit per se kein akzeptables Kriterium dar, eine Instabilität zu diagnostizieren. Da „Angst“ jedoch unabhängig von Test und Untersucher bis auf wenige Ausnahmen zum gleichen Abduktionsgrad wie „Instabilität“ bzw. „Muskelanspannen“ auftrat, kann dieser Studie zufolge „Angst“ als weiteres, zusätzliches Testkriterium in der Instabilitätstestung gewertet werden. Nach unserem derzeitigen Kenntnisstand existieren keine anderen Veröffentlichungen, die eine solche Differenzierung unterstützen würden.

5.3 Interobserver-Korrelationen

5.3.1 Provokations-Tests

Die Beurteilung der Interobserver-Reliabilität der Provokations-Tests erfolgte mittels Bland-Altman-Analyse, um herauszufinden, ob ein Untersucher grundsätzlich höhere oder tiefere Abduktionsgrade als ein anderer maß und um die Spannweite der Differenzen aufzuzeigen. Diese Übereinstimmungsgrenzen erschienen zunächst bei allen Untersucherpaaren weit gefasst. Ausschlaggebend für die Übereinstimmungsgüte sind jedoch nicht die starren Grenzlinien, sondern vielmehr der klinische Bezug [51]. Maßstab ist der Unterschied der Korrelationsstärken von Abduktionsgrad und Labrumläsion zwischen den Untersuchern. Diese differieren insgesamt nicht stark voneinander. Dennoch spiegeln sich relativ größere Abstände der Korrelationskoeffizienten auch in der Interobserver-Reliabilität wieder: Beim Apprehension-Test mit Daumendruck war der größte Unterschied zwischen Untersucher A ($r_s=0,391$) und C ($r_s=0,495$) zu finden, während Untersucher B ($r_s=0,482$) und C, die beide zu geringeren Abduktionsgraden tendierten, die geringste Abweichung aufwiesen. Dementsprechend war zwischen A und C sowohl die systemische Abweichung ($-6,1^\circ$) als auch die Spannweite der Übereinstimmungsgrenzen ($-37,7^\circ - 25,6^\circ$) größer als zwischen B und C (Bias = $-3,8^\circ$, Übereinstimmungsgrenzen = $-28,2^\circ - 20,6^\circ$). Diese Zahlen deuten aber auch darauf hin, dass selbst für geringe Schwankungen in der Korrelationsstärke (Untersucher B und C) noch relativ weite Übereinstimmungsgrenzen zulässig sind. Auffallend ist, dass die Punktwolke der Differenzen zwischen Untersucher B und C weniger breit gestreut ist als die von A und C und sich enger an der Bias-Linie orientiert. Bei Untersucher A kann somit eine schwache, bei Untersucher B und C eine mittelstarke Korrelation beobachtet werden. Beim Apprehension-Test ohne Daumendruck sind, gemessen an den systemischen Abweichungen und Übereinstimmungsgrenzen, aber auch in Zusammenschau mit den klinisch bedeutsamen Korrelationskoeffizienten nach Spearman, etwas geringere Unterschiede zwischen den Untersuchern festzustellen. Es wurde vermutet, dass dies auf die leichtere Reproduzierbarkeit der Testdurchführung zurückzuführen ist, weil die schwer zu vereinheitlichende applizierte Kraft nach anterior durch den Daumendruck wegfällt. Lo et al. [96] beschrieben, bei der Überprüfung der Interobserver-Reliabilität des klassischen Apprehension- und Relocation-Tests zuvor alle Untersucher einem Training an

einer Test-Person unterzogen zu haben, an der sie das aufgewandte Kraftmaß anhand deren Feedback zu standardisieren versuchten. Der tatsächliche Erfolg dieser Trainingsmaßnahme bleibt diskussionswürdig, da der direkte Vergleich Apprehension-Test mit und ohne Daumendruck zeigte, dass bis auf wenige Ausnahmen die Abduktionsgrade nicht wesentlich voneinander differieren (durchschnittlich $6,5^\circ$) und demzufolge die Interobserver-Reliabilität durch Wegfall des Daumendrucks auch nicht signifikant zunimmt. Somit scheint ein unterschiedliches Kraftmaß zumindest nicht alleine entscheidend für die weiten Übereinstimmungsgrenzen beim Apprehension-Test mit Daumendruck zu sein.

Mögliche Ursachen für Uneinigkeiten in der Abduktionsmessung können auf Untersucher-, aber auch auf Patientenseite zu finden sein: Die Patienten kannten nach dem ersten Untersucher bereits den Test, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass dies beim Patienten in „Erwartung des Apprehension“ zu subjektiv früherem Instabilitätsgefühl führte. Des Weiteren basiert unsere Studie auf Daten, denen visuelle Schätzungen zugrunde liegen. Nomden et al. [113] veröffentlichten 2009 eine Studie mit 91 Teilnehmern, an denen die Interobserver-Reliabilität u.a. der passiven glenohumeralen Abduktion ohne technische Hilfsmittel durch zwei sehr erfahrene Physiotherapeuten mittels Bland-Altman-Analysen bestimmt wurde: Für Untersucher A war in 95% der Patienten ein Wert zu erwarten, der bis zu 20° über bzw. 20° unter dem von Untersucher B lag. Zieht man diese Übereinstimmungsgrenzen, die bei einfachen Messungen des Bewegungsumfanges entstanden, als Vergleich herbei, wird klar, dass die Bestimmung des Abduktionsgrades auch einer intra- und interindividuellen Schwankung unterliegt.

5.3.2 Laxitäts-Tests

Auf der einen Seite stellt die Laxitäts-Testung der Schulter aufgrund der komplexen Interaktionen zwischen glenohumeralem und skapulothorakalem Gelenk, aber auch der zum Teil nur schwerlich zu erreichenden Relaxation der umgebenden Muskeln ohne Anästhesie eine einzigartige Herausforderung dar. Auf der anderen Seite muss jedoch eine exzessive kapsuläre Laxität bereits präoperativ erkannt werden, um ein Wiederkehren der Instabilität und damit Versagen der Operation zu verhindern [141]. Voraussetzung dafür ist eine verlässliche Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse und damit eine hohe Interobserver-Reliabilität:

Die Entwickler des Gagey-Tests sind bislang die einzigen, die die Zuverlässigkeit ihres Tests an einem großen Kollektiv von 100 Freiwilligen und 90 Instabilitätspatienten evaluiert haben und sehr gute Interobserver-Korrelationen für zwei Untersucher zeigen konnten (Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) = 0,84 – 0,89) [43]. Auch wenn der ICC und das von uns verwendete Cohen's bzw. Fleiss' κ 2 nicht direkt zu vergleichende Messmethoden sind, ist jedoch eindeutig, dass unsere Studie diese hohe Konkordanz für 3 Untersucher nicht uneingeschränkt bestätigen konnte: Zwar zeigte der Gagey-Test zwischen Untersucher B und C eine starke Übereinstimmung ($\kappa=0,73$). Bei allen 3 Untersuchern lag jedoch nur noch eine mittelmäßige Übereinstimmung ($\kappa=0,50$) vor. Diese niedrige Übereinstimmung deutet auf die Notwendigkeit hin, diesen Test weiterführend zu vereinheitlichen bzw. zu standardisieren.

Levy et al. [89] prüften die Interobserver-Reliabilität von 4 Untersuchern unterschiedlichen Erfahrungslevels für die Graduierung der glenohumeralen Translation an 43 Sportlern. Im Unterschied zu unserer Studie führten sie die Translationsprüfung in Rückenlage durch, während die Schulter in Skapula-Ebene 20° flektiert und 90° abduziert war. Dabei wurde der Translationsgrad von $0 - 3^\circ$ bewertet. In maximal 45% der untersuchten Schultern waren sich die Untersucher in der Graduierung nach anterior einig, wobei die κ -Werte zwischen $0,03 - 0,06$ lagen. Da sich insbesondere die Unterscheidung zwischen Grad 0 und 1 aufgrund des unterschiedlichen individuellen Maßes an Relaxierung als schwierig erwies, folgten sie dem Vorschlag von McFarland [106], Grad 0 und 1 zu konsolidieren. An eine Klassifikation wird grundsätzlich der Anspruch gestellt, klinisch relevante Unterschiede, die die Therapie, die Prognose und das Outcome beeinflussen, hervorzuheben. Dieser Entwurf einer modifizierten Hawkins-Skala [89] erscheint daher zulässig, da erst ab Grad 2 von einer über das physiologische Maß gesteigerten Laxität zu sprechen ist. Durch die Zusammenlegung von Grad 0 und 1 erhöhte sich die Übereinstimmung in der Studie von Levy et al. [89] auf 69% in der Translationsmessung nach anterior. Allerdings zeigten ihre statistischen Analysen keine signifikante Besserung des κ -Wertes.

Wir konnten in unserer Studie abhängig vom Untersucherpaar bereits bei Anwendung der Originalversion von Hawkins mit 3 Graden Übereinstimmungen von 64,7% (Untersucher A+B) bis 75,7% (Untersucher B+C) zeigen bzw. nach Re-Kalkulierung mittels modifizierter Hawkins-Skala sogar Übereinstimmungen von 79,6% – 83,8% belegen. Allerdings sind die κ -Werte entscheidend, da erst diese das Maß des Zu-

falls berücksichtigen: Während bei 3 Graden das linear gewichtete κ auf schwache (Untersucher A+B), leichte (Untersucher A+C) und mittelmäßige (Untersucher B+C) Übereinstimmungen hinwies, nahm die Stärke der Übereinstimmung durch Equalisierung von Grad 0 und 1 aufgrund der höheren Chance, das gleiche Ergebnis zufällig zu bestimmen, ab. Mögliche Ursache für die eingeschränkte Reliabilität der Laxitäts-Tests ist die Schwierigkeit einer adäquaten und reproduzierbaren Relaxation der Schultermuskulatur beim nicht-anästhesierten Patienten [79], [6].

Die Überprüfung des Sulcus-Zeichens erwies sich in unserer Studie als der von allen Laxitäts-Tests am besten reproduzierbare Test im Sinne einer starken Übereinstimmung (Fleiss' $\kappa=0,66$) zwischen allen Untersuchern. Diese Ergebnisse sind mit denen von Levy et al. [89] insofern vereinbar, dass diese ebenfalls eine höhere Reliabilität des Sulcus-Tests im Vergleich zur anterioren Translationsmessung feststellen konnten. Allerdings ist eine genaue Vergleichbarkeit nicht gegeben, da Levy et al. [89] im Gegensatz zu unserer Studie zwischen 3 bzw. 2 Graden beim Sulcus-Zeichen unterschieden. Aus demselben Grund ist auch der direkte Vergleich zu der Studie von Tzannes et al. [159] nicht möglich, die sich ebenfalls anderer Messmethoden bedienten. Insgesamt besteht somit der Bedarf an weiteren homogenen Vergleichsstudien zur Interobserver-Korrelation des Sulcus-Tests. Allerdings ist die Beurteilung des Sulcus-Tests insbesondere bei stark ausgebildeter Deltoidmuskulatur nicht alleine mit einer Blickdiagnose möglich, sondern sollte zur Präzisierung der Gradeinteilung eine subakromiale Palpation beinhalten.

Insgesamt ist für eine optimale Therapieplanung die Laxitäts-Testung ein unerlässlicher Bestandteil der klinischen Instabilitätsdiagnostik. Allerdings macht die zum Teil limitierte Reproduzierbarkeit eine Verbesserung bzw. Weiterentwicklung der Tests sowie die Etablierung neuerer Tests erforderlich.

5.4 Korrelation klinischer – intraoperativer Befund

In der aktuellen Literatur werden Sensitivitäten für den Apprehension-Test von 52,8% bis zu 72% und für den Relocation-Test von 45,8% bis zu 81% angegeben [96], [42]. Dass in der vorliegenden Studie mit den entsprechenden Provokationstests durch alle Untersucher bei allen Patienten das Symptom „Instabilität“ bzw. „muskuläres Anspannen“ ausgelöst werden konnte, erscheint im Vergleich sehr hoch. Da allen Un-

tersuchern die Diagnose präoperativ bekannt war, unterlagen die Untersucher daher einem Selektionsbias. Allerdings war es nicht das Ziel dieser Studie zu überprüfen, wie viele von den Test-positiven Patienten überhaupt eine Labrumläsion hatten. Vielmehr war ein positives Testergebnis Bedingung, um eine weiterführende Bewertung im Sinne einer Quantifizierung des Abduktionsgrades beim Apprehension-Test zu ermöglichen.

Ziel dieser Studie war die Korrelation der Abduktionsgrade, ab welcher der Patient „apprehensive“ war, mit der arthroskopisch nachgewiesenen Labrumläsion. Die Ergebnisse aller 3 Provokations-Tests zeigen einen negativen Zusammenhang zwischen Abduktionsgrad und Ausmaß der Labrumläsion sowie eine positive Korrelation zwischen Abduktionsgrad und superiorem Beginn der Labrumläsion (kraniale Uhrzeit). Diese Beobachtungen decken sich mit den biomechanischen Testungen an Kadaverschultern. So untersuchten Turkel et al. [158] 10 Kadaverschultern, in denen sie die glenohumeralen Ligamente röntgendicht markierten und in Folge deren Position, Anspannung und Laxität beurteilen konnten, sowie 36 weitere Kadaverschultern, in denen sie die glenohumeralen Ligamente separat durchtrennten, in Abduktion und Außenrotation brachten und somit Rückschlüsse auf deren stabilisierenden Effekt ziehen konnten: Bei Außenrotation und 45° Abduktion zeigten vorwiegend das MGHL und die anterosuperioren Fasern des IGHL eine stabilisierende Funktion und bei 90° Abduktion verhinderte das IGHL eine anteriore Dislokation. O'Connell et al. [118] maßen an 10 Kadaverschultern in Abhängigkeit vom Abduktionsgrad den Spannungszustand der glenohumeralen Ligamente und konnten vergleichbare Resultate zeigen. Warner et al. [165] demonstrierten in einer weiteren Kadaverstudie, dass sich ein biomechanisch-struktureller Zusammenhang von Abduktionsgrad und stabilisierender Region des kapsuloligamentären Komplexes auch nicht durch eine simulierte Rotatorenmanschettenkontraktion verändert.

In der bereits unter 5.1. vorgestellten Studie von Bushnell et al. [26] zum „Bony Apprehension-Test“ wurde bei 8 (27,6%) Patienten intraoperativ eine signifikante knöchernen Läsion und bei 21 (72,4%) lediglich ein Weichteilschaden festgestellt. Alle 8 Patienten mit ossärer Läsion, aber lediglich 3 (14,3%) der Patienten ohne knöchernen Beteiligung waren bis zu max. 45° ARO und 45° Abduktion apprehensive, dem „Bony-Apprehension-Test“ zufolge also test-positiv. Die Autoren räumten selbst ein, dass das Festlegen des Testdesigns auf max. 45° Abduktion willkürlich gewählt wur-

de. Dass der „Bony-Apprehension-Test“ ein valides Screening-Instrument zur Feststellung signifikanter ossärer Defekte ist, konnte mit unseren Untersuchungsergebnissen nicht bestätigt werden: In unserem selektierten Patientenkollektiv ohne knöcherne Läsionen war in 35,5% (Untersucher A) – 47,4% (Untersucher B) der Apprehension-Test mit Daumendruck (s. Tab. 10) bei unter bzw. gleich 45° Abduktion positiv. Unsere Studie zeigt also, dass ein fehlender ossärer Glenoiddefekt auch schon zu Apprehension bei niedrigen Abduktionsgraden führt, untersucherabhängig sogar in fast der Hälfte der Patienten, und widerlegt, dass Apprehension unter 45° Abduktion allein als Hinweis auf ossäre Läsionen dient. Diese unterschiedlichen Ergebnisse könnten u.a. darin begründet liegen, dass wir den Test wie in der Originalversion von Rowe & Zarins [135] beschrieben bei maximaler Außenrotation durchführten und damit vermehrt Stress auf den anterioren Kapsel-Band-Apparat ausübten (vgl. 2.3.2.1.2 Gelenkkapsel und glenohumerale Ligamente), während Bushnell et al. nur max. 45° außenrotierten.

Eine signifikante Korrelation der Stundenanzahl mit der kaudalen Begrenzung der Labrumläsion konnte zu keinem Zeitpunkt gezeigt werden. Unseren Ergebnissen zufolge müsste diese vor allem bei großen Abduktionsgraden adressiert werden. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass diejenigen kaudalen Begrenzungen, die auf 6:00 Uhr oder später, also posterior, lagen, durch den klassischen Apprehension-Test mit nach anterior gerichteter Kraft gar nicht erst angesprochen werden konnten. Darunter fielen immerhin 38 Patienten (73,1%).

Beim Vergleich der 3 von uns durchgeführten Provokationstests (quantitativer Apprehension-Test mit bzw. ohne Daumendruck, quantitativer Relocation-Test) kann nicht von relevanten Unterschieden der Korrelationsstärken gesprochen werden. Somit ist aus dieser Studie noch keine abschließende Empfehlung ableitbar, welcher dieser 3 Tests aufgrund höherer Vorhersagekraft im klinischen Alltag zu favorisieren ist. Allerdings zeigen Apprehension-Test mit Daumendruck und Relocation-Test tendenziell höhere Korrelationskoeffizienten als der Apprehension-Test ohne Daumendruck, sowohl im Sinne eines gegenläufigen Zusammenhangs zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl als auch eines positiven Zusammenhangs zwischen Abduktionsgrad und kranialer Uhrzeit.

Auffallend ist, dass die nach anterior gerichtete Kraft beim Apprehension-Test mit Daumendruck unseren Ergebnissen zufolge nicht entscheidend für das Auslösen

einer Instabilität ist, da auch in allen Fällen des Apprehension-Tests ohne Daumendruck das Testkriterium „Instabilität“ provoziert werden konnte. Zusätzlich erscheint auch die Größe des Unterschiedes der Abduktionsgrade zwischen diesen beiden Varianten in Anbetracht der weiten Spanne an gemessenen Abduktionsgraden (0-110°) eher von geringer Relevanz. Wie auch in den Standardwerken zur Instabilitätsuntersuchung beschrieben [52], [138], wird auch in unserer Abteilung der Apprehension-Test mit Daumendruck durchgeführt. Dieser Studie zufolge ist aber auch die Modifikation ohne Daumendruck, wie sie von einigen Autoren ausgeführt wird [42], [96], zumindest zum Überprüfen einer Instabilitätssymptomatik gleichermaßen geeignet, so dass die Durchführung eines dieser 3 Tests ausreichen würde. Hier muss allerdings einschränkend angemerkt werden, dass sowohl jeder Untersucher als auch jeder Patient das Testergebnis des jeweils zuvor durchgeführten Provokationstests natürlich kannte (Reihenfolge Apprehension-Test mit Daumendruck, Apprehension-Test ohne Daumendruck, Relocation-Test) und somit ein möglicher Methodik-Bias nicht ausgeschlossen werden kann.

Um eventuelle Störfaktoren auszuschließen, die zu einer Minderung der Korrelationsstärke führen könnten, wurden die Patienten in Untergruppen selektiert:

Zum einen war fraglich, ob der Einschluss von Patienten, die bereits arthroskopisch vorstabilisiert worden sind, gerechtfertigt ist. Da sich jedoch nach Ausschluss dieser Patienten, die immerhin 9,6% des Gesamtkollektivs ausmachten, keine wesentlichen Änderungen von r_s ergaben, kann zumindest bei unserer Fallzahl von keiner bedeutenden Schwächung durch deren Einschluss ausgegangen werden. Insgesamt konnte sogar eher die Tendenz zu schwächeren Korrelationskoeffizienten und niedrigeren Signifikanzwerten beobachtet werden, was allerdings auch in der kleineren Fallzahl begründet sein dürfte.

Zum anderen überprüften wir eine eventuelle Verzerrung durch Patienten mit vermehrter Schulterlaxität durch deren Ausschluss. Wir vermuteten, dass durch eine hyperlaxe Kapsel der Humeruskopf mehr Spielraum habe und somit nicht gezwungenermaßen nur im Bereich der Bankart-Läsion instabil werden würde. Als Schulterhyperlaxität definierten wir jene Patienten, bei welchen gleichzeitig ein positives Sulcus-Zeichen und ein positiver Gagey-Test vorlag. Von einigen Autoren wird eine Assoziation zwischen genereller Gelenkshyperlaxität und schulterpezifischer Hyperlaxität proklamiert. So fanden Owens et al. ein Sulcus-Zeichen bei Patienten

mit einem Beighton-Score ≥ 2 5,01-mal häufiger auf der dominanten und 7,57-mal häufiger auf der nicht-dominanten Schulterseite [119]. Unser Patientengut wies weder eine Korrelation zwischen Beighton-Score und Sulcus-Zeichen noch positivem Gagey-Test auf, so dass wir nur die schulterspezifischen Laxitäts-Tests zur Definition „hyperlax“ beitragen ließen. Diese Ergebnisse sind kompatibel mit Sauer's Testungen, die ebenfalls keine bis schwache Korrelation zwischen Beighton Score und schulterspezifischer Laxität ermitteln konnten [137].

Der Ausschluss dieser hyperlaxen Patienten führte bei allen Untersuchern zu einer geringen Zunahme vor allem des gegenläufigen Zusammenhangs zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl beim Apprehension-Test mit Daumendruck. Ähnliche Veränderungen zeigte der Apprehension-Test ohne Daumendruck bei Untersucher A und B. Der Relocation-Test demonstrierte weniger eindeutige und weniger einheitliche Abweichungen. Letztlich bewegten sich diese Änderungen des Korrelationskoeffizienten aber alle in eher geringem Umfang ($\pm 0,017 - 0,125$), so dass nur von einer Tendenz zu höheren Korrelationskoeffizienten durch den Ausschluss der hyperlaxen Patienten, insbesondere beim Apprehension-Test, gesprochen werden kann: Nach Selektion zeigten alle 3 Tests mittelstarke Korrelationen zwischen Abduktionsgrad und Stundenanzahl bzw. kranialer Uhrzeit. Bisher existieren allerdings keine Vergleichsstudien, die eine Minderung der Sensitivität des konventionellen Apprehension-Tests durch begleitende Hyperlaxität geprüft haben.

Einschränkend muss hierbei erwähnt werden, dass sich unsere Diagnose einer Schulterhyperlaxität auf klinische Tests stützte, die – wie bereits vorher dargelegt – noch einer verbesserten Reproduzierbarkeit bedürfen. Des Weiteren wurden die 33 Patienten ohne vermehrte Schulterlaxität mit dem Gesamtkollektiv aus 52 Patienten verglichen. Aufgrund der ungleichen Populationen sind weiterführende Studien mit einem größeren Gesamtkollektiv und der Möglichkeit zweier gleich großer Vergleichskollektive notwendig, um diese Aussagen zu untermauern bzw. zu widerlegen.

Morgan et al. [109] unterscheiden 4 Grundvarianten der glenohumeralen Ligamente. Typ III ist dabei durch ein frei laufendes MGHG gekennzeichnet und bei instabilen Patienten selten zu finden [56], [109]. Während dieser Typ bei durchschnittlich 19% aller Schultern vorliegt, konnte er bei unserem instabilitätsspezifischen Patientengut

in nur 11,5% gefunden werden. Allerdings konnte nicht bestätigt werden, dass Typ IV, bei dem die vordere Gelenkkapsel als gleichmäßige Fläche ohne Verstärkungen imponiert, gehäuft mit Schulterinstabilität assoziiert ist [52]: Während dieser Typ insgesamt in 8% der Schultern nachgewiesen werden kann, war er in unserem Patientengut sogar seltener nachweisbar (5,8%). Ebenso war auch der Buford-Komplex, verglichen mit der Gesamtpopulation (1,5%) [168], auch bei unseren Instabilitätspatienten nicht wesentlich häufiger zu beobachten (1,9%).

Die MRT, ggf. Arthro-MRT, ist wie unter 2.4.6.3 dargelegt die Bildgebung der Wahl, um die Verletzungsfolgen nach traumatischer Schulterluxation zu visualisieren. Auf der einen Seite muss jedoch, wie von Eisner et al. [40] in einer aktuellen Studie beschrieben (vgl. 2.1), beachtet werden, dass das volle Ausmaß der Labrumläsion auch mittels MRT oft nicht erkannt wird. Ihrer Studie zufolge hatten 58% der Patienten sich nach superior und posterior ausdehnende Labrumläsionen, die mittels MRT nicht vorhergesagt werden konnten. Legan et al. [88] befanden ebenfalls die MRT für unzuverlässig zur Beurteilung von inferioren und posterioren Labrumablösungen. Diese Unterschätzung kann zu einer längeren Operationsdauer, ggf. sogar Änderung der Operationszugänge, führen. Auf der anderen Seite können bei unkritischem Einsatz bildgebender Verfahren pathologische Veränderungen der Schulter dargestellt werden, deren klinische Bedeutung wiederum fraglich ist. Grundlage der Instabilitätsdiagnostik bleibt die ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung, deren sich ableitende Verdachtsdiagnose durch bildgebende Verfahren untermauert werden kann [175].

5.5 Ausblick

Diese explorative Studie zeigt, dass die Quantifizierung des Apprehension- und des Relocation-Tests ein neues Instrument zur klinisch-präoperativen Beurteilung des Ausmaßes und der Lokalisation der Labrumläsion darstellt. Weitere Studien mit einer größeren Patientenzahl und geblindeten Untersuchern wären wünschenswert, die die Wertigkeit dieser Tests noch genauer und unabhängiger überprüfen könnten.

6 Zusammenfassung

Die prospektive Pilotstudie zum „Quantitativen Apprehension- und Relocation-Test“ demonstriert an 52 Patienten mit traumatischer anteroinferiorer Schulterinstabilität, dass zwischen dem Abduktionsgrad des Apprehension- bzw. Relocation-Tests und dem Ausmaß der Labrumläsion ein signifikanter, gegenläufiger Zusammenhang besteht, der allerdings bei der Größe der Studienpopulation als schwach bis mittelstark zu bewerten ist. Des Weiteren existiert eine mittelstarke Korrelation zwischen dem Abduktionsgrad und der kranialen Begrenzung der Labrumläsion. Nach Ausschluss der Patienten mit begleitender Schulterhyperlaxität zeigte sich eine Tendenz zu stärkeren Korrelationen. Somit scheint die Quantifizierung des Apprehension- wie auch der Relocation-Tests eine zusätzliche, klinisch relevante Information zur Beurteilung und Lokalisation des Labrumschadens bei der anteroinferioren Schulterinstabilität zu liefern.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Altchek, D.W., Warren, R.F., Skyhar, M.J., Ortiz, G.
T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types.
J Bone Joint Surg Am 73 (1991) 105-112
- [2] Antonio, G.E., Griffith, J.F., Yu, A.B., Yung, P.S., Chan, K.M., Ahuja, A.T.
First-time shoulder dislocation: High prevalence of labral injury and age-related differences revealed by MR arthrography.
J Magn Reson Imaging 26 (2007) 983-991
- [3] Armfield, D.R., Stickle, R.L., Robertson, D.D., Towers, J.D., Debski, R.E.
Biomechanical basis of common shoulder problems.
Semin Musculoskelet Radiol 7 (2003) 5-18
- [4] Aryee, S., Lorenz, S., Wörtler, K., Imhoff, A.B.
Traumatische Schulterluxation.
Arthroskopie 20 (2007) 62-65
- [5] Aston, J.W., Jr., Gregory, C.F.
Dislocation of the shoulder with significant fracture of the glenoid.
J Bone Joint Surg Am 55 (1973) 1531-1533
- [6] Bahk, M., Keyurapan, E., Tasaki, A., Sauers, E.L., McFarland, E.G.
Laxity testing of the shoulder: a review.
Am J Sports Med 35 (2007) 131-144
- [7] Bak, K., Wiesler, E.R., Poehling, G.G.
Consensus statement on shoulder instability.
Arthroscopy 26 (2010) 249-255
- [8] Bankart, A.
The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder.

Br J Surg 26 (1938) 23-39

- [9] Bankart, A.S.
Recurrent or Habitual Dislocation of the Shoulder-Joint.
Br Med J 2 (1923) 1132-1133
- [10] Barnes, C.J., Getelman, M.H., Snyder, S.J.
Results of arthroscopic revision anterior shoulder reconstruction.
Am J Sports Med 37 (2009) 715-719
- [11] Barthel, T., Konig, U., Bohm, D., Loehr, J.F., Gohlke, F.
[Anatomy of the glenoid labrum].
Orthopade 32 (2003) 578-585
- [12] Bedi, A., Ryu, R.K.
The treatment of primary anterior shoulder dislocations.
Instr Course Lect 58 (2009) 293-304
- [13] Beighton, P., Solomon, L., Soskolne, C.L.
Articular mobility in an African population.
Ann Rheum Dis 32 (1973) 413-418
- [14] Bencardino, J.T., Beltran, J., Rosenberg, Z.S., Rokito, A., Schmammann, S., Mota, J., Mellado, J.M., Zuckerman, J., Cuomo, F., Rose, D.
Superior labrum anterior-posterior lesions: diagnosis with MR arthrography of the shoulder.
Radiology 214 (2000) 267-271
- [15] Bergin, D.
Imaging shoulder instability in the athlete.
Magn Reson Imaging Clin N Am 17 (2009) 595-615, v
- [16] Bigliani, L.U., Pollock, R.G., Soslowsky, L.J., Flatow, E.L., Pawluk, R.J., Mow, V.C.
Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament.
J Orthop Res 10 (1992) 187-197

- [17] Bokor, D.J., Conboy, V.B., Olson, C.
Anterior instability of the glenohumeral joint with humeral avulsion of the glenohumeral ligament. A review of 41 cases.
J Bone Joint Surg Br 81 (1999) 93-96
- [18] Bottoni, C.R., Wilckens, J.H., DeBerardino, T.M., D'Alleyrand, J.C., Rooney, R.C., Harpstrite, J.K., Arciero, R.A.
A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations.
Am J Sports Med 30 (2002) 576-580
- [19] Bradley, J.P., Baker, C.L., 3rd, Kline, A.J., Armfield, D.R., Chhabra, A.
Arthroscopic capsulolabral reconstruction for posterior instability of the shoulder: a prospective study of 100 shoulders.
Am J Sports Med 34 (2006) 1061-1071
- [20] Brophy, R.H., Marx, R.G.
The treatment of traumatic anterior instability of the shoulder: nonoperative and surgical treatment.
Arthroscopy 25 (2009) 298-304
- [21] Brosius, F.
SPSS 8 Professionelle Statistik unter Windows
mitp, Bonn (1998)
- [22] Brunner, U.H., *Klinische Untersuchung der Schulter*, in *Schulterchirurgie*, P. Habermeyer, Hrsg. (2002) Urban & Fischer, Elsevier: München. p. 46-69.
- [23] Brunner, U.H., Wiedemann, E.
Kombinationsverletzungen von Labrum und Rotatorenmanschette.
Trauma Berufskrankh 3 (Suppl 4) (2001) S532-S535
- [24] Burkhart, S.S., De Beer, J.F.

- 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 16 (2000) 677-694
- [25] Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B.
The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics.
Arthroscopy 19 (2003) 404-420
- [26] Bushnell, B.D., Creighton, R.A., Herring, M.M.
The bony apprehension test for instability of the shoulder: a prospective pilot analysis.
Arthroscopy 24 (2008) 974-982
- [27] Caborn, D.N.M., Coen, M., Urban, W.P., Johnson, D.L., *Arthroskopische Therapie bei posttraumatischer unidirektionaler glenohumeraler Instabilität*, in *Schulterchirurgie - Ein Operationsatlas*, F.H. Fu, J.B. Ticker, and A.B. Imhoff, Hrsg. (2001) Steinkopff-Verlag, Darmstadt. p. 63-73.
- [28] Carreira, D.S., Mazzocca, A.D., Oryhon, J., Brown, F.M., Hayden, J.K., Romeo, A.A.
A prospective outcome evaluation of arthroscopic Bankart repairs: minimum 2-year follow-up.
Am J Sports Med 34 (2006) 771-777
- [29] Chahal, J., Leiter, J., McKee, M.D., Whelan, D.B.
Generalized ligamentous laxity as a predisposing factor for primary traumatic anterior shoulder dislocation.
J Shoulder Elbow Surg 19 (2010) 1238-1242
- [30] Chandnani, V.P., Yeager, T.D., DeBerardino, T., Christensen, K., Gagliardi, J.A., Heitz, D.R., Baird, D.E., Hansen, M.F.
Glenoid labral tears: prospective evaluation with MRI imaging, MR arthrography, and CT arthrography.

AJR Am J Roentgenol 161 (1993) 1229-1235

- [31] Cho, H.L., Lee, C.K., Hwang, T.H., Suh, K.T., Park, J.W.
Arthroscopic Repair of Combined Bankart and SLAP Lesions: Operative Techniques and Clinical Results.
Clin Orthop Surg 2 (2010) 39-46
- [32] Churchill, R.S., Brems, J.J., Kotschi, H.
Glenoid size, inclination, and version: an anatomic study.
J Shoulder Elbow Surg 10 (2001) 327-332
- [33] Cicak, N., Klobucar, H., Bicanic, G., Trsek, D.
Arthroscopic extracapsular plication to treat multidirectional instability of the shoulder.
Arthroscopy 21 (2005) 1278
- [34] Cooper, D.E., Arnoczky, S.P., O'Brien, S.J., Warren, R.F., DiCarlo, E., Allen, A.A.
Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study.
J Bone Joint Surg Am 74 (1992) 46-52
- [35] Cox, C.L., Kuhn, J.E.
Operative versus nonoperative treatment of acute shoulder dislocation in the athlete.
Curr Sports Med Rep 7 (2008) 263-268
- [36] Cvitanic, O., Tirman, P.F., Feller, J.F., Bost, F.W., Minter, J., Carroll, K.W.
Using abduction and external rotation of the shoulder to increase the sensitivity of MR arthrography in revealing tears of the anterior glenoid labrum.
AJR Am J Roentgenol 169 (1997) 837-844
- [37] de Laat, E.A., Visser, C.P., Coene, L.N., Pahlplatz, P.V., Tavy, D.L.
Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study.
J Bone Joint Surg Br 76 (1994) 381-383

- [38] de Simoni, C., Burkart, A., Imhoff, A.B.
Ein neuer inferiorer (5:30-Uhr) Zugang für die arthroskopische Reparatur des Bankart-Schadens.
Arthroskopie 13 (2000) 217-219
- [39] Debski, R.E., Weiss, J.A., Newman, W.J., Moore, S.M., McMahon, P.J.
Stress and strain in the anterior band of the inferior glenohumeral ligament during a simulated clinical examination.
J Shoulder Elbow Surg 14 (2005) 24S-31S
- [40] Eisner, E.A., Roocroft, J.H., Edmonds, E.W.
Underestimation of labral pathology in adolescents with anterior shoulder instability.
J Pediatr Orthop 32 (2012) 42-47
- [41] Enad, J.G., ElAttrache, N.S., Tibone, J.E., Yocum, L.A.
Isolated electrothermal capsulorrhaphy in overhand athletes.
J Shoulder Elbow Surg 13 (2004) 133-137
- [42] Farber, A.J., Castillo, R., Clough, M., Bahk, M., McFarland, E.G.
Clinical assessment of three common tests for traumatic anterior shoulder instability.
J Bone Joint Surg Am 88 (2006) 1467-1474
- [43] Gagey, O., Gagey N
The hyperabduction test.
Journal of Bone and Joint Surgery Br 82 (2000) 69-74
- [44] Gagey, O.J., Gagey, N.
The hyperabduction test - an assessment of the laxity of the inferior glenohumeral ligament.
J Bone Joint Surg Br 82 (2000) 69-74
- [45] Garneau, R.A., Renfrew, D.L., Moore, T.E., el-Khoury, G.Y., Nepola, J.V., Lemke, J.H.
Glenoid labrum: evaluation with MR imaging.

Radiology 179 (1991) 519-522

- [46] Gartsman, G.M., Roddey, T.S., Hammerman, S.M.
Arthroscopic treatment of anterior-inferior glenohumeral instability. Two to five-year follow-up.
J Bone Joint Surg Am 82-A (2000) 991-1003
- [47] Gerber, C., Nyffeler, R.W.
Classification of glenohumeral joint instability.
Clin Orthop Relat Res (2002) 65-76
- [48] Glanzmann, M.C., Hensler, D., Hinterwimmer, S., Waldt, S., Imhoff, A.B.
Eine seltene Kombinationsverletzung im Rahmen einer Schulterstabilität.
Arthroskopie 23 (2010) 62-66
- [49] Gohlke, F.
[Biomechanics of the shoulder].
Orthopade 29 (2000) 834-844
- [50] Green, M.R., Christensen, K.P.
Arthroscopic versus open Bankart procedures: a comparison of early morbidity and complications.
Arthroscopy 9 (1993) 371-374
- [51] Grouven, U., Bender, R., Ziegler, A., Lange, S.
[Comparing methods of measurement].
Dtsch Med Wochenschr 132 Suppl 1 (2007) e69-73
- [52] Habermeyer, P.
Schulterchirurgie
Urban & Fischer, Elsevier, München (2002) 3. Auflage
- [53] Habermeyer, P., Lichtenberg, S.
[Diagnosis and treatment of anterior and posterior shoulder dislocation. I. Diagnosis].

- Chirurg 74 (2003) 1078-1088
- [54] Habermeyer, P., Lichtenberg, S.
[Diagnosis and treatment of anterior and posterior shoulder dislocation. II. Treatment].
Chirurg 74 (2003) 1178-1194
- [55] Habermeyer, P., Magosch, P., Lichtenberg, S.
[Shoulder instability. Classification and treatment].
Orthopade 33 (2004) 847-872; quiz 873
- [56] Habermeyer, P., Magosch, P., Lichtenberg, S.
Classifications and Scores of the Shoulder
Springer, Heidelberg (2006)
- [57] Habermeyer, P., Schuller, U., Wiedemann, E.
The intra-articular pressure of the shoulder: an experimental study on the role of the glenoid labrum in stabilizing the joint.
Arthroscopy 8 (1992) 166-172
- [58] Halder, A., *Anatomie und Kinematik des Schultergelenks*, in AE-Manual der Endoprothetik Schulter, M. Loew, Hrsg. (2010) Springer: Berlin Heidelberg.
- [59] Handoll, H.H., Almayyah, M.A., Rangan, A.
Surgical versus non-surgical treatment for acute anterior shoulder dislocation.
Cochrane Database Syst Rev (2004) CD004325
- [60] Hantes, M.E., Venouziou, A.I., Liantsis, A.K., Dailiana, Z.H., Malizos, K.N.
Arthroscopic repair for chronic anterior shoulder instability: a comparative study between patients with Bankart lesions and patients with combined Bankart and superior labral anterior posterior lesions.
Am J Sports Med 37 (2009) 1093-1098
- [61] Harryman, D.T., 2nd, Sidles, J.A., Clark, J.M., McQuade, K.J., Gibb, T.D., Matsen, F.A., 3rd

Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion.

J Bone Joint Surg Am 72 (1990) 1334-1343

[62] Headey, J., Brooks, J.H., Kemp, S.P.

The epidemiology of shoulder injuries in English professional rugby union.

Am J Sports Med 35 (2007) 1537-1543

[63] Henry, J.H., Genung, J.A.

Natural history of glenohumeral dislocation--revisited.

Am J Sports Med 10 (1982) 135-137

[64] Hobby, J., Griffin, D., Dunbar, M., Boileau, P.

Is arthroscopic surgery for stabilisation of chronic shoulder instability as effective as open surgery? A systematic review and meta-analysis of 62 studies including 3044 arthroscopic operations.

J Bone Joint Surg Br 89 (2007) 1188-1196

[65] Holzapfel, K., Waldt, S., Bruegel, M., Paul, J., Heinrich, P., Imhoff, A.B., Rummeny, E.J., Woertler, K.

Inter- and intraobserver variability of MR arthrography in the detection and classification of superior labral anterior posterior (SLAP) lesions: evaluation in 78 cases with arthroscopic correlation.

Eur Radiol 20 (2010) 666-673

[66] Hovelius, L., Augustini, B.G., Fredin, H., Johansson, O., Norlin, R., Thorling, J.

Primary anterior dislocation of the shoulder in young patients. A ten-year prospective study.

J Bone Joint Surg Am 78 (1996) 1677-1684

[67] Howell, S.M., Galinat, B.J.

The glenoid-labral socket. A constrained articular surface.

Clin Orthop Relat Res (1989) 122-125

[68] Huber, W.P., Putz, R.V.

- Periarticular fiber system of the shoulder joint.
Arthroscopy 13 (1997) 680-691
- [69] Iannotti, J.P., Zlatkin, M.B., Esterhai, J.L., Kressel, H.Y., Dalinka, M.K., Spindler, K.P.
Magnetic resonance imaging of the shoulder. Sensitivity, specificity, and predictive value.
J Bone Joint Surg Am 73 (1991) 17-29
- [70] Imhoff, A.B., Baumgartner, R., Linke, R.D.
Checkliste Orthopädie
Thieme, Stuttgart (2005) 4. Auflage
- [71] Imhoff, A.B., Burkart, A., *Anterior-inferior labral tears: The new inferior portal (5.30 o'clock) and the FASTak/Bio-FASTak technique*, in An Atlas of Shoulder Arthroscopy, A.B. Imhoff, J.B. Ticker, and F.H. Fu, Hrsg. (2003) Martin Dunitz: London, p. 113-120.
- [72] Imhoff, A.B., Roscher, E., König, U.
[Arthroscopic shoulder stabilization. Differentiated treatment strategy with Suretac, Fastak, Holmium: YAG-laser and electrosurgery].
Orthopäde 27 (1998) 518-531
- [73] Ito, Y., Sakai, T., Tomo, H., Nakao, Y., Inui, K., Koike, T., Nakatsuchi, T., Takaoka, K.
Computerized assessment of Bankart lesions under tension with magnetic resonance arthrography.
J Shoulder Elbow Surg 14 (2005) 247-251
- [74] Itoi, E., Hatakeyama, Y., Sato, T., Kido, T., Minagawa, H., Yamamoto, N., Wakabayashi, I., Nozaka, K.
Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence. A randomized controlled trial.
J Bone Joint Surg Am 89 (2007) 2124-2131
- [75] Itoi, E., Tabata, S.
Rotator cuff tears in anterior dislocation of the shoulder.

Int Orthop 16 (1992) 240-244

- [76] Jaeger, M., Izadpanah, K., Maier, D., Sudkamp, N.P.
[Unstable shoulder dislocation].
Chirurg 80 (2009) 657-673; quiz 674
- [77] Jakobsen, B.W., Johannsen, H.V., Suder, P., Sojbjerg, J.O.
Primary repair versus conservative treatment of first-time traumatic anterior dislocation of the shoulder: a randomized study with 10-year follow-up.
Arthroscopy 23 (2007) 118-123
- [78] Jerosch, J., Heisel, J., Imhoff, AB
Fortbildung Orthopädie - Traumatologie
Steinkopff Verlag, Darmstadt (2003)
- [79] Jia, X., Ji, J.H., Petersen, S.A., Freehill, M.T., McFarland, E.G.
An analysis of shoulder laxity in patients undergoing shoulder surgery.
J Bone Joint Surg Am 91 (2009) 2144-2150
- [80] Kim, S.H., Ha, K.I., Cho, Y.B., Ryu, B.D., Oh, I.
Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two to six-year follow-up.
J Bone Joint Surg Am 85-A (2003) 1511-1518
- [81] 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 dislocations of the shoulder: long-term evaluation.
Arthroscopy 21 (2005) 55-63
- [82] Kroner, K., Lind, T., Jensen, J.
The epidemiology of shoulder dislocations.
Arch Orthop Trauma Surg 108 (1989) 288-290
- [83] Labriola, J.E., Lee, T.Q., Debski, R.E., McMahon, P.J.
Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles.

J Shoulder Elbow Surg 14 (2005) 32S-38S

- [84] Landis, J.R., Koch, G.G.
The measurement of observer agreement for categorical data.
Biometrics 33 (1977) 159-174
- [85] Larrain, M.V., Montenegro, H.J., Mauas, D.M., Collazo, C.C., Pavon, F.
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 22 (2006) 1283-1289
- [86] Latimer, H.A., Tibone, J.E., Pink, M.M., Mohr, K.J., Perry, J.
Shoulder reaction time and muscle-firing patterns in response to an anterior translation force.
J Shoulder Elbow Surg 7 (1998) 610-615
- [87] Lazarus, M.D., Sidles, J.A., Harryman, D.T., 2nd, Matsen, F.A., 3rd
Effect of a chondral-labral defect on glenoid concavity and glenohumeral stability. A cadaveric model.
J Bone Joint Surg Am 78 (1996) 94-102
- [88] Legan, J.M., Burkhard, T.K., Goff, W.B., 2nd, Balsara, Z.N., Martinez, A.J., Burks, D.D., Kallman, D.A., O'Brien, T.J., Lapoint, J.M.
Tears of the glenoid labrum: MR imaging of 88 arthroscopically confirmed cases.
Radiology 179 (1991) 241-246
- [89] Levy, A.S., Lintner, S., Kenter, K., Speer, K.P.
Intra- and interobserver reproducibility of the shoulder laxity examination.
Am J Sports Med 27 (1999) 460-463
- [90] Lichtenberg, S., Engel, G., Habermeyer, P.
Arthroskopische Behandlung der traumatischen Schulterinstabilität (akut-chronisch).
Trauma Berufskrankh 2 (Suppl 4) (2000) S400-S405

- [91] Lichtenberg, S., Habermeyer, P., Magosch, P.
Atlas Schulterarthroskopie
Elsevier, München (2008)
- [92] Linke, R.D., Burkart, A., Imhoff, A.B.
[The arthroscopic SLAP refixation].
Orthopade 32 (2003) 627-631
- [93] Lippert, H., Herbold, D., Lippert-Burmester, W.
Anatomie Text und Atlas
Urban & Fischer, Elsevier, München (2006) 7. Auflage
- [94] Lippitt, S.B., Vanderhooft, E.P., Harris, S.L., Sidles, J.A., Harryman, D.T.n., Matsen, F.A.r.
Glenohumeral stability from concavity-compression: a quantitative analysis.
J Shoulder Elbow Surg 2 (1993) 27-35
- [95] Liu, S.H., Henry, M.H., Nuccion, S., Shapiro, M.S., Dorey, F.
Diagnosis of glenoid labral tears. A comparison between magnetic resonance imaging and clinical examinations.
Am J Sports Med 24 (1996) 149-154
- [96] Lo, I.K., Nonweiler, B., Woolfrey, M., Litchfield, R., Kirkley, A.
An evaluation of the apprehension, relocation, and surprise tests for anterior shoulder instability.
Am J Sports Med 32 (2004) 301-307
- [97] Ma, J., Cui, G.Q., Wang, J.Q., Xiao, J., Ao, Y.F., Yu, C.L.
[Arthroscopic treatment of recurrent anterior shoulder dislocation].
Zhonghua Wai Ke Za Zhi 46 (2008) 581-583
- [98] Maffet, M.W., Gartsman, G.M., Moseley, B.
Superior labrum-biceps tendon complex lesions of the shoulder.
Am J Sports Med 23 (1995) 93-98

- [99] Magee, T.
3-T MRI of the shoulder: is MR arthrography necessary?
AJR Am J Roentgenol 192 (2009) 86-92
- [100] Marshall, K.W., Marshall, D.L., Busch, M.T.
Shoulder pain in the adolescent athlete: a multidisciplinary diagnostic approach from the medical, surgical, and imaging perspectives.
Pediatr Radiol 40 (2010) 453-460
- [101] Marx, R.G., McCarty, E.C., Montemurno, T.D., Altchek, D.W., Craig, E.V., Warren, R.F.
Development of arthrosis following dislocation of the shoulder: a case-control study.
J Shoulder Elbow Surg 11 (2002) 1-5
- [102] Matsen, F.A., 3rd, Chebli, C., Lippitt, S.
Principles for the evaluation and management of shoulder instability.
J Bone Joint Surg Am 88 (2006) 648-659
- [103] Matsen, F.A., Lippitt, S., Sidles, J., Harryman, D.
Practical Evaluation and Management of the Shoulder
W.B. Saunders, Philadelphia (1994)
- [104] Mazzocca, A.D., Brown, F.M., Jr., Carreira, D.S., Hayden, J., Romeo, A.A.
Arthroscopic anterior shoulder stabilization of collision and contact athletes.
Am J Sports Med 33 (2005) 52-60
- [105] McCall, D., Safran, M.R.
Injuries about the shoulder in skiing and snowboarding.
Br J Sports Med 43 (2009) 987-992
- [106] McFarland, E.G., Campbell, G., McDowell, J.
Posterior shoulder laxity in asymptomatic athletes.
Am J Sports Med 24 (1996) 468-471

- [107] Medenica, I., Radunovic, A., Madzarac, D., Zoric, M., Bokonjic, D., Stojkovic, B.
[Arthroscopic findings after shoulder dislocation].
Vojnosanit Pregl 66 (2009) 517-521
- [108] Meister, K.
Injuries to the shoulder in the throwing athlete. Part one:
Biomechanics/pathophysiology/classification of injury.
Am J Sports Med 28 (2000) 265-275
- [109] Morgan, C.D., Rames, R.D., Snyder, S.J.
Anatomical variations of the glenohumeral ligaments. Annual Meeting of the
American Academy of Orthopaedic Surgeons.
In: Snyder, S.J.: Shoulder Arthroscopy. McGraw-Hill New York St. Louis San
Francisco Anaheim, California, USA (1991)
- [110] Neviasser, T.J.
The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of
anterior instability of the shoulder.
Arthroscopy 9 (1993) 17-21
- [111] Neviasser, T.J.
The GLAD lesion: another cause of anterior shoulder pain.
Arthroscopy 9 (1993) 22-23
- [112] Ng, A.W., Chu, C.M., Lo, W.N., Lai, Y.M., Kam, C.K.
Assessment of capsular laxity in patients with recurrent anterior shoulder
dislocation using MRI.
AJR Am J Roentgenol 192 (2009) 1690-1695
- [113] Nomden, J.G., Slagers, A.J., Bergman, G.J., Winters, J.C., Kropmans, T.J., Dijkstra, P.U.
Interobserver reliability of physical examination of shoulder girdle.
Man Ther 14 (2009) 152-159
- [114] Norlin, R.

- Intraarticular pathology in acute, first-time anterior shoulder dislocation: an arthroscopic study.
Arthroscopy 9 (1993) 546-549
- [115] Nyffeler, R.W., Sheikh, R., Atkinson, T.S., Jacob, H.A.C., Favre, P., Gerber, C.
Effects of glenoid component version on humeral head displacement and joint reaction forces: An experimental study.
J Shoulder Elbow Surg 15 (2006) 625-629
- [116] O'Brien, S.J., Neves, M.C., Arnoczky, S.P., Rozbruch, S.R., Dicarlo, E.F., Warren, R.F., Schwartz, R., Wickiewicz, T.L.
The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder.
Am J Sports Med 18 (1990) 449-456
- [117] O'Brien, S.J., Pagnani, M.J., Fealy, S., McGlynn, S.R., Wilson, J.B.
The active compression test: a new and effective test for diagnosing labral tears and acromioclavicular joint abnormality.
Am J Sports Med 26 (1998) 610-613
- [118] O'Connell, P.W., Nuber, G.W., Mileski, R.A., Lautenschlager, E.
The contribution of the glenohumeral ligaments to anterior stability of the shoulder joint.
Am J Sports Med 18 (1990) 579-584
- [119] Owens, B., Duffey ML, DeBerardino TM, Cameron, KL
Physical Findings in young athletes correlate with history of shoulder instability.
Orthopedics 34 (2011) 460-464
- [120] Owens, B.D., Dawson, L., Burks, R., Cameron, K.L.
Incidence of shoulder dislocation in the United States military: demographic considerations from a high-risk population.
J Bone Joint Surg Am 91 (2009) 791-796

- [121] Owens, B.D., DeBerardino, T.M., Nelson, B.J., Thurman, J., Cameron, K.L., Taylor, D.C., Uhorchak, J.M., Arciero, R.A.
Long-term follow-up of acute arthroscopic Bankart repair for initial anterior shoulder dislocations in young athletes.
Am J Sports Med 37 (2009) 669-673
- [122] Owens, B.D., Duffey, M.L., Nelson, B.J., DeBerardino, T.M., Taylor, D.C., Mountcastle, S.B.
The incidence and characteristics of shoulder instability at the United States Military Academy.
Am J Sports Med 35 (2007) 1168-1173
- [123] Palmer, W.E., Brown, J.H., Rosenthal, D.I.
Labral-ligamentous complex of the shoulder: evaluation with MR arthrography.
Radiology 190 (1994) 645-651
- [124] Perthes, G.
Über Operationen bei habitueller Schulterluxation.
Dtsch Z Chir 85 (1906) 199-222
- [125] Petrera, M., Patella, V., Patella, S., Theodoropoulos, J.
A meta-analysis of open versus arthroscopic Bankart repair using suture anchors.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 18 (2010) 1742-1747
- [126] Randelli, P., Taverna, E.
Primary anterior shoulder dislocation in young athletes: fix them!
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 17 (2009) 1404-1405
- [127] Regauer, M., Mutschler, W., *Schulterluxation*, in Chirurgie Basisweiterbildung, K.-W. Jauch, W. Mutschler, and M.W. Wichmann, Hrsg. (2007) Springer: Heidelberg. p. 433-440.
- [128] Rhee, Y.G., Cho, N.S., Cho, S.H.
Traumatic anterior dislocation of the shoulder: factors affecting the progress of the traumatic anterior dislocation.

- [129] Rhee, Y.G., Ha, J.H., Cho, N.S.
Anterior shoulder stabilization in collision athletes: arthroscopic versus open Bankart repair.
Am J Sports Med 34 (2006) 979-985
- [130] Robinson, C.M., Howes, J., Murdoch, H., Will, E., Graham, C.
Functional outcome and risk of recurrent instability after primary traumatic anterior shoulder dislocation in young patients.
J Bone Joint Surg Am 88 (2006) 2326-2336
- [131] Rockwood, C.A.J., Matsen, F.A.I., Wirth, M.A., Lippitt, S.B.
The Shoulder
Saunders, Philadelphia (2009)
- [132] Rockwood, C.J., Matsen, F.I.
The Shoulder
WB Saunders, Philadelphia (1990)
- [133] Rodosky, M.W., Harner, C.D., Fu, F.H.
The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder.
Am J Sports Med 22 (1994) 121-130
- [134] Rowe, C.R., Patel, D., Southmayd, W.W.
The Bankart procedure: a long-term end-result study.
J Bone Joint Surg Am 60 (1978) 1-16
- [135] Rowe, C.R., Zarins, B.
Recurrent transient subluxation of the shoulder.
J Bone Joint Surg Am 63 (1981) 863-872
- [136] Rowe, C.R., Zarins, B.
Chronic unreduced dislocations of the shoulder.

J Bone Joint Surg Am 64 (1982) 494-505

- [137] Sauers, E.L., Borsa, P.A., Herling, D.E., Stanley, R.D.
Instrumented measurement of glenohumeral joint laxity and its relationship to passive range of motion and generalized joint laxity.
Am J Sports Med 29 (2001) 143-150
- [138] Scheibel, M., Imhoff, A.
Definition, Klassifikation und klinische Diagnostik der instabilen Schulter.
Arthroskopie 17 (2004) 139-145
- [139] Scheibel, M., Tsynman, A., Magosch, P., Schroeder, R.J., Habermeyer, P.
Postoperative subscapularis muscle insufficiency after primary and revision open shoulder stabilization.
Am J Sports Med 34 (2006) 1586-1593
- [140] Schneeberger, A.G., Hersche, O., Gerber, C.
[The unstable shoulder. Classification and therapy].
Unfallchirurg 101 (1998) 226-231
- [141] Shah, A., Karadsheh, MS, Sekiya, JK
Failure of operative treatment for glenohumeral instability: etiology and management.
Arthroscopy (2011) 681-694
- [142] Silliman, J.F., Hawkins, R.J.
Classification and physical diagnosis of instability of the shoulder.
Clin Orthop Relat Res (1993) 7-19
- [143] Simonet, W.T., Cofield, R.H.
Prognosis in anterior shoulder dislocation.
Am J Sports Med 12 (1984) 19-24
- [144] Spatschil, A., Landsiedl, F., Anderl, W., Imhoff, A., Seiler, H., Vassilev, I., Klein, W., Boszotta, H., Hoffmann, F., Rupp, S.

Posttraumatic anterior-inferior instability of the shoulder: arthroscopic findings and clinical correlations.

Arch Orthop Trauma Surg 126 (2006) 217-222

- [145] Speer, K.P., Deng, X., Borrero, S., Torzilli, P.A., Altchek, D.A., Warren, R.F.
Biomechanical evaluation of a simulated Bankart lesion.
J Bone Joint Surg Am 76 (1994) 1819-1826
- [146] Speer, K.P., Hannafin, J.A., Altchek, D.W., Warren, R.F.
An evaluation of the shoulder relocation test.
Am J Sports Med 22 (1994) 177-183
- [147] Steinbach, L.S.
MRI of shoulder instability.
Eur J Radiol 68 (2008) 57-71
- [148] Sugaya, H., Moriishi, J., Dohi, M., Kon, Y., Tsuchiya, A.
Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability.
J Bone Joint Surg Am 85-A (2003) 878-884
- [149] Takase, K., Yamamoto, K.
Intraarticular lesions in traumatic anterior shoulder instability: a study based on the results of diagnostic imaging.
Acta Orthop 76 (2005) 854-857
- [150] Takubo, Y., Horii, M., Kurokawa, M., Mikami, Y., Tokunaga, D., Kubo, T.
Magnetic resonance imaging evaluation of the inferior glenohumeral ligament: non-arthrographic imaging in abduction and external rotation.
J Shoulder Elbow Surg 14 (2005) 511-515
- [151] Tauber, M., Resch, H., Forstner, R., Raffl, M., Schauer, J.
Reasons for failure after surgical repair of anterior shoulder instability.
J Shoulder Elbow Surg 13 (2004) 279-285
- [152] Taylor, D.C., Arciero, R.A.

- Pathologic changes associated with shoulder dislocations. Arthroscopic and physical examination findings in first-time, traumatic anterior dislocations.
Am J Sports Med 25 (1997) 306-311
- [153] Tirman, P.F., Stauffer, A.E., Crues, J.V., 3rd, Turner, R.M., Nottage, W.M., Schobert, W.E., Rubin, B.D., Janzen, D.L., Linares, R.C.
Saline magnetic resonance arthrography in the evaluation of glenohumeral instability.
Arthroscopy 9 (1993) 550-559
- [154] Tischer, T., Anetzberger, H., Müller-Gerbl, M., Imhoff, A.B.
Arthroskopisch relevante Anatomie der Schulterinstabilität.
Arthroskopie 17 (2004) 133-138
- [155] Tischer, T., Vogt, S., Imhoff, A.B.
[Arthroscopic stabilization of the shoulder with suture anchors with special reference to the deep anterior-inferior portal (5.30 o'clock)].
Oper Orthop Traumatol 19 (2007) 133-154
- [156] Toker, S., Soyucen, E., Gulcan, E., Kabay, S., Ozbek, O., Ozveren, O., Aksakalli, E., Cimbiz, A.
Presentation of two cases with hypermobility syndrome and review of the related literature.
Eur J Phys Rehabil Med 46 (2010) 89-94
- [157] Trepel, M.
Neuroanatomie Struktur und Funktion
Urban & Fischer, Elsevier, München (2004)
- [158] Turkel, S.J., Panio, M.W., Marshall, J.L., Girgis, F.G.
Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint.
J Bone Joint Surg Am 63 (1981) 1208-1217
- [159] Tzannes, A., Paxinos, A., Callanan, M., Murrell, G.A.

An assessment of the interexaminer reliability of tests for shoulder instability.
J Shoulder Elbow Surg 13 (2004) 18-23

- [160] Vangsness, C.T., Jr., Ennis, M., Taylor, J.G., Atkinson, R.
Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa.
Arthroscopy 11 (1995) 180-184
- [161] von Eisenhart-Rothe, R., Englert, C., Greiner, S., Irlenbusch, U., Jehmlich, S., Kasten, P., Kircher, J., Kirchhoff, C., Klinger, H., Kusma, M., Lehmann, L., Liem, D., Magosch, P., Marquardt, B.
Untersuchungstechniken des Schultergelenks.
Obere Extremität 7 (2012) 3-68
- [162] Waldt, S., Burkart, A., Imhoff, A.B., Bruegel, M., Rummeny, E.J., Woertler, K.
Anterior shoulder instability: accuracy of MR arthrography in the classification of anteroinferior labroligamentous injuries.
Radiology 237 (2005) 578-583
- [163] Waldt, S., Rummeny, E.J.
[Magnetic resonance imaging of glenohumeral instability].
Rofo 178 (2006) 590-599
- [164] Warner, J.J., Bowen, M.K., Deng, X., Torzilli, P.A., Warren, R.F.
Effect of joint compression on inferior stability of the glenohumeral joint.
J Shoulder Elbow Surg 8 (1999) 31-36
- [165] Warner, J.J.P., Caborn, D.N.M., Berger, R., Fu, F.H., Seel, M.
Dynamic capsuloligamentous anatomy of the glenohumeral joint.
J Shoulder Elbow Surg 2 (1993) 115-133
- [166] Wiedemann, E., Jager, A., Nebelung, W.
[Pathomorphology of shoulder instability].
Orthopade 38 (2009) 16-20, 22-13

- [167] Wiedemann, E., Löhner, J.F., *Pathologie und Pathomechanik der Schulter*, in *Schulterchirurgie*, P. Habermeyer, Hrsg. (2002) Urban & Fischer, Elsevier: München. p. 21-44.
- [168] Williams, M.M., Snyder, S.J., Buford, D., Jr.
The Buford complex--the "cord-like" middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: a normal anatomic capsulolabral variant.
Arthroscopy 10 (1994) 241-247
- [169] Woertler, K., Waldt, S.
MR imaging in sports-related glenohumeral instability.
Eur Radiol 16 (2006) 2622-2636
- [170] Wortler, K.
[Shoulder injuries in overhead sports.].
Radiologe (2010) 453-459
- [171] Yamamoto, N., Sano, H., Itoi, E.
Conservative treatment of first-time shoulder dislocation with the arm in external rotation.
J Shoulder Elbow Surg 19 (2010) 98-103
- [172] Yeap, J.S., Lee, D.J., Fazir, M., Borhan, T.A., Kareem, B.A.
The epidemiology of shoulder dislocations in Malaysia.
Med J Malaysia 59 Suppl F (2004) 19-23
- [173] Yiannakopoulos, C.K., Mataragas, E., Antonogiannakis, E.
A comparison of the spectrum of intra-articular lesions in acute and chronic anterior shoulder instability.
Arthroscopy 23 (2007) 985-990
- [174] Zacchilli, M.A., Owens, B.D.
Epidemiology of shoulder dislocations presenting to emergency departments in the United States.
J Bone Joint Surg Am 92 (2010) 542-549

- [175] Zeiler, C., Wiedemann, E., Brunner, U.H., Mutschler, W.
Schulterdiagnostik Was ist möglich - was ist sinnvoll?
Trauma Berufskrankh 5 (Suppl 1) (2003) S108-S113
- [176] Zhu, X., Huang, F.
[Biomechanical evaluation of glenohumeral ligament in holding anterior stability
of shoulder joint].
Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi 21 (2007) 1175-1178

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schnittanatomie des rechten Schultergelenks	12
Abbildung 2: Blick auf ein rechtes Schultergelenk von kranial zur Demonstration des TGHI	16
Abbildung 3: „pear shaped“ Glenoid, knöcherner Bankart-Läsion, „inverted-pear shaped“ Glenoid	17
Abbildung 4: Schematische Darstellung des IGHL in 90° Abduktion und IRO bzw. ARO	18
Abbildung 5: Klassifikation der Bankart-Läsion und seiner Varianten	25
Abbildung 6: Apprehension-Test mit Winkelgradmessung der Abduktion	40
Abbildung 7: Relocation-Test mit Winkelgradmessung der Abduktion	40
Abbildung 8: Zeichnung eines rechten Schultergelenks mit Ziffernblatt	41
Abbildung 9: Arthroskopie einer rechten Schulter: Bankart-Läsion 3:00 – 6:00 Uhr	41

9 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Studienalgorithmus	43
Diagramm 2: Prozentuale Altersverteilung der Studienteilnehmer	44
Diagramm 3: Apprehension-Test mit Daumendruck vs. Apprehension-Test ohne Daumendruck	53
Diagramm 4: Apprehension-Test mit Daumendruck: A / B	56
Diagramm 5: Apprehension-Test mit Daumendruck: A / C	57
Diagramm 6: Apprehension-Test mit Daumendruck: B / C	57
Diagramm 7: Apprehension-Test mit Daumendruck, Stundenanzahl – Abduktionsgrad: C	60
Diagramm 8: Apprehension-Test mit Daumendruck, kraniale Uhrzeit – Abduktionsgrad: C	61
Diagramm 9: Apprehension-Test mit Daumendruck, kaudale Uhrzeit – Abduktionsgrad: C	61

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anatomische Varianten der glenohumeralen Ligamente	14
Tabelle 2: Beighton-Hypermobilitäts-Score	28
Tabelle 3: Einteilung des Translationsgrades nach Hawkins	29
Tabelle 4: Einteilung des Sulcus-Zeichens nach Altcheck	30
Tabelle 5: Rowe-Score	32
Tabelle 6: Interpretationshilfe von κ	42
Tabelle 7: Interpretationshilfe von r_s	43
Tabelle 8: Mann-Whitney Test: Gagey-Test - Beighton-Score	46
Tabelle 9: Mann-Whitney Test: Sulcus-Zeichen - Beighton-Score	46
Tabelle 10: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade, Apprehension-Test mit Daumendruck.....	47
Tabelle 11: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade, Apprehension-Test ohne Daumendruck.....	49
Tabelle 12: Untersucherabhängige Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abduktionsgrade, Relocation-Test	50
Tabelle 13: Apprehension-Test mit Daumendruck: A	59
Tabelle 14: Apprehension-Test mit Daumendruck: B	60
Tabelle 15: Apprehension-Test mit Daumendruck: C	60
Tabelle 16: Apprehension-Test ohne Daumendruck: A	62
Tabelle 17: Apprehension-Test ohne Daumendruck: B	62
Tabelle 18: Apprehension-Test ohne Daumendruck: C	63
Tabelle 19: Relocation-Test: A	63
Tabelle 20: Relocation-Test: B	64
Tabelle 21: Relocation-Test: C	64
Tabelle 22: Apprehension-Test mit Daumendruck: A, Re-Stabilisierungen exkludiert	65
Tabelle 23: Apprehension-Test mit Daumendruck: B, Re-Stabilisierungen exkludiert	65
Tabelle 24: Apprehension-Test mit Daumendruck: C, Re-Stabilisierungen exkludiert	65
Tabelle 25: Apprehension-Test ohne Daumendruck: A, Re-Stabilisierungen exkludiert	66
Tabelle 26: Apprehension-Test ohne Daumendruck: B, Re-Stabilisierungen exkludiert	66
Tabelle 27: Apprehension-Test ohne Daumendruck: C, Re-Stabilisierungen exkludiert	66
Tabelle 28: Relocation-Test: A, Re-Stabilisierungen exkludiert	67
Tabelle 29: Relocation-Test: B, Re-Stabilisierungen exkludiert	67
Tabelle 30: Relocation-Test: C, Re-Stabilisierungen exkludiert	67
Tabelle 31: Apprehension-Test mit Daumendruck: A, hyperlaxe Patienten exkludiert	68
Tabelle 32: Apprehension-Test mit Daumendruck: B, hyperlaxe Patienten exkludiert	69
Tabelle 33: Apprehension-Test mit Daumendruck: C, hyperlaxe Patienten exkludiert	69
Tabelle 34: Apprehension-Test ohne Daumendruck: A, hyperlaxe Patienten exkludiert	70
Tabelle 35: Apprehension-Test ohne Daumendruck: B, hyperlaxe Patienten exkludiert	70

Tabelle 36: Apprehension-Test ohne Daumendruck: C, hyperlaxe Patienten exkludiert	70
Tabelle 37: Relocation-Test: A, hyperlaxe Patienten exkludiert.....	71
Tabelle 38: Relocation-Test: B, hyperlaxe Patienten exkludiert.....	71
Tabelle 39: Relocation-Test: C, hyperlaxe Patienten exkludiert	71

11 Danksagung

"Wollt Ihr mir von der Medizin
Nicht auch ein kräftig Wörtchen sagen?
Drei Jahr' ist eine kurze Zeit,
Und Gott! das Feld ist gar zu weit.
Wenn man einen Fingerzeig nur hat,
Läßt sich's schon eher weiter fühlen."

Johann Wolfgang von Goethe, Faust, Tragödie erster Teil

Ich bedanke mich ganz herzlich bei allen, die mich auf der Suche nach diesem Fingerzeig unterstützt haben:

Herrn Prof. Dr. Andreas B. Imhoff für die Überlassung des Themas, meinen Betreuern Herrn Privatdozent Dr. Peter Brucker und Privatdozent Dr. Chlodwig Kirchhoff für die wissenschaftliche Beratung und Begleitung meiner Arbeit sowie allen Patienten, die an der Studie teilgenommen haben.

12 Lebenslauf

Name: Eva-Leena Zenk

Geburtsdatum: 11.04.1983

Geburtsort: Soest

Konfession: evangelisch

Staatsangehörigkeit: deutsch

Wohnort: Heidelberg

Eltern: Dr. Ulrike und Gerhard Zenk

Schulische Ausbildung:

1993-2002 Mariengymnasium, Erzbistum Paderborn, Arnsberg

Studium:

2002-2004 Ludwig-Maximilians-Universität München, Studium der Rechtswissenschaft

2004-2011 Technische Universität München, Studium der Humanmedizin

Juli 2013 Promotionsantrag an die Medizinische Fakultät der Technischen Universität München

Beruflicher Werdegang:

09.12.2011 Ärztliche Prüfung

13.12.2011 Approbation

seit 01.04.2012 Assistenzärztin Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg, Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier

Mitgliedschaften

Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA)



Heidelberg, den 01.07.13

13 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die bei der promotionsführenden Einrichtung der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel:

„Quantitativer Apprehension-Test. Prospektive Evaluation eines neuen klinischen Tests zur Beurteilung des Schadensausmaßes nach traumatischer anteroinferiorer Schulterluxation“

in der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie, Klinikum Rechts der Isar, München, unter der Anleitung und Betreuung durch PD Dr. Peter Brucker und PD Dr. Chlodwig Kirchhoff

ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß § 6 Abs. 6 und 7 Satz 2 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen und Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht, oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt.

Ich habe die Dissertation in dieser oder ähnlicher Form in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.

Die vollständige Dissertation wurde in veröffentlicht. Die promotionsführende Einrichtung hat der Vorveröffentlichung zugestimmt.

Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.

Ich habe bereits am bei der Fakultät für der Hochschule unter Vorlage einer Dissertation mit dem Thema die Zulassung zur Promotion beantragt mit dem Ergebnis:

..... Die öffentlich zugängliche Promotionsordnung der TUM ist mir bekannt, insbesondere habe ich die Bedeutung von § 28 (Nichtigkeit der Promotion) und § 29 (Entzug des Doktorgrades) zur Kenntnis genommen. Ich bin mir der Konsequenzen einer falschen Eidesstattlichen Erklärung bewusst.

Mit der Aufnahme meiner personenbezogenen Daten in die Alumni-Datei bei der TUM bin ich

einverstanden, nicht einverstanden.

Eva-Kenna Fuh

Heidelberg, den 01.07.13