



Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München

Abteilung für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar

Langzeitergebnisse nach arthroskopischer Schulterstabilisierung

Julia Monika Juretzko

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

Vorsitzender: Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Priv.- Doz. Dr. St. W. Vogt

2. Prof. Dr. A. B. Imhoff

Die Dissertation wurde am 23.11.2015 bei der Technischen Universität eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 25.01.2017 angenommen.

Zusammenfassung

Die Entwicklung einer sekundären Omarthrose nach Schulterinstabilität ist eine bereits bekannte Langzeitkomplikation. Sie wurde sowohl nach offenen Stabilisierungsverfahren als auch nach konservativer Therapie beobachtet. In Bezug auf arthroskopische Verfahren existieren bisher nur wenige Daten.

Wir postulierten, dass sich eine glenohumerale Arthrose nach einer arthroskopischen Bankart-Operation weniger häufig entwickeln wird, als nach einem offenen Vorgehen.

In dieser Studie wurden 96 Patienten (100 Schultern) durchschnittlich 13 Jahren (156 Monaten) nach einer arthroskopischen Bankartoperation klinisch und radiologisch nachuntersucht. Zur klinischen Evaluation wurden der Rowe-, ASES- und der Constant-Score erhoben, sowie die Beweglichkeit (Außenrotation) der betroffenen Schulter gemessen. Die Röntgenbilder (AP, lat.) wurden von einem Schulterchirurgen und einer erfahrenen Radiologin nach der Samilson-Prieto-Klassifikation beurteilt.

21% der Patienten erlitten nach der Operation eine Reluxation. Bei der Nachuntersuchung zeigten sich im Rowe-Score durchschnittlich 90 Punkte, im ASES-Score 91,7 und im Constant Score 91,5 Punkte. Die Patienten zeigten im Durchschnitt ein Aussenrotationsdefizit von $5,5^\circ$ in 0° Abduktion und von $5,0^\circ$ in 90° Abduktion im Vergleich zur Gegenseite.

Radiologisch wurde bei 31% der Patienten keine Arthrose festgestellt. 41% zeigten eine Grad I-Arthrose, 16% eine Grad II und 12% eine Grad III-Arthrose. Der Grad der Arthrose korrelierte mit der Zahl der präoperativen Luxationen ($p=0,016$), mit der verwendeten Ankerzahl ($p=0,001$) und mit dem Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Operation ($p=0,002$).

Arthrose, 13 Jahre nach einer arthroskopischen Schulterstabilisierung, ist häufig anzutreffen. Die Prävalenz der Arthrose ist dabei vergleichbar mit der nach offenen Verfahren. Die degenerativen Veränderungen sind jedoch milde und werden vom Patienten gut toleriert.

Als Prävention der sekundären Omarthrose scheint vor allem die Vermeidung präoperativer Luxationen im Vordergrund zu stehen. Außerdem sollte das verwendete intraartikuläre Fremdmaterial auf das Notwendigste minimiert werden.

Limitierend muss die inkomplette präoperative Bildgebung, sowie eine mögliche Selektion des Patientenguts erwähnt werden.

Abstract

Glenohumeral osteoarthritis is a well-known long-term complication after shoulder-instability. Osteoarthritic changes are a common finding after open surgery as well as after conservative therapy. However, there is a lack of information on long-term radiographic outcome after arthroscopic Bankart procedure.

We hypothesised that glenohumeral osteoarthritis will develop less frequently after arthroscopic Bankart repair compared to reports on open repair in the literature.

100 (96 patients) out of 180 shoulders, who fulfilled the inclusion criteria, were clinically and radiologically examined 13 years (156 months) after arthroscopic Bankart-repair. True AP and lateral radiographs were obtained to evaluate the prevalence and grade of osteoarthritis according to the Samilson classification. Patients were assessed by the Rowe, Constant- and ASES Score and examined for passive external rotation deficits.

Twenty-one (21 %) patients sustained a recurrent dislocation. The Rowe-Score was on average at 90, ASES-Score at 91,7 and the Constant-Score was at 91,5. In 0° abduction the external rotation deficit was at 5,5° and in 90° abduction at 5,0° in comparison to the opposite site.

Overall, 31% of the patients showed no evidence of glenohumeral osteoarthritis in the radiological exam. 41% presented mild, 16% moderate and 12% severe degenerative changes. The grade of osteoarthritis correlated with the number of pre-operative dislocations ($p=0,016$), the number of anchors used ($p=0,001$) and with the age of the patient at surgery ($p=0,002$).

Glenohumeral osteoarthritis 13 years after arthroscopic Bankart repair has a high prevalence but is comparable to the results after open surgery or conservative treatment. The degenerative changes are often mild and well tolerated by the patient.

Avoiding preoperative dislocation seems to be rather important to prevent dislocation arthropathy than the surgical procedure itself. Furthermore, the foreign material used for stabilization should be minimized.

The incomplete preoperative imaging and the possibility of selection bias should be mentioned as limiting factors.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	9
1.1. Anatomie des Schultergelenks	10
1.1.1. Knöcherne Strukturen der Schulter.....	10
1.1.2. Beweglichkeit und Stabilisatoren im Schultergelenk	10
1.1.3. Passive/Statische Stabilisatoren	11
1.1.4. Aktive/ Dynamische Stabilisatoren	17
1.2. Schulterinstabilität	19
1.2.1. Einteilung der Schulterinstabilitäten.....	19
1.2.2. Pathogenese der Schulterluxation	21
1.2.3. Pathologische Veränderungen nach Luxation	21
1.2.4. Sekundäre Omarthrose als Langzeitfolge einer Schulterinstabilität..	28
1.3. Diagnostik	30
1.3.1. Anamnese.....	30
1.3.2. Körperliche Untersuchung	30
1.3.3. Bildgebung.....	34
1.4. Therapie	36
1.4.1. Operationsindikation.....	36
1.4.2. Operationstechniken	37
2. Material und Methoden	39
2.1. Ein- und Ausschlusskriterien	39
2.2. Patientenkollektiv	39
2.3. Operationstechnik	39
2.4. Nachbehandlung	41
2.5. Instrumente	41
2.5.1. Fragebogen.....	42
2.5.2. Klinische Untersuchung.....	43
2.5.3. Röntgenbildgebung.....	43
2.6. Statistische Auswertung.....	45
3. Ergebnisse und Auswertung	46
3.1. Follow-up.....	46
3.2. Dominanz, Seitenverteilung und Ankertyp	46
3.3. Altersverteilung bei Operation.....	48
3.4. Altersverteilung bei Erstluxation, Instabilitätsintervall und Luxationszahl	48
3.5. Luxationsrezidiv	48
3.6. Patientenzufriedenheit, subjektive Instabilität und Schmerz.....	49
3.7. Scores.....	50
3.7.1. Rowe-Score.....	50
3.7.2. Constant-Score.....	51

3.7.3. Dawson-12-Q und ASES-Score.....	52
3.8. Außenrotationseinschränkung	52
3.9. Sekundäre Omarthrose und ihre Risikofaktoren.....	53
3.9.1. Arthrose und Alter	53
3.9.2. Arthrose und Luxationszahl.....	55
3.9.3. Arthrose und Zahl der Anker	56
3.9.4. Arthrose und Ankertyp	58
3.9.5. Arthrose und Ergebnis im Constant-Score	58
3.9.6. Arthrose und Re-Instabilität.....	59
3.9.7. Arthrose und Instabilitätsintervall	60
3.9.8. Arthrose und Außenrotationseinschränkung	61
4. Diskussion	63
4.1. Aktuelle Datenlage	63
4.2. Ergebnisse	64
4.2.1. Allgemein.....	64
4.2.2. Luxationsrezidiv	65
4.2.3. Patientenzufriedenheit	65
4.2.4. Scores.....	66
4.2.5. Außenrotationseinschränkung	67
4.3. Arthrose	67
4.3.1. Arthrose und Alter	68
4.3.2. Arthrose und Luxationszahl.....	69
4.3.3. Arthrose und Instabilitätsintervall	70
4.3.4. Arthrose und Anker	70
4.3.5. Arthrose und Constant-Score.....	71
4.3.6. Arthrose und Re-Instabilität.....	72
4.3.7. Arthrose und Außenrotationseinschränkung	72
4.4. Limitationen.....	73
5. Zusammenfassung und Ausblick	74
5.1. Zusammenfassung	74
5.2. Ausblick	75
A. Anhang	76
a. Abbildungsverzeichnis	76
b. Literaturverzeichnis	78

Nomenklatur

Formelzeichen	Einheit	Kurzbezeichnung
t	s	Zeit
v	m/s	Geschwindigkeit
x	m	Weg
n		Anzahl
f	$N=kg \times m/s^2$	Kraft
y		Jahre

Abkürzungsverzeichnis

A	anterior
A.	Arterie
Abb.	Abbildung
ABD	Abduktion
ACG	Acromioclaviculargelenk
ADD	Adduktion
ADL	Activity of Daily Life (Alltagsaktivitäten)
ALPSA	Anterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion
ARO	Außenrotation
ASES	American Shoulder and Elbow Surgeons
CHL	CoracoHumerales Ligament
CT	Computer Tomographie
GLAD	GlenoLabral Articular Disruption
HAGL	Humeral Avulsion of the Glenohumeral Ligaments
IGHL	Inferiores Gleno-Humerales Ligament
IRO	Innenrotation
Lig.	Ligament
LBS	Lange-Bizeps-Sehne
SCG	Sterno-Clavicular-Gelenk
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
MGHL	Mediales Gleno-Humerales Ligament
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
P	posterior
PAFS	Peri-Artikuläres Faser-System
Proc.	Processus
SGHL	Superiores Gleno-Humerales Ligament

SLAP	Superior Labrum Anterior to Posterior
TGHI	Transversaler GlenoHumeraler Index
VAS	Visuelle Analog Scala

1. Einleitung und Problemstellung

Die anterior-inferiore Schulterinstabilität ist vor allem ein Problem des jungen und aktiven Patienten. Bereits 460 v. Chr. beschrieb Hippokrates die Therapie einer akuten anterioren Schulterluxation und schlug zur Vermeidung einer wiederkehrenden Instabilität die Vernarbung der vorderen Schulterstrukturen mittels Kauterisierung vor (Hippocrates & Adams, 1886).

Broca und Hartmann beschrieben schließlich 1890 den Abriss der Gelenkklippe als pathologisches Korrelat der Schulterinstabilität (Broca & Hartmann, 1890). Die Refixierung des Labrums und somit die Wiederherstellung der anatomischen Gegebenheiten wurde als operative Technik von Perthes beschrieben. Dieses Prinzip wurde von Bankart aufgegriffen und in der Technik weiter verfeinert. Er legte dabei großen Wert auf die Rekonstruktion des vorderen Kapsel-Labrum-Komplexes. Danach wurde eine Vielzahl von Operationstechniken erprobt und weiterentwickelt (z.B. Latarjet, Putti-Platt). (Bankart, 1923, 1938; Latarjet, 1954; Osmond-Clarke, 1948; Perthes, 1906)

Der technische Fortschritt und die Entwicklung immer bessere Instrumentarien, wie z.B. Fadenanker, verschaffte auch der Arthroskopie eine immer größere Bedeutung in der Therapie von Schulterinstabilitäten. Nach anfänglicher Skepsis hat sich die arthroskopische Schulterstabilisierung mittels Fadenanker durchgesetzt und gilt mittlerweile als Standardoperation in der Therapie der Schulterinstabilität. Die Ergebnisse hinsichtlich der Relaxationsrate und der Patientenzufriedenheit gelten als vergleichbar mit denen von offenen Bankart-Verfahren. (Bottoni, Smith, Berkowitz, Towle, & Moore, 2006; Cole, L'Insalata, Irrgang, & Warner, 2000; Harris et al., 2013)

Neben der Gewährleistung der Stabilität und Funktion der Schulter wird eine Schulterstabilisierungsoperation auch durchgeführt, um Langzeitfolgen, wie die Entwicklung einer sekundären Omarthrose zu vermeiden. Ein erhöhtes Auftreten von Arthrose wurde bisher sowohl nach konservativ behandelter Instabilität, als auch nach offenen Stabilisierungsverfahren beschrieben. Die Raten liegen hierbei, abhängig von der Operationstechnik bei bis zu 89%. Bei den offenen Bankart-Operationen wurden Arthroseraten bis 69% beobachtet (Allain, Goutallier, & Glorion, 1998; Berendes, Wolterbeek, Pilot, Verburg, & te Slaa, 2007; Fabre, Abi-Chahla, Billaud, Geneste, & Durandean, 2010; L. Hovelius & Saeboe, 2009; Rachbauer, Ogon, Wimmer, Sterzinger, & Huter, 2000; Rosenberg, Richmond, & Levine, 1995)

Zu den Langzeitfolgen nach arthroskopischer Bankart-Operation wurden bisher nur wenige Daten erhoben. In den bis dato veröffentlichten Studien zeigen sich Arthroseraten von 39% - 80%. (Castagna et al., 2010; Kavaja et al., 2012; Privitera, Bisson, & Marzo, 2012)

Ungeklärt bleibt weiterhin, ob das initiale Trauma, die Dauer des Instabilitätsintervalls oder das operative Vorgehen ursächlich für die Arthroseentwicklung sind. (Buscayret et al., 2004; L. Hovelius & Saeboe, 2009)

Ziel dieser Arbeit war es daher, klinische und radiologische Langzeitergebnisse der arthroskopischen Bankartoperation zu erheben. Weiterhin sollen potentielle Risikofaktoren für die Entstehung der Omarthrose evaluiert werden.

Wir stellten die Hypothese auf, dass es durch das minimal-invasive Vorgehen der arthroskopischen Operation nach Bankart, zu einer geringeren Traumatisierung des Gelenkes und in der Folge zu einer geringeren Arthroseinzidenz gegenüber den offenen Verfahren kommt.

1.1. Anatomie des Schultergelenks

Der Aufbau des Schultergelenks ermöglicht einen enormen Bewegungsumfang. Dies wird durch einen weiten Kapsel-Band-Apparat, eine differenzierte neuromuskuläre Steuerung und durch eine komplexe Biomechanik ermöglicht. Jedoch liegt hier auch die Ursache für das Auftreten spezifischer Verletzungsmuster.

1.1.1. Knöcherne Strukturen der Schulter

Das Schultergelenk setzt sich aus dem Oberarmknochen (Humerus), dem Schulterblatt (Scapula), sowie dem Schlüsselbein (Clavicula) zusammen. Durch die Clavicula und das Sternoclaviculargelenk besteht die einzige knöcherne Verbindung zum Thorax. Ansonsten wird der Schultergürtel lediglich muskulär stabilisiert.

1.1.2. Beweglichkeit und Stabilisatoren im Schultergelenk

Der große Bewegungsumfang im Schultergelenk wird unter anderem durch das Zusammenspiel mehrerer Einzelgelenke ermöglicht.

1. Das Glenohumeralgelenk (Articulatio glenohumerale)
2. Das Acromioclaviculargelenk = ACG (Articulatio acromioclaviculare)
3. Das Sternoclaviculargelenk = SCG (Articulatio sternoclaviculare)
4. Die thoraco-skapuläre Gleitschicht

Funktionell handelt es sich bei dem Glenohumeralgelenk um ein Kugelgelenk, das die Bewegung in drei Hauptachsen ermöglicht. Dabei ist die Kontaktfläche der beiden Gelenkpartner auf ein Minimum reduziert, um größtmögliche Beweglichkeit zu ermöglichen. (Gohlke, 2000)

Die Größe der Kontaktfläche der beiden Gelenkpartner zueinander ist dabei abhängig von der Armposition. Am größten stellt sie sich in einer mittleren Abduktion (60°-120°) dar. In den Extrempositionen hingegen ist sie verringert. (Soslowsky, Flatow, Bigliani, Pawluk, et al., 1992)

Die Bewegung um die Transversalachse wird als Ante- bzw. Retroversion bezeichnet. In der Sagittalachse spricht man von der Abduktion und Adduktion und in der Längsachse des Humerus von einer Innen- bzw. Außenrotation. Daneben finden auch Translationsbewegungen des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne statt. (Gohlke, 2000)

1.1.3. Passive/Statische Stabilisatoren

Die knöcherne Konfiguration stellt die Basis der Artikulation dar. Das Glenohumeralgelenk setzt sich aus der Gelenkpfanne (Cavitas glenoidalis) mit einer Fläche von ungefähr 6 cm^2 ($35 \times 25 \text{ mm}$) und dem Humeruskopf (Caput humeri) zusammen. Dieser weist einen Radius von etwa $2,5 - 3 \text{ cm}$ auf. Dies entspricht einer etwa viermal so großen Fläche (ca. 24 cm^2) wie die der Pfanne. (Soslowsky, Flatow, Bigliani, & Mow, 1992)

Um dieses Verhältnis darzustellen, wurde der Transversale Glenohumerale Index (TGHI) definiert, welcher im Mittel $0,64$ beträgt (Resch, 1989). Niedrigere Werte als $0,57$ sind mit einer erhöhten Disposition zur Instabilität des Schultergelenks vergesellschaftet. (Itoi, Lee, Berglund, Berge, & An, 2000; Weishaupt, Zanetti, Nyffeler, Gerber, & Hodler, 2000)

Die beiden Gelenkkörper sind zueinander nicht ganz kongruent (siehe Abb.: 1-1). Der Radius der Wölbung der Cavitas glenoidale stellt sich wenige Millimeter größer dar, als der Radius des Humeruskopfes. Dieser ähnelt an der zentralen Gelenkfläche einer Kugel und ist peripher elliptisch. (Iannotti, Gabriel, Schneck, Evans, & Misra, 1992)

Der hyaline Knorpelüberzug sorgt für eine größtmögliche Passgenauigkeit.

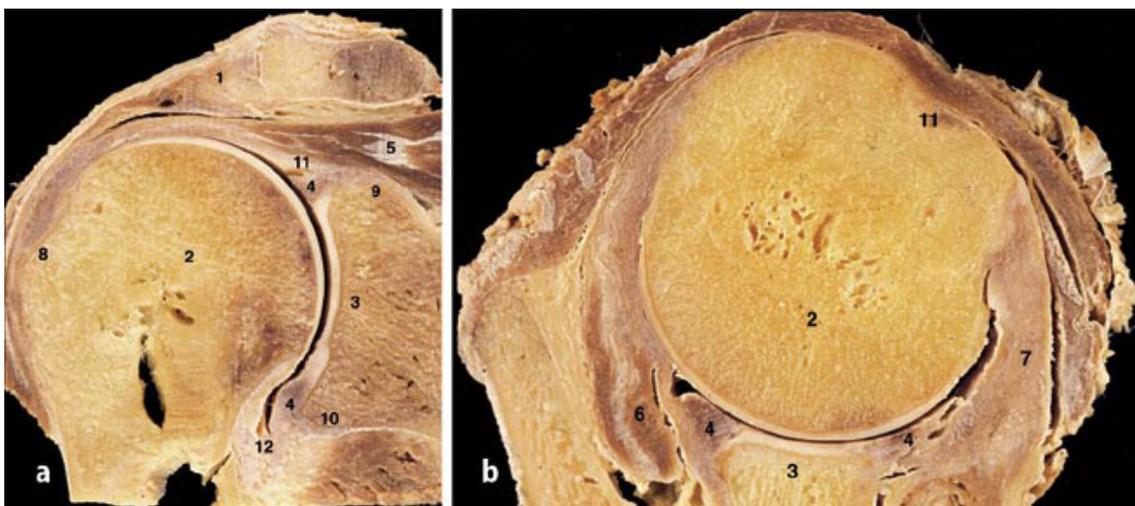


Abb.: 1-1 Schnittanatomie eines rechten Schultergelenks. a: Vertikalschnitt in der Skapulaebene, b: Transversalschnitt in Höhe der Spina scapulae.

1 Akromion, 2 Caput humeri, 3 Cavitas glenoidalis, 4 Labrum glenoidale, 5 M. supraspinatus, 6 M. infraspinatus, 7 M. subscapularis, 8 Tuberculum majus, 9 Tuberculum supraglenoidale, 10 Tuberculum infraglenoidale, 11 Caput longum M. biceps brachii, 12 Recessus axillaris (Tischer, Anetzberger, Müller-Gerbl, & Imhoff, 2004)

Die Cavitas glenoidale ist meist birnenförmig angelegt, wobei die Knorpeldicke zentral am geringsten ist und zum Rand hin zunimmt. Zum Teil findet sich zentral ein Fleck ohne Knorpelüberzug, der als „bare spot“ bezeichnet wird. (Warner et al., 1998)

Die Form der Cavitas glenoidale zeigt sich recht variabel und kann in 3 Typen eingeteilt werden. Die häufigste Variante, Typ Ia (59%) stellt sich tropfenförmig oder birnenförmig mit einer Inzisur im vorderen Bereich dar. Bei dem Typ Ib (29%) fehlt hingegen diese Inzisur. Eine fast ovale Form der Cavitas findet sich bei dem am seltensten vorkommenden Typ II (12%). (Anetzberger & Putz, 1996)

Der Humeruskopf ist gegenüber der Schaftachse um einen Winkel von ungefähr 130°- 150° geneigt und zur Kondylenebene des distalen Humerus um etwa 30°- 45° torquiert (Retroversion) (Saha, 1971). Andere Untersuchungen berichten von einer sehr großen Variabilität des Retroversionswinkels (Dähnert & Bernd, 1986).

Angaben zum Neigungswinkel der Cavitas glenoidale gehen in der Literatur weit auseinander. Jedoch konnte beobachtet werden, dass eine dorsale Schulterinstabilität häufig mit einer vermehrten Retroversion des Glenoids vergesellschaftet ist (Hirschfelder & Kirsten, 1991).

1.1.3.1. Das Labrum Glenoidale

Die Gelenkklippe, die am Pfannenrand der Cavitas glenoidale ansetzt und diese konzentrisch umfasst, ist etwa 4 mm breit und wird als Labrum glenoidale bezeichnet. Sie ist aus dicht aneinander liegenden, kollagenen Faserbündeln aufgebaut und ermöglicht eine Vergrößerung der Konkavität der Pfanne um etwa 50 % (Howell & Galinat, 1989). Zusätzlich wird dabei auch die Kontaktfläche der Gelenkpartner vergrößert (Habermeier et al., 2010). Die Gelenkklippe fungiert aber auch als Widerlager bei auftretenden Querdehnungen des Gelenkknorpels (Pauwels, 1965).

Die kollagenen Fasern des Labrums sind sowohl zirkulär, als auch radiär angeordnet (siehe Abb.: 1-2), wobei der Großteil ringförmig angeordnet ist und die wenigen, in den Knorpel einstrahlenden, radiär verlaufenden Fasern, bei Zug- und Druckbelastungen leicht abscheren können. (W. Huber & Putz, 1997; Tamai, Okinaga, Ohtsuka, & Inokuchi, 1986)

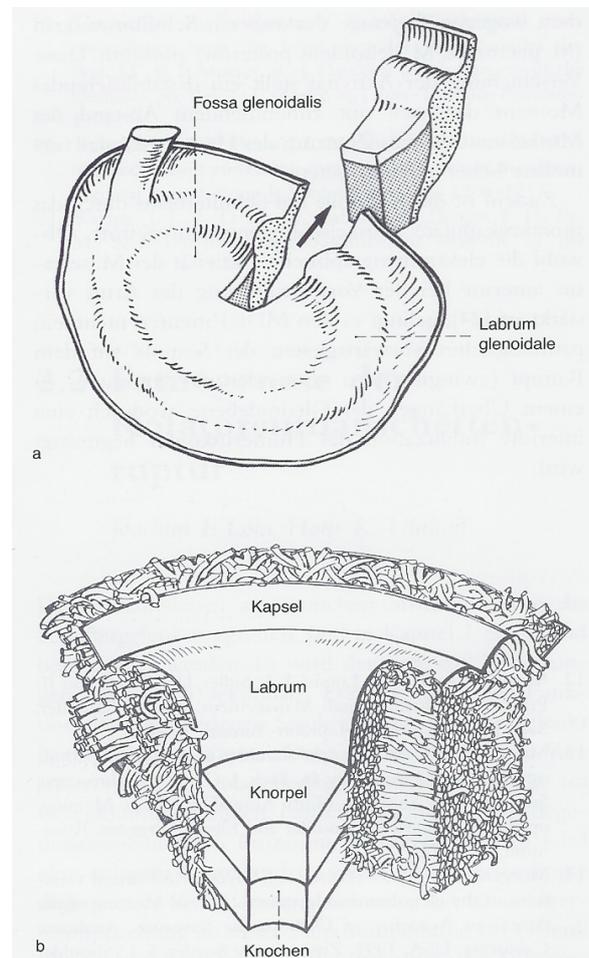


Abb.: 1-2 Struktureller Aufbau des Labrums glenoidale mit Darstellung des zirkulären und radiären Faserverlaufs nach Tamai et al. (1986) (Habermeier et al., 2010)

Die Befestigung des Labrums am Pfannenrand ist je nach Lokalisation sehr variabel. So sitzt das Labrum dorsal fest am Labrum auf und ist durch die radiären Bündel relativ stabil mit der Cavitas verbunden. Ventral liegt es nur lose an und am Unterrand besteht die größte Verschiebbarkeit. (Putz & Müller-Gerbl, 2010)

Zum Teil gehen am Oberrand die Fasern des Labrums in die Ursprungssehne des Caput longum des M. biceps brachii über (Habermeier et al., 2010). Dieser Komplex wird als Labrum-Bizepssehnen Komplex bezeichnet (Barthel, König, Böhm, Loehr, & Gohlke, 2003).

Das Labrum ist vor allem für die Stabilität im nicht end-ständigen Bewegungsausmaß wichtig. Untersuchungen ergaben, dass ein Defekt des Labrums die Stabilität bei Translationskräften um 65% vermindern kann (Lazarus, Sidles, Harryman, & Matsen, 1996). Im Durchschnitt wurde ein Verlust der Stabilität von 20 % beobachtet (S. B. Lippitt et al., 1993)

Eine Normvariante stellt das Foramen sublabrale dar (siehe Abb.: 1-3). Bei dieser ist das Labrum am oberen Pfannenrand nicht fest verbunden, sondern abgelöst anliegend. Diese Variante wurde bei etwa 8% – 12% der Patienten beobachtet. Die Inzidenz ist zunehmend mit höherem Alter des Patienten. (Ilahi, Labbe, & Cosculluela, 2002; Schulz, Anetzberger, Maier, Pfahler, & Refior, 2002)

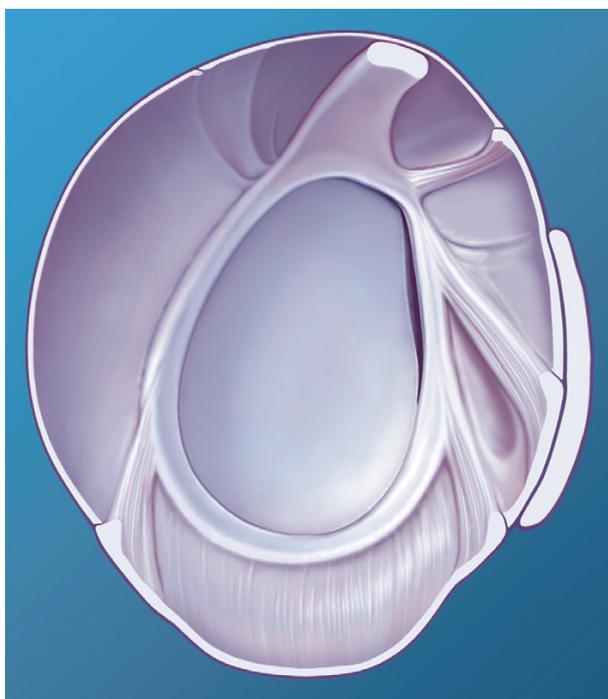


Abb.: 1-3 Foramen sublabrale; Sicht auf die Glenoidfläche eines rechten Schultergelenks (Lichtenberg, Habermeyer, Magosch, & Konopatzki, 2008)

Die Blutversorgung des Labrums wird durch Äste der A. suprascapularis, der A. circumflexa scapulae und der A. circumflexa humeri posterior gewährleistet. Die Versorgung des superioren bzw. anterior-superioren Bereichs fällt dabei geringer aus, als in den anderen Bereichen. (Cooper et al., 1992)

1.1.3.2. Die Gelenkkapsel

Die relativ schlaffe und geräumige Gelenkkapsel setzt proximal des Tuberculum supraglenoidale an und zieht bis zur Knorpel-Knochen-Grenze am Collum anatomicum des Humerusknochens. Das Gesamtvolumen beträgt ungefähr 20 cm³.

Die Gelenkkapsel ist aus einer innen liegenden Synovialschicht (Membrana synovialis) und einer darüber liegenden Faserschicht (Membrana fibrosa) aufgebaut. Diese besteht aus in einander verwobenen Faserbündeln. Die äußere Schicht ist dabei mit den Faszien der Muskeln der Rotatorenmanschette verbunden. (Putz & Müller-Gerbl, 2010)

An der ventralen Seite der Kapsel sind drei variable Verstärkungsbänder zu finden, das Lig. glenohumerale superius (SGHL), das Lig. glenohumerale medius (MGHL) und das Lig. glenohumerale inferius (IGHL), welches sich wiederum in einen vorderen (anterior) und hinteren (posterior) Teil unterteilen lässt (siehe Abb.:1-4).

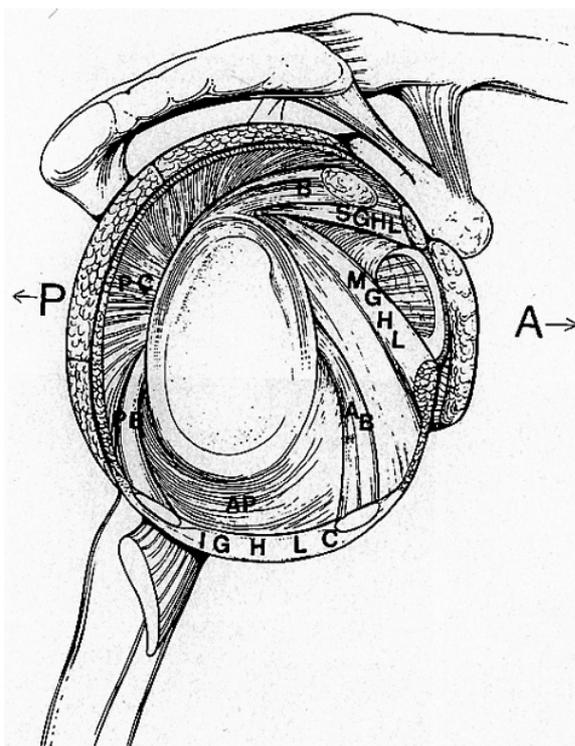


Abb.: 1-4 Schemazeichnung der Kapsel mit den glenohumeralen Bändern; Bizepssehne (B), superiores glenohumerales Ligament (SGHL), mediales glenohumerales Ligament (MGHL), inferiore glenohumerale ligamentäre Komponenten (IGHLC), anteriores Band (AB), posteriores Band (PB), axilläre Tasche (AP), posteriore Kapsel (PC) (O'Brien et al., 1990)

Die kaudale Aussackung der Kapsel, die sich bei adduziertem Arm bildet, wird als Recessus axillaris bezeichnet. Bei Abduktion des Armes verstreicht diese und trägt zusätzlich zur Stabilisierung des Humeruskopfes bei. (Ovesen & Nielsen, 1986)

Die Sehne des Caput longum des M.biceps brachii verläuft innerhalb der Gelenkhöhle über das Caput humeri hinweg und tritt zwischen dem Tuberculum majus und minus in den sulcus intertubercularis ein. Die biomechanisch bedeutsameren Fasern inserieren am Tuberculum supraglenoidale. Ein weiterer Teil strahlt in das Labrum ein. Dort besitzt er jedoch lediglich formgebende Funktion. (Blachut & Day, 1989; Healey, Barton, Noble, Kohl, & Ilahi, 2001)

Die Gelenkkapsel mit den dazugehörigen glenohumeralen Bändern ist vor allem im endständigen Bewegungsbereich ein wichtiger Stabilisationsfaktor. Zusammen mit der langen Bizeps- und Trizepssehne werden sie als periartikuläres Fasersystem (PAFS) beschrieben, das

den Humeruskopf, je nach Gelenkstellung, spiralförmig umfängt und stabilisiert. (W. Huber & Putz, 1997; Warner, Caborn, Berger, Fu, & Seel, 1993)

Die glenohumeralen Bänder haben in Abhängigkeit von der Armstellung und ihres Verlaufs unterschiedliche Funktionen. So ist das superiore glenohumerale Ligament (SGHL) funktionell eng mit dem coracohumeralen Ligament (CHL) verbunden. Dieses entspringt am Processus Coracoideus und strahlt in die Gelenkkapsel ein. Es begrenzt in Adduktionsstellung die inferiore Translation des Humeruskopfes und stabilisiert das Gelenk in Anteversion- und Abduktionsstellung nach hinten. (Harryman, Sidles, Harris, & Matsen, 1992)

Das mediale glenohumerale Ligament (MGHL) ist vor allem in mittlerer Abduktionsstellung, um 45° für die Begrenzung des Humeruskopfes nach vorne zuständig. (Turkel, Panio, Marshall, & Girgis, 1981)

Mit zunehmender Abduktion des Oberarmes wird dem inferioren glenohumeralen Ligament (IGHL) eine immer wichtigere Bedeutung zur Stabilisierung der Schulter zugeschrieben. Das inferiore glenohumerale Band teilt sich in einen posterioren (PIGHL) und einen, meist etwas stärker ausgebildeten, anterioren Teil (AIGHL). Das AIGHL verhindert eine vordere Luxation des Humeruskopfes bei Abduktion über 90° und Außenrotation (z.B. bei der Wurfbewegung). Das PIGHL stabilisiert hingegen die Abduktions-Innenrotationsbewegung. (O'Brien et al., 1990; Warner et al., 1993)

Die Anordnung der glenohumeralen Bänder weist eine hohe Variabilität auf. Nach Morgan werden vier Grundtypen unterschieden. Hierbei ist der Typ IV, bei dem keine Ligamente erkennbar sind, gehäuft mit einer instabilen Schulter assoziiert. (Morgan, Rames, & Snyder, 1991)

Eine weitere Variante stellt der sogenannte Buford-Komplex dar (siehe Abb.: 1-5). Bei ihm geht das kraniale Labrum direkt in das MGHL über und der ventro-kraniale Pfannenrand liegt frei. (Williams et al., 1994)

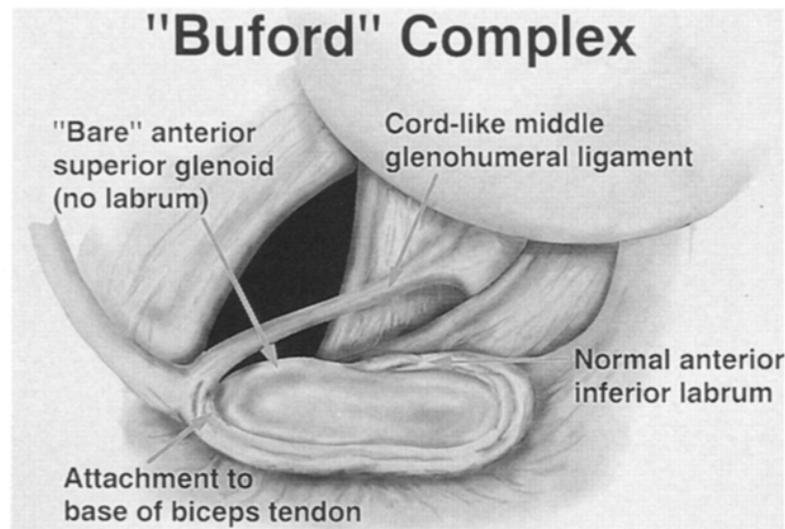


Abb.: 1-5 Der Buford-Komplex schematische Darstellung mit dem seilartigen (Cord-like) MGHL aus „The Buford Complex - The “cord-like” middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: A normal anatomic capsulolabral variant“ (Williams, Snyder, & Buford Jr, 1994)

Der Nachweis von Mechanorezeptoren in der Kapsel der Schulter kann als weiterer Faktor zur Sicherung des Schultergelenks gesehen werden. Es wurden neben Ruffini- und Pacini-Körperchen auch Golgi-ähnliche, sowie freie Nervenendigungen gefunden. (Gohlke, Janßen, Leidel, Heppelmann, & Eulert, 1998; Vangness, Ennis, Taylor, & Atkinson, 1995)

Es wurde allerdings kein Unterschied in der muskulären Reflexantwort zwischen stabilen und instabilen Schultern gefunden, so dass diese Mechanorezeptoren eher als Hilfe zur Positionierung des Armes im Raum gesehen werden. (Gohlke et al., 1998; Wallace, Beard, Gill, Eng, & Carr, 1997)

1.1.4. Aktive/ Dynamische Stabilisatoren

1.1.4.1. Die Rotatorenmanschette

Die Rotatorenmanschette setzt sich aus vier Muskeln zusammen, die an allen Bewegungen des Schultergelenks beteiligt sind.

- M. supraspinatus
- M. infraspinatus
- M. supscapularis
- M. teres minor

Die primäre Funktion der Rotatorenmanschette ist die Zentrierung des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne und die Kontrolle der glenohumeralen Translation. Dies wird als skapulohumerale Balance bezeichnet. Weiterhin strahlen die Sehnen mit ihren Fasern in die

Gelenkkapsel ein und verstärken bzw. raffen diese, so dass eine Einklemmung der Kapsel verhindert wird. (Clark & Harryman, 1992; Pagnani & Warren, 1994)

Die Größe des Nettokraftvektors ist dabei weniger von Bedeutung, als der Ansatzpunkt dieses am Glenoid. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei auch die Position der Skapula. Diese wird durch ein Muskelschlingensystem gewährleistet, bei dem unter anderem die Mm. Serratus anterior, rhomboidei, levator skapulae, latissimus dorsi und pectoralis minor von Bedeutung sind. (S. Lippitt & Matsen, 1993; S. B. Lippitt et al., 1993; Steven, Lippitt, Charles, & Rockwood, 2009)

Bei Untersuchungen wurde eine skapulo-thorakale Dyskinesie unter anderem vermehrt im Zusammenhang mit einer vorderen Schulterinstabilität beobachtet. (Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy, & Kennedy, 1992)

Der Bereich zwischen den Sehnen des M. supraspinatus und M. subscapularis wird als „Rotatorenintervall“ bezeichnet. Dieses Intervall spielt zusätzlich eine Rolle in der Therapie der Schulterinstabilität (Harryman et al., 1992).

1.1.4.2. Die lange Bizepssehne

Zusätzlich scheint auch die lange Bizepssehne als Stabilisator der anterioren-posterioren Translation entgegen zu wirken. Am meisten Bedeutung hat dieser Effekt in einer mittleren Abduktionsstellung des Armes. (Pagnani, Deng, Warren, Torzilli, & O'Brien, 1996; Pagnani & Warren, 1994)

Vor allem bei der abduzierten und außenrotierten Armstellung reduziert die lange Bizepssehne die Belastung auf das IGHL (Rodosky, Harner, & Fu, 1994).

1.1.4.3. Aktive Stabilisierung am Glenohumeralgelenk

Zur aktiven Stabilisierung des Glenohumeralgelenks kommt das Prinzip der Kompression in die Kavität zum Tragen. Bei einem intakten Labrum wirkt eine tangentielle Kraft durch die Kavität der Pfanne gleichzeitig auch zentrierend. Dies wird als Stabilitätsindex beschrieben. Dieser ergibt sich aus dem Quotienten der Scherkraft zur zentrierenden Kraft. Bei normalen Schultergelenken wurde beobachtet, dass dieser Stabilitätsindex nach vorne und hinten am Glenoid am niedrigsten ausfällt. Dieses Prinzip ist vor allem im mittleren Bewegungsbereich des Armes von großer Bedeutung. Sowohl bei intaktem, als auch defektem Labrum zeigt sich die Stabilität in anteriorer Richtung am geringsten ausgeprägt. (Halder, Kuhl, Zobitz, Larson, & An, 2001; S. Lippitt & Matsen, 1993; S. B. Lippitt et al., 1993; F. A. Matsen, 2002)

Der Vakuum-Effekt gilt als weiterer Faktor, der zur Schulterstabilisierung beiträgt. Studien an Leichenschultern haben ergeben, dass intraartikulär ein negativer Druck herrscht. Eine Eröffnung der Kapsel hatte dabei eine erhöhte translationale Verschiebbarkeit im Glenohumeralgelenk zur Folge (Helmig et al., 1993). Der stabilisierende Effekt war sowohl von der Gelenkstellung, also auch von der Unversehrtheit des Labrums abhängig. Dem Labrum wurde dabei die Funktion eines ventilartigen Dichtungsringes, der einen

physikalischen Kolben abdichtet, zugeschrieben. (Habermeyer & Schuller, 1990; Kumar & Balasubramaniam, 1985)

Im Schultergelenk kommt außerdem noch das Adhäsions- bzw. Kohäsionsprinzip eine Bedeutung zu. Normalerweise ist das Gelenk mit Synovialflüssigkeit ausgekleidet, so dass molekulare und elektrische Kräfte an den Gelenkoberflächen wirken. Das Ausmaß dieses Prinzips ist bisher nicht quantifizierbar gemessen worden. (Habermeyer et al., 2010; Pagnani & Warren, 1994)

1.2. Schulterinstabilität

1.2.1. Einteilung der Schulterinstabilitäten

Eine Einteilung der Schulterinstabilität ist aufgrund ihrer multifaktoriellen Genese schwierig und bedarf einer differenzierten Betrachtung folgender Gesichtspunkte: Grad, Richtung, Dauer, Art, Form, Frequenz und Ätiologie.

Bei Begutachtung des Grades der Luxation wird eine komplette Luxation von einer Subluxation und einem Unsicherheitsgefühl unterschieden (im engl. als „Apprehension“ bezeichnet). Subluxation beschreibt dabei, dass der Humeruskopf bis an den Rand des Glenoids rutscht, aber nicht darüber hinaus. In der Klinik wird häufig eine Subluxation mit einem Unsicherheitsgefühl (positiver Apprehension-Test) gleichgestellt.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Richtung der Luxation: anterior, posterior, superior, inferior bzw. uni- oder multidirektional. Etwa 95% der Schulterluxationen sind dabei unidirektional nach anterior-inferior gerichtet. Ungefähr 3% entfallen auf eine posteriore Instabilitätsneigung und zwischen 2 - 5% werden als multidirektional eingeteilt (Gerber, 1997).

In Bezug auf die Ätiologie und Dauer wird zwischen der akuten, meist traumatische Luxation und der atraumatischen bzw. habituell rezidivierenden unterschieden (Habermeyer et al., 2004). Für die atraumatische Luxation können einerseits angeborene Anomalien wie z.B. ein Pfannendysplasie, oder auch neuromuskuläre Erkrankungen verantwortlich sein. Andererseits kann auch eine ausgeprägte Hyperlaxität zu Grunde liegen, welche sowohl angeboren (z.B. Ehler-Danlos Syndrom), als auch später erworben sein kann.

Repetitive Mikrotraumen der statischen Stabilisatoren, die durch Überdehnung verursacht werden können, kommen vor allem bei Überkopfsportlern (Speerwurf, Tennis, Schwimmen) vor. Sie können zu einer solchen, erworbenen Hyperlaxität am Schultergelenk führen. Man geht dabei von Anpassungsvorgängen an den glenohumeralen Bändern, vornehmlich dem anterioren und posterioren IGHL aus. (Bigliani et al., 1992; Pastor, Smith, Struck, & Wellmann, 2014; Pollock et al., 2000; Zemek & Magee, 1996)

Wichtig ist eine strenge Unterscheidung zwischen Laxität und Instabilität. Die Laxität ist individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt und muss keine pathologische Bedeutung haben. Von Instabilität spricht man erst, wenn die Schulter in ihrer Stellung nicht mehr kontrolliert werden kann und dadurch Beschwerden entstehen. (Habermeier et al., 2010)

Bezüglich der Luxationsform wird eine unwillkürliche von einer willkürlichen (mit oder ohne psychiatrischen Auffälligkeiten) unterschieden.

Eine Sonderform stellt die fixierte Luxation dar. Hierbei verhakt der Humeruskopf am Glenoid. Die Reposition erfordert in manchen Fällen ein offenes, operatives Vorgehen.

Zur besseren Einteilung der Schulterinstabilität wurden verschiedene Klassifikationen beschrieben. Es konnte sich aber keine eindeutig durchsetzen. Die gebräuchlichsten werden im Folgenden beschrieben. Es besteht dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Nach Matsen werden nur zwei große Gruppen unterschieden: die TUBS und die AMBRII. Das Akronym TUBS steht dabei für Traumatisch, Unidirektional, Bankart-Läsions und Surgical Repair). Hierbei werden die traumatisch bedingten, meist nach anterior-ventral gerichteten, rezidivierend Luxationen, die oft durch eine Bankart-Läsion bedingt sind, zusammengefasst. Häufig ist ein operatives Vorgehen zur vollständigen Stabilisierung dieser Schultern angezeigt.

AMBRII hingegen steht für Atraumatisch, Multidirektional, Bilateral, Rehabilitation, Interiorer Kapsel-shift und Intervallverschluss. Diese Instabilitätsform ist atraumatisch bedingt, tritt oft beidseits und in mehrere Richtungen auf. Es wird primär eine konservative Therapie empfohlen. Lediglich bei Versagen der konservativen Therapie sollte eine operative Therapie mit Kapselraffung und Verschluss des Rotatorenintervalls in Betracht gezogen werden. Bei dieser Einteilung werden Mischformen nicht berücksichtigt und es wird die maximale Ausprägungsform beschrieben. (Habermeier et al., 2004; F.A. Matsen, Lippitt, Sidles, & Harryman, 1994)

Klinisch relevanter ist die Einteilung nach Gerber. Hierbei werden der Pathomechanismus, die Hyperlaxität und die Richtung der Instabilität berücksichtigt. (Gerber & Nyffeler, 2002)

Es werden folgende Typen unterteilt:

Klassifikation nach Gerber: (Gerber & Nyffeler, 2002)

Typ I	chronische Luxation
Typ II	unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
Typ III	unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
Typ IV	multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
Typ V	multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
Typ VI	uni- oder multidirektionale willkürliche Luxation

Neben diesen zwei genannten Beispielen für Klassifikationen gibt es noch weitere, wie z.B. die Klassifikation nach Bayley oder nach Silliman und Hawkins (Bayley, 2002; Silliman & Hawkins, 1993).

1.2.2. Pathogenese der Schulterluxation

Die Luxation des Humeruskopfes in die anteriore-inferiore Richtung kommt bei weitem am häufigsten vor. Sie kann durch verschiedenen Mechanismen begünstigt werden. Eine direkte Gewalteinwirkung auf den Humeruskopf ist eher selten zu beobachten. Meist kommt es durch eine fortgeleitete Hebelwirkung am Humerus in der Außenrotations- und Abduktionsstellung zur Dislokation. Dies kann beispielsweise auch durch einen Sturz auf den abduzierten, außenrotierten, meist gestreckten Arm verursacht sein. (Lichtenberg, Engel, & Habermeyer, 2000)

Aufgrund des ungünstigen Hebelverhältnisses am Humeruskopf kommt es zu einem überproportional großen Drehmoment am Glenoid. Dies lässt sich mit folgender Formel berechnen: $I = F \times A/R$

I bezeichnet dabei die Zugbelastung am Glenoid bzw. Stabilisatoren am Glenoidrand

F entspricht der einwirkenden Kraft

A/R beschreibt den Quotienten des externen Hebelarms (Humeruskopfmittelpunkt bis zur Hand) zum internen Hebelarm (Humeruskopfmittelpunkt bis zum Glenoid, entspricht Radius des Humeruskopfes). Aus diesem Verhältnis ergibt sich eine etwas 40-fach vergrößerte Krafteinwirkung am Glenoid. Hier kann eine Überbelastung verschiedene Verletzungsmuster zur Folge haben. Diese prädisponieren teilweise auch für rezidivierende Luxationen. (Lichtenberg et al., 2000)

1.2.3. Pathologische Veränderungen nach Luxation

1.2.3.1. Labrumläsionen

Im Rahmen einer traumatischen Luxation des Glenohumeralgelenks kommt es meist zu Verletzungen am Kapsel-Labrum-Komplex. Grundsätzlich werden drei Stellen, an denen die Läsion auftreten kann, unterschieden: am vorderen unteren Pfannenrand, im Verlauf der Kapsel bzw. der glenohumeralen Bänder und an den Ansatzpunkten der Bänder am Humeruskopf (Bigliani et al., 1992).

Bei der als klassische Bankart-Läsion bezeichneten Verletzung kommt es zum Abriss des Kapsel-Labrum-Komplexes am vorderen unteren Pfannenrand (siehe Abb.:1-6 a). Betroffen ist hierbei am häufigsten der Bereich zwischen der 2 und 6 Uhr Position auf dem Glenoid (rechte Schulter) (Mizuno, Nabeshima, & Hirohata, 1993). Eine knöcherne Abscherfraktur des vorderen unteren Glenoidrands wird dann als „bony Bankart“ bezeichnet (siehe Abb.: 1-6 c).

Durch einen Ausriss des Labrums am Glenoidrand kommt es zum einen zu einer Verminderung der Kavität der Pfanne. Zum anderen verlieren sowohl das inferiore glenohumerale Ligament (IGHL), als auch das mediale glenohumerale Ligament (MGHL) ihre stabilisierende Funktion auf das Schultergelenk. (Lazarus et al., 1996)

Um die Komplexität der Verletzung am Labrum-Kapsel-Band-Apparat darzustellen, wurden spezielle Bezeichnungen eingeführt. So spricht man von einer „double lesion“, wenn das Labrum sowohl am Glenoidrand als auch am Kapsel-Band-Apparat ausreißt (siehe Abb.:1-6 b). Eine „triple lesion“ bezeichnet eine kombinierte Dreifach-Läsion mit Abriss des Labrums sowohl vom Glenoidrand, als auch vom inferioren glenohumeralen Ligament (IGHL) (siehe Abb.:1-6 f). Zusätzlich kommt es zu einer Deperiostierung vom Skapulahals. Außerdem wird noch die Quattro-Labrumläsion beschrieben. Hierbei kommt es zum Komplettabriss und Verbrauch des Labrum-Ligament-Komplexes und somit zu einem Verlust der Labrum-Band-Strukturen (siehe Abb.:1-6 i, j). Bei der extralabralen Ligamentläsion reißt das inferiore glenohumerale Ligament, das Labrum bleibt indes weitgehend unverletzt (siehe Abb.:1-6 g). (Ebert, Gramlich, & Habermeyer, 1999; Habermeyer, Gleyze, & Rickert, 1999)

Die Perthes-Läsion beschreibt einen Komplettabriss des Labrums zusammen mit dem inferioren glenohumeralen Ligament (IGHL) vom Limbus. Das IGHL ist dabei subperiostal am Skapulahals abgerissen und bildet eine Periosttasche (siehe Abb.:1-6 d). (Ebert et al., 1999; Perthes, 1906)

Spontane Heilungsvorgänge können dazu führen, dass sowohl das Labrum, als auch die Kapsel am Skapulahals vernarben. Diese Vernarbung wird als ALPSA-Läsion bezeichnet (Anterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion) und findet sich häufig bei rezidivierenden Luxationen (siehe Abb.:1-6 e). (Neviaser, 1993) Außerdem kann eine mediale Einheilung der Läsion zu einer Reduktion der Außenrotation in 90° Abduktionsstellung des Oberarms führen. (Deutsch, Ramsey, & Williams, 2006)

Eine non-Bankart-Läsion beschreibt die alleinige Verletzung des Kapsel-Band-Apparats. Das inferiore glenohumerale Ligament (IGHL) inseriert nicht mehr am Labrum, sondern medial am Skapulahals, wodurch sich eine Kapseltasche ausbildet (siehe Abb.:1-6 h). Diese Variante ist häufig bei atraumatischen Luxationen zu finden. (Ebert et al., 1999; Uthoff & Piscopo, 1985)

Eine humeralseitige Ablösung der glenohumeralen Bänder wird als HAGL-Läsion bezeichnet (Humeral Avulsion of the Glenohumeral Ligaments) (siehe Abb.:1-6 k). Das inferiore glenohumerale Ligament (IGHL) kann dabei auch mit einem Knochenfragment ausreißen. Man bezeichnet dies dann als „bony HAGL“. Bei einem Ausriß an beiden Aufhängepunkten spricht man vom „floating IGHL“. Eine HAGL-Läsion ist meist mit einer Ruptur des M.subscapularis vergesellschaftet und wird häufig übersehen. (Bui-Mansfield, Banks, & Taylor, 2007; Habermeyer et al., 2004)

Bei einer GLAD-Läsion (GlenoLabral Articular Disruption) findet sich ein Knorpeldefekt in der Übergangszone zum Labrum ohne dessen Ablösung (siehe Abb.:1-6 l). Diese Verletzung ist häufig traumatisch bedingt und verursacht chronische Schmerzen aber keine Instabilität. (Habermeyer et al., 2004; Neviaser, 1993)

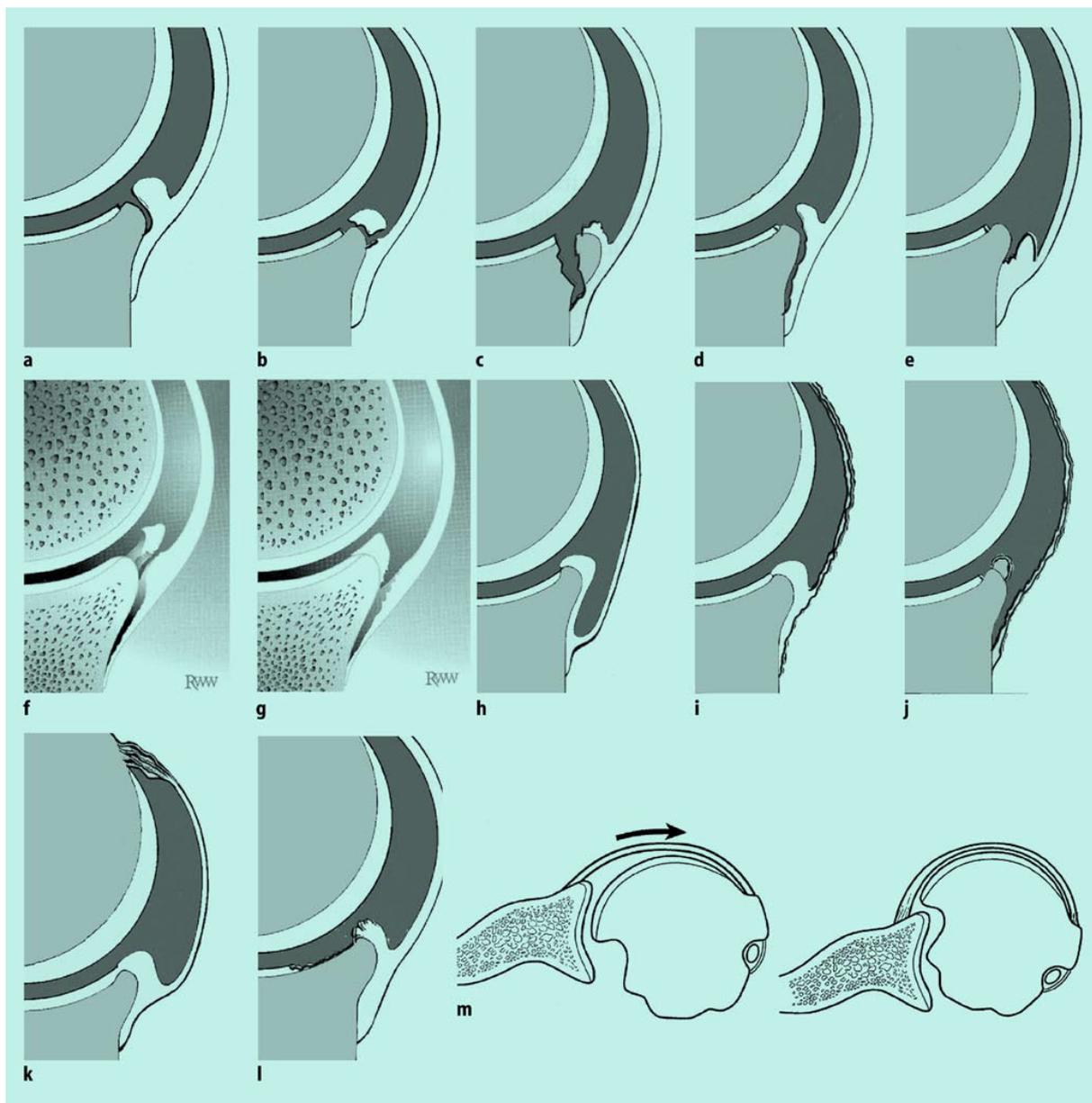


Abb.: 1-6 Läsionsformen bei der vorderen unteren Schulterinstabilität (Habermeyer, Magosch, & Lichtenberg, 2004)

1.3.3.2. SLAP-Läsion

Eine Läsion des oberen Labrums im Bereich des Bizepssehnenanker, welcher in der Ausdehnung von anterior nach posterior zieht wird als SLAP-Läsion (Superior Labrum Anterior to Posterior) bezeichnet. (Snyder, Karzel, Pizzo, Ferkel, & Friedman, 1990)

Es wurden ursprünglich 4 Typen unterschieden. Typ I beschreibt eine Auffaserung am oberen Labrum ohne Ablösung vom Glenoid. Beim Typ II handelt es sich um die Ablösung des Bizepssehnenankers vom oberen Glenoid. Typ III stellt eine Korbhenkelläsion des superioren Labrums, bei sonst intaktem Bizepsanker dar. Der Typ IV beschreibt eine Typ III Läsion mit

zusätzlichem Einriss in die Bizepssehne. Der kaudale Anteil der Typ III und Typ IV Läsionen kann hierbei in das Gelenk einschlagen (siehe Abb.: 1-7). (Snyder et al., 1990; Snyder, Karzel, Pizzo, Ferkel, & Friedman, 2010)

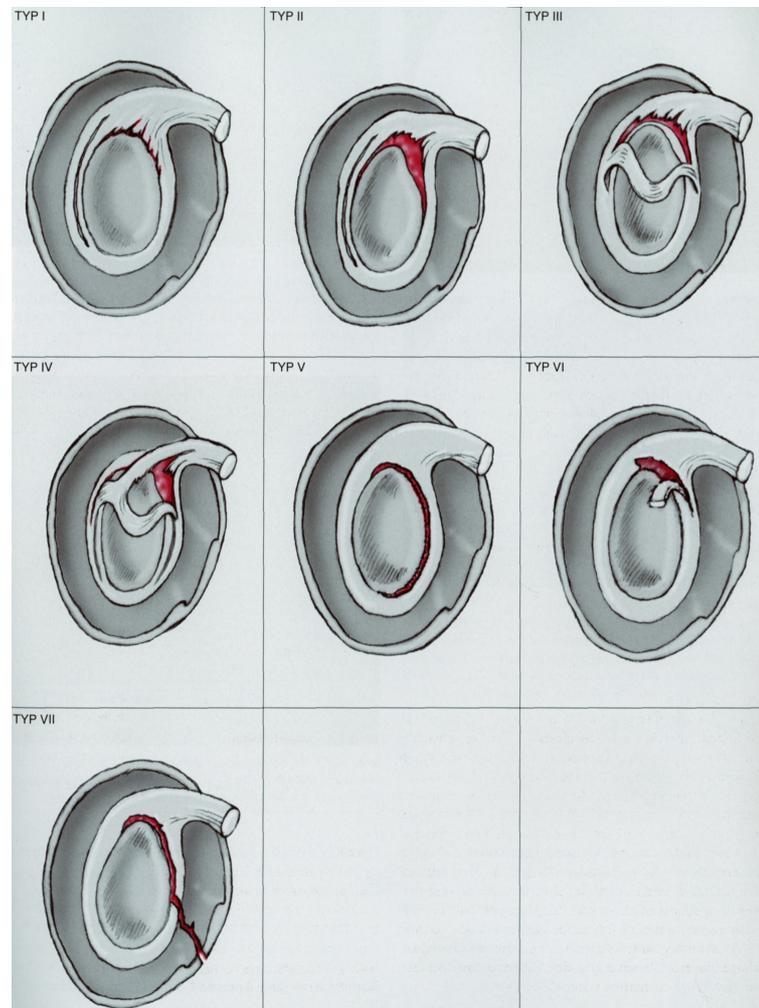


Abb.: 1-7 Klassifikation der SLAP-Läsionen nach Snyder I-IV (1990) und Maffet V-VII (1995) (Habermeier et al., 2010)

Später wurden noch 3 weitere Läsionsformen von Maffet (Maffet, Gartsman, & Moseley, 1995) ergänzt. Ein Übergang der SLAP-Läsion nach ventro-kaudal im Sinne einer kombinierten Bankart-SLAP-Pathologie wird als Typ V bezeichnet. Außerdem gibt es noch den instabilen Labrumklappen (Typ VI) und die Fortsetzung der SLAP-Läsion in den Ansatz des MGHL (Typ VII) (siehe Abb.: 1-7). (Maffet et al., 1995)

1.3.3.3. Knöcherner Verletzungen

Im Rahmen einer vorderen Schulterluxation kann es, neben der genannten weichteiligen Verletzung auch zu einer knöchernen Verletzung des antero-inferioren Glenoids, der sog. Bankart-Fraktur kommen.

Nach Bigliani et al. (Bigliani, Newton, Steinmann, Connor, & McIlveen, 1998) werden drei Gruppen der Glenoidrandläsionen unterschieden (siehe Abb.: 1-8). Typ I beschreibt ein akut abgesprengtes Fragment. Beim Typ II stellt sich das Fragment als nach medial disloziert und an den Skapulahals verwachsen dar. Beim Typ III findet sich eine Erosion des knöchernen Pfannenrandes mit einem Substanzverlust von weniger als 25% (Typ IIIA) bzw. mehr als 25% (Typ IIIB).

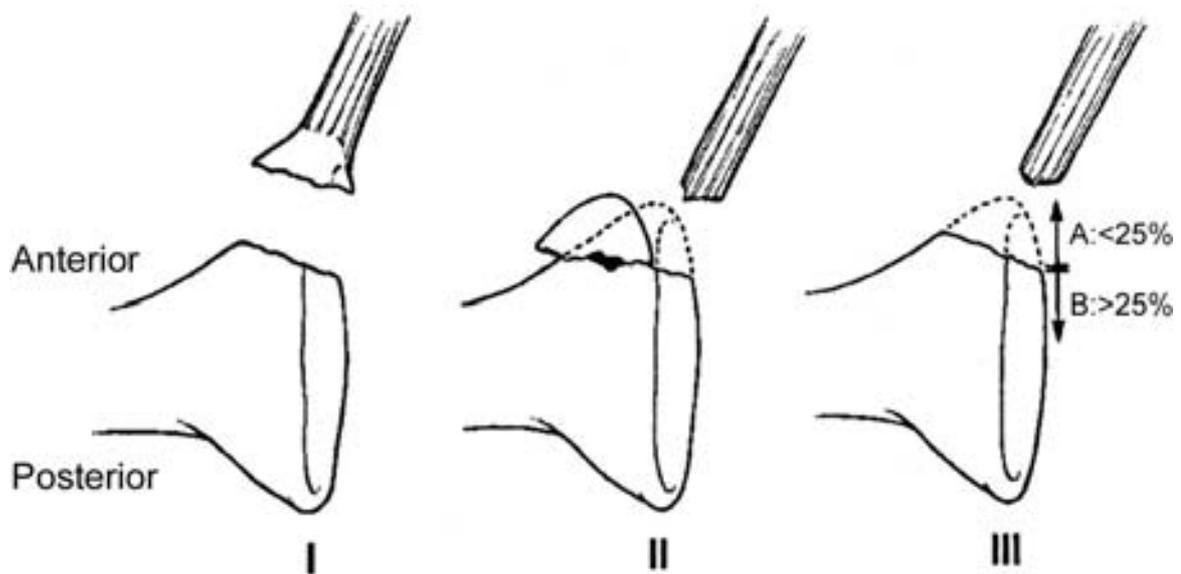


Abb.: 1-8 Klassifikation der Glenoidrandläsionen nach Bigliani; I: abgesprengtes Fragment mit der Kapsel verbunden; II: medial disloziertes und dort verwachsenes Fragment; III: Pfannenrandverlust Typ A <25%; Typ B >25% (Habermeyer, Magosch, & Lichtenberg, 2006)

Die Bedeutung von ossären Glenoiddefekten wurde lange Zeit unterschätzt. Signifikante Glenoiddefekte gelten heute als wesentlicher Risikofaktor für das Scheitern einer klassischen Kapsel-Labrum-Rekonstruktion (siehe Abb.: 1-9). Als kritische Defektgröße konnte in mehreren Studien eine Ausdehnung von mehr als 20 - 25% des a.-p.-Durchmessers eines Kreises um das inferiore Glenoid erkannt werden. (Bigliani et al., 1998; Itoi et al., 2000; Lo, Parten, & Burkhart, 2004; Piasecki et al., 2009)

Große Glenoidranddefekte führen zum Bild einer auf dem Kopf stehenden Birne, das sog. „inverted-pear glenoid“, bei welchem der normalerweise breitere inferiore Teil des Glenoids schmaler ist als der superiore Teil (siehe Abb.: 1-10). (Burkhart & De Beer, 2000)

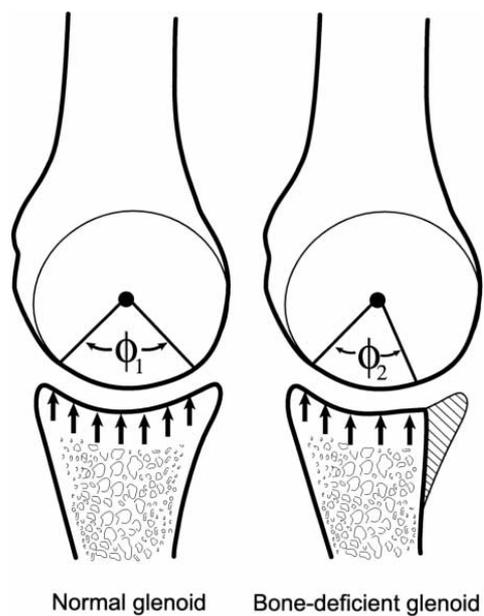


Abb.: 2-9 Der sicher Winkel ϕ_1 in dem die Pfanne axiale Kräfte aufnehmen kann wird durch einen Knochendefekt auf den Winkel ϕ_2 verringert. (Burkhart & De Beer, 2000)



Abb.: 1-10 Phänomen der „inverted pear“ nach Burkhart und DeBeer; links: normale Pfanne, mitte: Bankart-Fraktur; rechts: umgekehrte Birnenform (Wiedemann, Jäger, & Nebelung, 2009)

Neben den Verletzungen am anterioren Glenoid kommt es bei einer anterioren Luxation meist zu einer posterio-lateralen Humeruskopfimpression, dem sog. Hill-Sachs Defekt. Ursächlich hierfür ist ein Anschlagen des weichen Humeruskopfes an die harte kortikale Glenoidvorderkante im Rahmen der Luxation. (Hill & Sachs, 1940; Provencher et al., 2012)

Die Hill-Sachs-Läsion wird nach Calandra et al. (Calandra, Baker, & Uribe, 1989) in drei Grade eingeteilt. Der Grad 1 beschreibt dabei eine kleine Knorpelläsion ohne Penetration des subchondralen Knochens. Bei Grad 2 liegt ein subchondraler Knochendefekt vor und bei Grad 3 findet sich eine tiefe, in den Knochen ragende Läsion.

Eine Sonderform stellt die sogenannte einhakende („engaging“) Hill-Sachs-Läsion dar (siehe Abb.:1-6 m). Hierbei kommt es bei Abduktion und Außenrotation des Oberarmes zu einem Einhaken der Läsion am Pfannenrand. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Läsion weiter zentral vorliegt. (Burkhart & De Beer, 2000)

1.3.3.5. Weitere Begleitverletzungen

Mit zunehmendem Alter werden bei Patienten (>40y) mit einer traumatischen Luxation vermehrt auch Verletzungen der Rotatorenmanschette beobachtet (Loew, Thomsen, Rickert, & Simank, 2001; Simank, Dauer, Schneider, & Loew, 2006).

Vor allem die kranialen Anteile der Rotatorenmanschette werden in der Luxationsstellung überdehnt und scheren über den hinteren Pfannenrand ab (Craig, 1984). Aber auch bei jüngeren Patienten wurden nach einer Luxation Risse der Subscapularissehne erkannt. Diese spielt für die Stabilisierung der Schulter eine wichtige Rolle. (Werner, Favre, & Gerber, 2007)

Neurologische Begleitverletzungen werden relativ selten, eher beim älteren Patienten beobachtet (8%) (Lill, Verheyden, Korner, Hepp, & Josten, 1998). Sie entstehen meist durch Kompression des N. axillaris durch den Humeruskopf oder durch die Traktion an der hinteren Achsellücke. Die Prognose gilt als günstig mit einer hohen Spontanheilungsrate (Gumina & Postacchini, 1997).

Die Kombinationsverletzung aus Bankart-Läsion, Plexusschaden und Rotatorenmanschettenruptur wird als „terrible triad“ bezeichnet (Groh & Rockwood, 1995).

1.2.4. Sekundäre Omarthrose als Langzeitfolge einer Schulterinstabilität

Es ist noch nicht abschließend geklärt, inwieweit eine Schulterinstabilität zur Entwicklung einer Arthrose beiträgt. Neer war einer der ersten, der das Auftreten einer glenohumeralen Arthrose bei vorausgegangener Instabilität beschrieb (C S Neer, Watson, & Stanton, 1982). Später beobachteten Samilson und Prieto (Samilson & Prieto, 1983) in 74 Patienten das Auftreten einer Omarthrose im Zusammenhang mit einer Instabilität und klassifizierten diese radiologisch. Von ihnen wurde auch der Begriff der Instabilitäarthrose („Dislocation Arthropathy“) geprägt. In dem untersuchten Kollektiv beobachteten sie eine Korrelation zwischen dem Alter des Patienten und dem Schweregrad der Arthrose. Im Gegensatz dazu stellte sich aber kein Zusammenhang zwischen der Arthrose und einer vorausgegangenen Stabilisierungsoperation dar. Die Zahl der Luxationen oder das Auftreten knöcherner Glenoid- bzw. Humeruskopfläsionen zeigte ebenfalls keine Korrelation.

Hoveliuss et al. (L. Hoveliuss et al., 1996) fanden in dem, von ihnen untersuchten Kollektiv 10 Jahre nach der Luxation des Schultergelenkes in 20% der Fälle degenerative Veränderungen im Röntgenbild. Hierbei wurden die Patienten prior nicht operativ therapiert.

In dem gleichen Kollektiv zeigten, 25 Jahre nach dem Luxationsereignis, 56% der Patienten degenerative Veränderungen im Röntgenbild (L. Hoveliuss & Saeboe, 2009). Bei 28% der Patienten stellten sich diese Veränderungen aber als moderat bis schwer dar.

Die Entwicklung einer Arthrose nach einer Stabilisierungsoperation wurde bereits mehrfach beobachtet. Vor allem bei offenen Stabilisierungsverfahren wurde sie als eine Langzeitfolge beschrieben. Die Raten lagen dabei zwischen 32% - 83%, abhängig von der Operationstechnik und dem Beobachtungszeitraum. (Allain et al., 1998; Berendes et al., 2007; Pelet, Jolles, & Farron, 2006; Rachbauer et al., 2000; Rosenberg et al., 1995; van der Zwaag, Brand, Obermann, & Rozing, 1999)

Als Risikofaktoren für die Entwicklung der Arthrose am Glenohumeralgelenk gelten ein höheres Lebensalter bei der Erstluxation sowie ein längeres Intervall zwischen Initial-Luxation und Stabilisierungs-Operation (Cameron, Kocher, Briggs, Horan, & Hawkins, 2003). Außerdem haben die Schwere des initialen Traumas und damit verbundenen Frakturen am Humeruskopf sowie knöcherne Glenoidläsionen und auch Rotatorenmanschettenläsionen

einen Einfluss bei der Entwicklung einer Arthrose. Eine wiederkehrende Instabilität, sowie ein Alkoholabusus scheinen zusätzlich bei der Entstehung einer Arthrose eine Rolle zu spielen. (Buscayret et al., 2004; L. Hovelius & Saeboe, 2009)

Inwieweit die Zahl der Luxation präoperativ oder eine eingeschränkte Außenrotation der Schulter Einfluss auf die Entwicklung einer Omarthrose haben wird widersprüchlich beurteilt. So sahen sowohl Samilson und Prieto (Samilson & Prieto, 1983) also auch Rosenberg et al. (Rosenberg et al., 1995) einen Zusammenhang zwischen einer Einschränkung der Außenrotation und der Schwere der degenerativen Zeichen im Röntgenbild. Andere Autoren stellten dies hingegen nicht fest. (Castagna et al., 2010; L. K. Hovelius et al., 2001; Pelet et al., 2006)

Sowohl Buscayret et al. (Buscayret et al., 2004), als auch Berendes et al. (Berendes et al., 2007) kamen zu dem Schluss, dass die Außenrotationseinschränkung eher als eine Folge der degenerativen Veränderungen am Gelenk gesehen werden kann.

Daneben geben Untersuchungen aber auch Hinweise, dass die Operation selbst zur Entwicklung einer Arthrose im Glenohumeralgelenk beitragen kann. Eine zu enge Kapsel-Band-Struktur kann demnach die Außenrotation zu stark einschränken, dadurch eine dorsale Translation des Humeruskopfes bewirken und den Druck auf die Gelenkfläche erhöhen. Eine zu starke Kapselstraffung wird daher als Risikofaktor für die Entstehung einer Arthrose gesehen. (Ahmad, Wang, Sugalski, Levine, & Bigliani, 2005; Hawkins & Angelo, 1990)

Des Weiteren wurde beobachtet, dass der Einsatz von thermischen Verfahren den Knorpel zusätzlich schädigen kann. Mittlerweile wird von einem thermischen Vorgehen abgeraten um langfristige Schädigung zu vermeiden. (Ciccone, Weinstein, & Elias, 2007; Good, Shindle, Kelly, Wanich, & Warren, 2007; Levine, Clark, D'Alessandro, & Yamaguchi, 2005; Lubowitz & Poehling, 2007)

Samilson und Prieto konnten in ihrer Arbeit zur Instabilitätsarthrose keine Hinweise dafür finden, dass eine wiederkehrende Instabilität, oder ein knöcherner Defekt am Glenoid bzw. am Humeruskopf einen Risikofaktor für eine Omarthrose darstellen (Samilson & Prieto, 1983). Demgegenüber stehen experimentelle Arbeiten die zeigen, dass eine Verringerung der Kontaktfläche um 30 % am Glenoid in einem bis zu 3-4-fach erhöhten Druck auf die Glenoidfläche resultiert (Greis, Scuderi, Mohr, Bachus, & Burks, 2002).

Auch das eingebrachte Fremdmaterial (Anker, Faden, Knoten) kann bei inkorrekt Lage die Knorpelfläche schädigen. Die korrekte Durchführung der Operationstechnik ist daher als essentiell anzusehen. (Habermeyer et al., 2004; Kircher, 2012; Lusardi, Wirth, Wurtz, & Rockwood, 1993; Zuckerman & Matsen, 1984)

Unsere Daten sollen dazu beitragen ein besseres Verständnis für die Entwicklung der Arthrose nach Instabilität und arthroskopischer Stabilisierung zu gewinnen. Außerdem sollen hierbei die Risikofaktoren besser erkannt und eingeschätzt werden.

1.3. Diagnostik

1.3.1. Anamnese

Die gezielte Anamnese umfasst unter anderem die Fragen nach Ursache (traumatisch - atraumatisch), Ausmaß (Subluxation - Luxation), Richtung (uni-, multidirektional), Häufigkeit und Möglichkeit der willentlichen Steuerung. Besondere Bedeutung kommt dem Vorliegen eines adäquaten Traumas zu. Auch der weitere Verlauf sollte dabei genau eruiert werden. (Scheibel & Imhoff, 2004)

Ziel ist bereits durch die Anamnese Richtung und Grad der Luxation festzustellen, bzw. eine Hyperlaxität von einer rein traumatisch bedingten Luxation zu unterscheiden, um unter Umständen auch Mischformen zu erkennen.

1.3.2. Körperliche Untersuchung

Die körperliche Untersuchung sollte systematisch und strukturiert ablaufen. Sie gliedert sich zunächst in die Inspektion, Palpation und Prüfung der Beweglichkeit, sowie spezielle Muskelfunktions- und Instabilitätstests. Die Strukturierung und Gewichtung der einzelnen Untersuchungsschritte kann abhängig vom Untersucher stark variieren. Folgende Beschreibung gilt nur als Beispiel mit besonderem Augenmerk auf die Untersuchung der instabilen Schulter. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Sowohl die Prüfung der aktiven und passiven Beweglichkeit, als auch die Prüfung der groben Muskelkraft sollte im Seitenvergleich erfolgen. Außerdem sollte auf den skapulo-thorakalen Rhythmus geachtet werden. Dyskinesien können einen Hinweis auf muskuläre Dysbalancen geben, die eine Fehlpositionierung der Skapula zur Folge haben können (Kibler, Sciascia, & Wilkes, 2012).

Mit besonderem Augenmerk auf eine instabile Schulter sollte die allgemeine Laxität geprüft werden. Hinweise geben hier unspezifische Parameter, wie die Überstreckbarkeit der Finger oder die Überstreckbarkeit im Ellenbogen. Objektiv messbar dabei ist der Daumen-Unterarm-Abstand, der bei Hyperlaxität vermindert ist.

Als spezifische Tests zur Laxitätsprüfung sind der Schubladentest, der Sulkustest, der Gagey-Test, sowie der Load-and-Shift Test zu nennen. Zur Instabilitätsprüfung werden dann der Apprehensionstest, bzw. der Fulcrumtest sowie der Relocation- und Release-Test herangezogen.

Bei dem Schubladentest wird die anteriore und posteriore Verschiebbarkeit des Humeruskopfes im Verhältnis zur Pfanne evaluiert (siehe Abb.: 1-11). Der Test wird am Patienten mit leicht nach vorne hängender Schulter durchgeführt. Der Patient sollte dabei die Schulter komplett entspannt hängen lassen, damit die muskuläre Stabilisierung größtmöglich ausgeschlossen werden kann. Der Untersucher fixiert mit einer Hand die Skapula, mit der anderen umgreift er den Oberarmkopf und versucht diesen im Glenoid nach vorne und hinten

zu verschieben. Auf eine vermehrte Translation im Vergleich zur Gegenseite sollte dabei geachtet werden. (Gerber & Ganz, 1984)

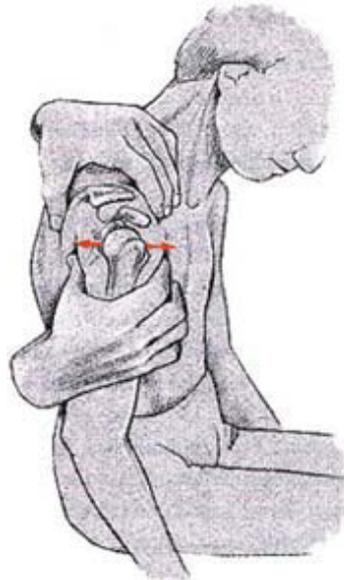


Abb.: 1-11 Schubladentest (Habermeyer et al., 2010)

Die inferiore Translation des Humeruskopfes wird mit dem Sulkustest überprüft (siehe Abb.: 1-12). Der Untersucher stabilisiert mit einer Hand die Skapula und zieht mit der anderen den Arm in Richtung der Achse nach kaudal. Unterhalb des Acromions zeigt sich ggf. eine deutliche Delle. Überwiegt dabei die eine Seite im Vergleich zur anderen, gilt das Sulkuszeichen als positiv. Nach Altchek werden 3 Grade unterschieden. Bei einer Tiefe der Rinne von 0 - 1cm spricht man von Grad 1. Grad 2 entspricht 1 - 2 cm und bei mehr als 2 cm geht man von einem Grad 3 aus. (Altchek, Warren, Skyhar, & Ortiz, 1991)

Ein positives Sulkuszeichen ist häufig mit einer multidirektionalen Instabilität vergesellschaftet (Charles S. Neer & Foster, 2001). Außerdem kann ein positives Sulkuszeichen in Außenrotationsstellung ein Hinweis auf eine Insuffizienz des Rotatorenintervalls oder des inferioren glenohumeralen Ligaments (IGHL) geben. In Innenrotation dagegen wird der posteriore Kapsel-Band-Komplex überprüft. (Greiner, Herrmann, Gerhardt, & Scheibel, 2009)

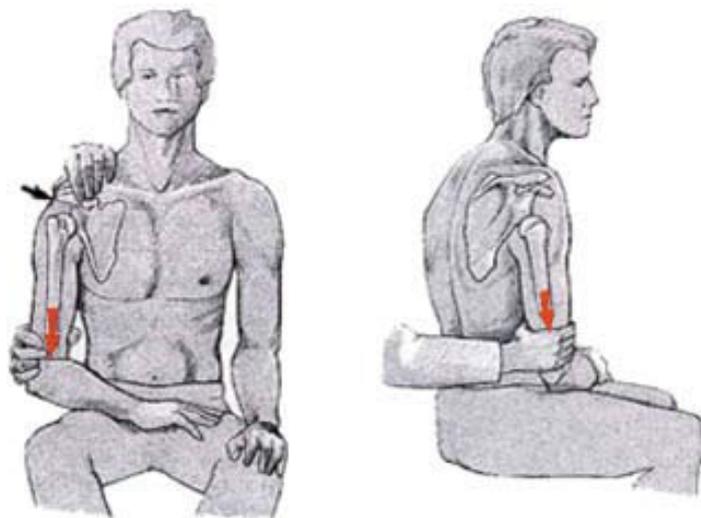


Abb.: 1-12 Sulkustest (Habermeyer, Lichtenberg, & Magosch, 2010)

Ein anderer Test, der die untere Kapsel und somit das IGHL auf Hyperlaxität prüft, ist der Gagey-Test. Der Oberarm des Patienten in Neutralrotation wird dabei passiv bei fixierter Skapula abduziert. Bei Patienten mit einer Instabilität ist eine vermehrte passive Abduktion möglich ($>105^\circ$). (Gagey & Gagey, 2001)

Der Load-and-Shift Test eignet sich zur Beurteilung der vorderen und hinteren Laxität (siehe Abb.: 1-13). Der Untersucher übt mit einer Hand am distalen Oberarm axialen Druck auf das Glenoid aus. Mit der anderen Hand an der Skapula wird der Oberarmkopf in der Pfanne verschoben bzw. dessen Verschiebbarkeit abgeschätzt. (Hawkins & Bokor, 1990)

Die Sensitivität der Untersuchung mittels des Load-and Shift-Test ist dabei in Narkose höher als am wachen Patienten (Lerat, Chotel, Besse, Moyen, & Brunet Guedj, 1994)

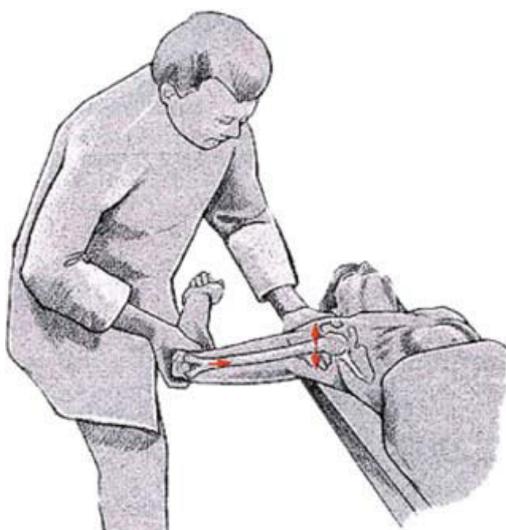


Abb.: 1-13 Load- and Shift-Test (Habermeyer et al., 2010)

Die Schulterlaxität wird nach Hawkins in 3 Grade eingeteilt. Grad 0 beschreibt dabei eine minimale oder geringe Verschiebbarkeit. Bei Grad 1 kann der Humeruskopf bis an den Rand des Glenoids verschoben werden. Wenn der Humeruskopf bis zur Hälfte seiner Breite auf den Rand des Glenoid kommt, spricht man von einem Grad 2. Die Reposition erfolgt dabei noch spontan. Bei einem Grad 3 verschiebt sich der gesamte Kopf über den Glenoidrand und eine spontane Reposition tritt nicht ein. (Hawkins & Bokor, 1990)

Für die Instabilitätsprüfung wird vor allem der Apprehension-Test herangezogen, mit dem die anteriore-inferiore Instabilität überprüft wird (siehe Abb.: 1-14) (Rowe & Zarins, 1981). Der Oberarm des Patienten wird vom Untersucher in eine Abduktion und Außenrotation geführt. Gleichzeitig übt der Untersucher mit der anderen Hand Druck von hinten oben auf den Humeruskopf aus. Bei einer muskulären Gegenspannung zur Verhinderung der Luxation bzw. Subluxation oder einem subjektiven Instabilitätsgefühl wird der Test als positiv gewertet. Dieser Test sollte in 60°, 90° und 120° Abduktion durchgeführt werden, da bei 60° Abduktion eher das mediale glenohumerale Ligament (MGHL) und bei 90° und 120° vorwiegend das inferiore glenohumerale Ligament (IGHL) auf ihre Funktionalität überprüft werden.

Der Apprehension-Test kann modifiziert auch im Liegen durchgeführt werden. Eine Möglichkeit ist der Fulcrum Test, bei dem eine Hand des Untersuchers als Widerlager unter die Schulter des Patienten geführt wird. So entsteht bei einer Abduktion-Außenrotationsbewegung ein Hebelmechanismus, der die (Sub-)Luxation provoziert.



Abb.: 1-14 Apprehension-Test (Habermeyer et al., 2010)

Bei dem Relocation-Test am liegenden Patienten wird die Skapula von hinten durch die Liege stabilisiert (siehe Abb.: 1-15). Der Arm wird in Abduktion und Außenrotation geführt. Sobald eine Muskelanspannung zur Verhinderung der Luxation auftritt, stabilisiert der Untersucher

den Oberarmkopf von ventral. Der Test wird positiv gewertet, wenn die Unsicherheit geringer wird und der Oberarm weiter außenrotiert werden kann. (Jobe, Tibone, Jobe, & RS, 1990)

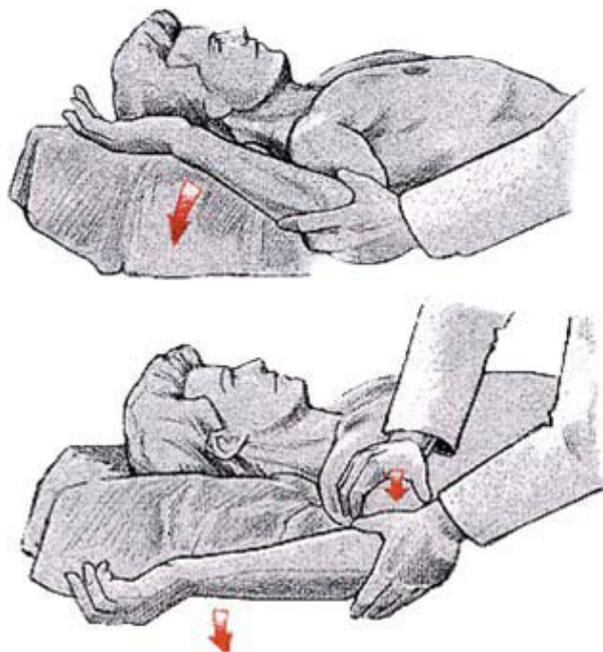


Abb.: 1-15 Relocation-Test (Habermeyer et al., 2010)

Der (Surprise-/Anterior-)Release-Test funktioniert ähnlich wie der Relocation-Test. Der außenrotierte, abduzierte Oberarm wird am Humeruskopf vom Untersucher stabilisiert. Wird der Druck am Oberarmkopf durch den Untersucher vermindert, kann eine Apprehension-Reaktion ausgelöst werden. (Gross & Distefano, 1997)

Bei Verdacht auf eine Instabilität sollte immer auch eine posteriore Instabilität ausgeschlossen werden. Zur Untersuchung hierfür gibt es mehrere spezifische Tests. Am häufigsten wird der Jerk-Test angewandt. Hierbei übt der Untersucher an dem 90° flektierten und innenrotierten Oberarm am Ellenbogen axialen Druck nach posterior aus. Der Schultergürtel wird dabei mit der anderen Hand abgestützt. Bei einer hinteren Instabilität kann so eine (Sub-)Luxation ausgelöst werden.

1.3.3. Bildgebung

Im Anschluss an die Anamnese und die körperliche Untersuchung folgt die bildgebende Diagnostik. In den Händen eines erfahrenen Untersuchers kann die Sonographie ein kostengünstiges, schnelles Verfahren sein, um vor allem Begleitverletzungen, wie Rotatorenmanschettenrupturen zu detektieren. Die Darstellung von Labrumläsionen ist hingegen nicht möglich. (Jerosch & Marquardt, 1993)

Zu den Standard-Röntgenaufnahmen für eine instabile Schulter gehören eine a.-p. Aufnahme, eine axiale Aufnahme, sowie eine Skapula-Y-Aufnahme (siehe Abb.: 1-16).

Eine anterior-posteriore Aufnahme ist eine orthograde Abbildung der Gelenkpfanne. Dabei ist auf eine gute Einsehbarkeit in den Gelenkspalt zu achten. Das Tuberculum majus ist radiologisch am Oberarm profilgebend. Der Vorteil dieser Aufnahme liegt darin, dass das Glenoid und der Humeruskopf sich nicht überlagern, so dass vor allem Frakturen am unteren Glenoidrand relativ gut abgegrenzt werden können.

Eine axiale Aufnahme eignet sich gut zur Darstellung des Glenohumeralgelenks und ist vor allem für die Diagnostik einer hinteren Luxation von Bedeutung. Außerdem kommt der Humeruskopf sehr gut zur Darstellung. Das Akromioklavikulargelenk kann in der Transversal-Ebene beurteilt werden. (Greiner et al., 2009)

Die Skapula-Y-Aufnahme erfolgt tangential zum Schulterblatt. Dadurch befindet sich das Glenoid im Zentrum und der Humeruskopf projiziert sich direkt darüber. Die Vorteile dieser Aufnahme liegen vor allem in der einfachen Durchführung, Reproduzierbarkeit und guten Darstellung der anatomischen Strukturen. Bei dieser Aufnahme kann das Acromion, das Korakoid, sowie die Spina Skapulae gut beurteilt werden. Eventuelle Glenoidrandfrakturen sind dabei weniger gut zu erkennen. (Rubin, Gray, & Green, 1974)

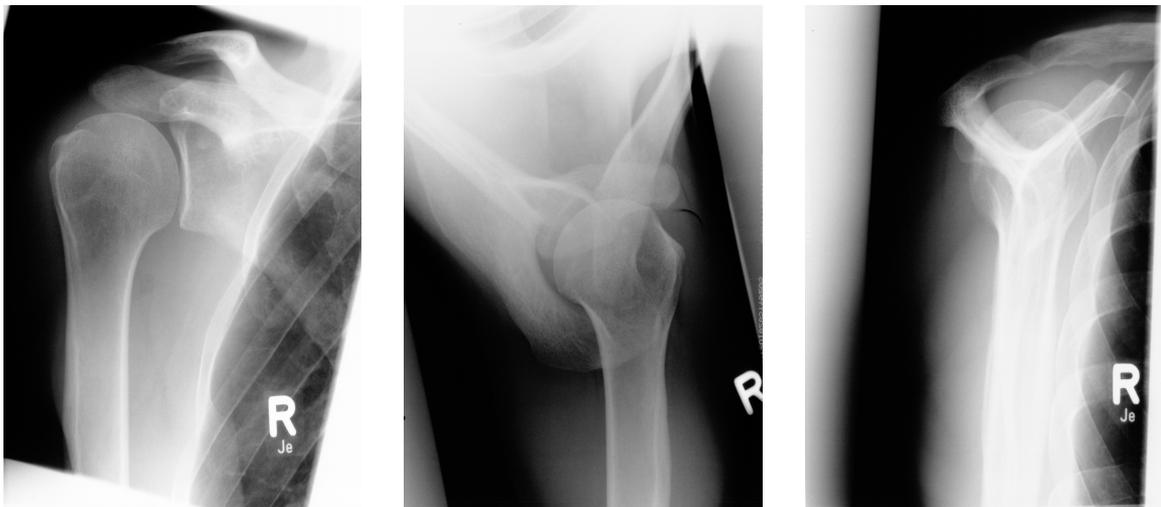


Abb.: 1-16 Röntgenaufnahme einer rechten Schulter links: a.-p.; mitte: axial; rechts: Skapula-Y-View (aus dem Archiv der Sportorthopädie Klinikum rechts der Isar)

Neben diesen drei genannten Aufnahmen gibt es noch zahlreiche weitere, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Je nach Befund der Röntgenbilder werden nach Bedarf, zur weiteren Beurteilung Schnittbildverfahren angefordert. Eine Computertomographie (CT) eignet sich hierbei vor allem zur Evaluierung der knöchernen Läsionen. Für die Darstellung ossärer Bankart-Verletzungen zeigt es die höchste Sensitivität (Callaghan, McNiesh, DeHaven, Savory, &

Polly, 1988). Trotzdem spielt das CT bei der Diagnostik der Schulterinstabilitäten aber eher eine untergeordnete Rolle.

Die Magnetresonanztomographie hat sich als diagnostisches Mittel zur Schulterinstabilität etabliert. Die Gabe von Gadolinium-Kontrastmittel intraartikulär verbessert dabei die Darstellung der relevanten Weichteilstrukturen. Dies ist vor allem auch bei einer chronischen Instabilität indiziert. Bei einer akuten Luxation kann auf die Kontrastmittelgabe verzichtet werden, da der Gelenkerguss hier als Kontrastmittel dient (Woertler & Waldt, 2006).

Im Vergleich zum CT sind Sensitivität und Spezifität bei der Beurteilung von Kapsel-Band-Verletzungen erhöht (Chandnani et al., 1993). Außerdem lassen sich sowohl die Rotatorenmanschetten-Läsionen, SLAP-Läsionen, als auch mögliche Knorpeldefekte besser darstellen. (Sano, Kato, Haga, Itoi, & Tabata, 1996; Waldt & Rummeny, 2006)

1.4. Therapie

1.4.1. Operationsindikation

Bei der OP-Indikationsstellung müssen unter anderem Alter, Ätiologie, Begleitpathologien und die Laxität des Gewebes berücksichtigt werden.

Bei einem jungen, sportlich aktiven Menschen mit einer traumatischen, unidirektionalen (anterior-inferioren) Erstluxation und einem hohem Funktionsanspruch ist, in der Regel, die operativen Primärstabilisierung indiziert. (Imhoff & Schmid, 2001; Kirkley, Werstine, Ratjek, & Griffin, 2005) Dies ergibt sich aus dem deutlichen höherem Reluxationsrisiko in diesem Kollektiv mit Reluxationsraten von bis zu 90% (Henry & Genung, 1982; Rowe, 1980; Ryf & Matter, 1993).

So konnte in zahlreichen Studien eine negative Korrelation zwischen Alter und Reluxationsrate erkannt werden. Je jünger ein Patient, desto höher ist das Risiko eine Reluxation zu erleiden (L. Hovelius, 1987; Rowe, 1980). Auch die Ausübung von Kontakt- oder Kollisionssportarten, wie z.B. Handball, Rugby und American Football oder Überkopfsportarten ist ein Risikofaktor für eine Reluxation. Die postoperative Immobilisation oder sportliche Betätigung scheinen allerdings keinen Einfluss auf eine erneute Instabilität zu haben. (Harris & Romeo, 2013; Kralinger, Golser, Wischatta, Wambacher, & Sperner, 2002)

Wird hingegen die Indikation zum primär konservativen Vorgehen gestellt, so erfolgt zunächst eine Immobilisation der Schulter in Innenrotation (Whelan, Litchfield, Wambolt, & Dainty, 2014). Itoi et al. beschrieben eine Ruhigstellung in Außenrotation wodurch eine bessere Adaptation des Kapselbandapparats an das Glenoid erreicht werden soll. Ob hiermit allerdings eine geringere Reluxationsrate erzielt werden kann ist umstritten. (Itoi et al., 2007; Itoi et al., 2001)

Der Immobilisationsphase schließt sich die Rehabilitationsphase mit Physiotherapie zum Wiedererlangen der Beweglichkeit und Kraft an. Letztendlich wird die Rückkehr zur

sportlichen Aktivität angestrebt. Häufig jedoch kommt es nach der konservativen Therapie zu einer Relaxation.

Kommt es im Verlauf jedoch zu einem weiteren Luxationereignis ist die operative Versorgung indiziert.

Beachten sollte man außerdem, dass mit jeder Luxation der Schulter auch das Risiko für ein noch weiteres Rezidiv ansteigt. Dies liegt unter anderem daran, dass die pathologischen Veränderungen nicht ausheilen und mit der Anzahl der Luxationen zunehmen. (Habermeyer et al., 1999)

Dies bestätigt sich auch durch die Erkenntnis, dass die Dauer der Immobilisation keinen Einfluss auf die Rezidivrate zu haben scheint (Ryf & Matter, 1993).

Eine Hyperlaxität sollte dabei vorher ausgeschlossen worden sein. Auch ohne Luxation der Schulter, aber bei bestehendem Unsicherheitsgefühl, ist unter Umständen eine operative Stabilisierung angeraten. Bei Kindern hingegen hat die konservative Therapie eine sehr gute Prognose und sollte in jedem Fall favorisiert werden. (H. Huber & Gerber, 1994)

1.4.2. Operationstechniken

1.4.2.1. Offene Schulterstabilisierung

Für die Behandlung der Schulterinstabilität gibt es zahlreiche Operationsverfahren, die grob in anatomische und extraanatomische Verfahren unterteilt werden können. Das Prinzip der anatomischen Verfahren ist dabei die bestmögliche Rekonstruktion der verletzten Strukturen. Bei den extraanatomischen Verfahren hingegen werden sekundäre, nicht-natürliche Barrieren eingesetzt, um den Humeruskopf zu stabilisieren. (Wiedemann, 2010)

Es werden 4 Grundprinzipien verfolgt: die Refixation des Labrum-Kapsel-Komplexes am Glenoidrand, die Kapselraffung, Rotationsosteotomien am proximalen Humerus und Knochenblockoperationen. (Gohlke & Eulert, 1991; Habermeyer et al., 2004)

Die Operation nach Bankart ist ein offenes Verfahren zur Refixierung des Labrum Kapsel-Komplexes am Pfannenrand. Es wurde bereits von Perthes 1906 beschrieben und galt lange Zeit als Goldstandard. (Bankart, 1923; Perthes, 1906)

Gerade bei mehreren Rezidivluxationen erhöht sich die Schädigung der anatomischen Strukturen, so dass eine Kapselraffung nötig sein kann. Häufig wird diese Technik zusätzlich zur Bankart-OP angewandt. Hierfür stehen neben der Kapselplastik nach Matsen, Warren oder Jobe viele weitere Methoden zur Verfügung. (F.A. Matsen et al., 1994)

Eine Rotationsosteotomie nach Weber kommt bei einer einhakenden Hill-Sachs-Läsion zum Einsatz. Ziel ist es, ein erneutes Einhaken der Hill-Sachs-Läsion durch eine Außenrotation des Humeruskopfes gegenüber dem Schaft zu verhindern. Diese Technik wurde jedoch auf Grund der hohen Invasivität nahezu vollständig verlassen (Weber, Simpson, & Hardegger, 1984)

Zu den Knochenblockoperationen gehören unter anderem die J-Span-Plastik und der Korakoidtransfer. Die J-Span-Plastik kommt bei einem größeren, ossären Substanzdefekt am Glenoid zum Einsatz. Hierbei wird am Beckenkamm ein Knochenspan entnommen, der zur Wiederherstellung der Gelenkfläche am Glenoid genutzt wird. Eine Alternative bietet der Korakoidtransfer, bei dem die Korakoidspitze an den ventralen Skapulahals versetzt wird. So wird der Knochendefekt ersetzt und zusätzlich die Kapsel durch einen Teil des korakocromialen Bandes sowie der gemeinsamen Ursprungssehne aus M. biceps brachii und M. coracobrachialis, sog. „conjoined tendon“, verstärkt. (Habermeier et al., 2004)

1.4.2.2. Arthroskopische Schulterstabilisierung

Durch die Verbesserung der Instrumentarien, Knotentechnik, Fadenankern und einem besseren Verständnis der anatomischen Strukturen, stellt die arthroskopische Operation mit Refixation des Kapsel-Labrum-Komplexes mittlerweile den Goldstandard bei Behandlung der vorderen Schulterinstabilität dar. (Imhoff, Anshah, et al., 2010)

In aktuellen Studien ist bezüglich Relaxationsrate oder der Rückkehr zum Sport kein Unterschied zwischen offenen oder arthroskopischen Verfahren auszumachen (Harris et al., 2013). Ein großer Vorteil des arthroskopischen Vorgehens ist, dass Begleitpathologien wie die SLAP-Läsion oder ein weites Rotatorenintervall arthroskopisch erkannt und therapiert werden können. Außerdem wird der M. Subscapularis im arthroskopischen Verfahren weitgehend geschont. Die Morbidität ist niedriger, die Rehabilitation verläuft meist schneller und es wird ein besseres kosmetisches Ergebnis erzielt. Zusätzlich fällt die Einschränkung der Außenrotation meist geringer aus. (Scheibel et al., 2007; Steinbeck, Witt, & Marquardt, 2009)

Wie bereits erwähnt, ist das operative Vorgehen immer vom Patienten und seiner Pathologie abhängig. Ein offenes Verfahren kann bei größeren Glenoiddefekten (> 25% Knochensubstanz) oder bei verhakten Luxationen mit großem Hill-Sachs-Defekt vorteilhaft sein. Die operative Stabilisierung zeigte bisher in mehreren Studien im Vergleich zur alleinigen konservativen Therapie eine deutlich geringere Relaxationsquote. (Bottoni et al., 2002; Kirkley, Griffin, Richards, Miniaci, & Mohtadi, 1999)

Es wurde unter anderem der Instability Severity Index Score entwickelt um das Risiko einer Relaxation abzuschätzen und die Entscheidung zu vereinfachen. Hierbei werden Risikofaktoren, wie das Alter des Patienten, die sportliche Aktivität (Wettkampfniveau, Kontakt-, Überkopfsportarten), Schulterhyperlaxität und vorhandene Hill-Sachs-Läsionen berücksichtigt. (Balg & Boileau, 2007)

Inwieweit eine offene Stabilisierungsoperation für Kontakt- und Überkopfsportler aufgrund des hohen Relaxationsrisikos in diesem Kollektiv indiziert ist, bleibt nach wie vor Gegenstand der Diskussion. (Mazzocca, Brown, Carreira, Hayden, & Romeo, 2005)

2. Material und Methoden

2.1. Ein- und Ausschlusskriterien

Für diese Studie wurden Patienten, die sich in der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München, einer arthroskopischen Schulterstabilisierung nach Bankart im Zeitraum von Dezember 1996 bis Dezember 2000 unterzogen hatten, berücksichtigt. Alle Patienten zeigten präoperativ eine symptomatische anteriore-inferiore Schulterinstabilität, mit vorangegangener einfacher oder mehrfacher (Sub-)Luxation.

Das Vorliegen einer begleitenden SLAP-Läsion (Superior Labrum Anterior to Posterior), sowie eine vorangegangene Stabilisierungsoperation, ob offen oder arthroskopisch, waren dabei keine Ausschlusskriterien. Der Mindest-Nachuntersuchungszeitraum betrug dabei 10 Jahre.

Von der Studie ausgeschlossen blieben Patienten mit einer multidirektionalen oder hinteren Instabilität, einer Rotatorenmanschettenruptur oder einer begleitenden knöchernen Bankartverletzung. Außerdem wurden Patienten mit einer generalisierten Bindegewebsschwäche bzw. Hyperlaxität, einer Systemerkrankung (z.B. Rheumatische Erkrankungen, Koagulopathien,...) oder neurologischen Erkrankungen, die den Schultergürtel betreffen, nicht berücksichtigt. Patienten, die eine alleinige Kapselraffung erhielten wurden ebenfalls nicht in die Studie aufgenommen.

2.2. Patientenkollektiv

Es konnten 96 von 165 Patienten, welche oben genannte Einschlusskriterien erfüllten, nach durchschnittlich 13 Jahren nachuntersucht werden. Da bei 4 Patienten eine beidseitige arthroskopische Schulterstabilisierung erfolgte, beläuft sich die Gesamtzahl der nachuntersuchten Schulter auf 100. Dies entspricht einer Follow-up Rate von 61%.

77 der 100 nachuntersuchten Schultern waren von männlichen Patienten, 23 von weiblichen. Bei 54 Patienten handelte es sich dabei um die rechte und bei 46 um die linke Schulter.

2.3. Operationstechnik

Zur arthroskopischen Schulterstabilisierung wird der Patient in Intubationsnarkose in der Beach-Chair-Position gelagert. Es erfolgt die Narkoseuntersuchung zur erneuten Verifizierung von Richtung und Ausmaß der Instabilität. Der zu operierende Arm wird in einem flexiblen Armhalter gelagert. Danach erfolgt das sterile Abwaschen und die knöchernen Landmarken werden eingezeichnet (Klavikula, Acromioclavikulargelenk,

Acromion, Processus Coracoideus und Spina Scapulae). Die geplanten Zugänge werden mit einer vasokonstriktiven Lösung unterspritzt und es erfolgt die Anlage des posterioren Portals im sogenannten „soft spot“ 2 cm unterhalb und 2 cm medial der postero-lateralen Acromionecke. (Tischer, Vogt, & Imhoff, 2007)

Zunächst erfolgt eine diagnostische Arthroskopie zur Feststellung der Pathologien und zur Dokumentation der Befunde. Anschließend wird ein antero-superiorer Arbeitszugang unter Sicht mittels Punktion durch eine Hohnadel angelegt (Outside-In). Dieser liegt ventral des Acromioklavikulargelenks knapp medial der langen Bizepssehne.

Mit einem Tasthaken werden zunächst der Kapsel-Labrum-Komplex und der Bizepssehnenanker auf Stabilität geprüft. Das abgerissene Labrum wird nun mobilisiert und die Glenoidkante mit dem Bankart-Messer angefrischt, um eine gute Durchblutung und somit bessere Einheilung zu gewährleisten (siehe Abb.: 2-1). (Paul, Vogt, Tischer, & Imhoff, 2009; Tischer et al., 2007)

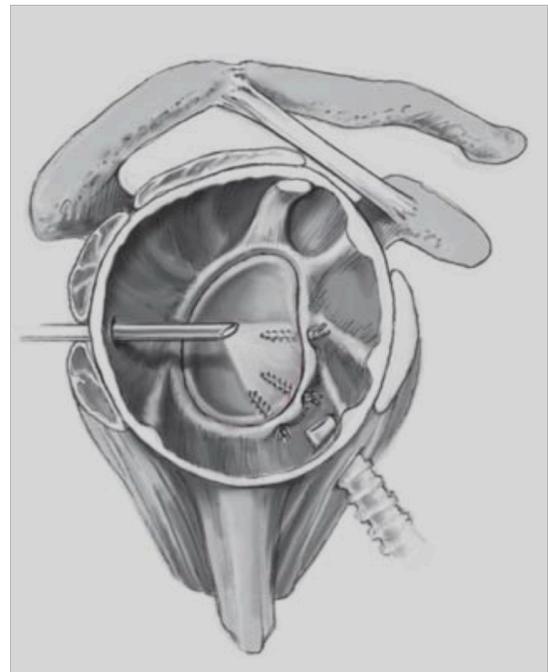


Abb.: 2-1 links: Anfrischen des Glenoidrandes, Blick durch das dorsale Standardportal (linke Schulter); rechts: Darstellung der Ankerpositionen in 3:00-, 4:30- und 5:30-Uhr-Position über den tiefem anterioren Zugang

An der Glenoidkante werden nun die späteren Ankerpositionen mit einer Kugelfräse oder einem Rongeur markiert. Typischerweise erfolgt die Ankerplatzierung an den Positionen 5:30-, 4:30- und 3:00-Uhr (rechte Schulter). Die Anzahl und exakte Position der Anker kann jedoch abhängig von dem Grad und der Größe der kapsuloligamentären Verletzungen variieren. Die unterste Ankerposition ist vor allem für die Refixierung des inferioren glenohumeralen Ligaments (IGHL) von großer Bedeutung. Um diesen Anker optimal zu platzieren wird ein tiefes anterior-inferiores Portal, das sog. 5:30 Portal, angelegt. Die Anlage dieses Zugangs erfolgt ca. 8 -10 cm distal des Proc. coracoideus, lateral der Axillarfalte, durch das untere Drittel des M. supscapularis. (De Simoni, Burkart, & Imhoff, 2000)

Anschließend erfolgt das Einbringen der Anker, wobei mit der tiefsten Ankerposition begonnen wird. Der Anker sollte in einem Winkel von ca. 135° zur Glenoidfläche eingebracht werden, um zum einen eine stabile Fixierung zu gewährleisten und zum anderen den Gelenkknorpel nicht zu verletzen. Die Fixierung des Neolabrum erfolgt dann durch Rutschknoten, die glenoidfern zu liegen kommen sollten.

Nach Abschluss der Stabilisierung sollte das Neolabrum anatomisch korrekt anliegen. Es erfolgt eine arthroskopische Kontrolle der Readaption des Kapsel-Labrum-Komplexes bei passiver Bewegung, um eine mögliche Einschränkung auszuschließen. (Tischer et al., 2007)

2.4. Nachbehandlung

Unmittelbar postoperativ wird eine Armschlinge für 24 Stunden angelegt. Diese kann im weiteren Verlauf zum Komfort des Patienten nachts getragen werden.

In der 1.-3. postoperativen Woche sind eine aktive Abduktion und Flexion von jeweils 45° erlaubt. Die Außenrotation ist auf -30° beschränkt und die Innenrotation ist freigegeben.

In der 4.-6. Wochen wird sowohl die Abduktion, als auch die Flexion auf 90° erhöht. Die Außenrotation ist bis 0° erlaubt.

Ab der 7. Woche ist die Bewegung frei gegeben. Regelmäßige Übungen unter physiotherapeutischer Anleitung sollten zur Humeruskopfzentrierung, sowie zu einer Verbesserung der Stabilisierungs- und Stützfunktion durchgeführt werden. Mit einer Rückkehr zum sportartspezifischen Training kann sukzessive wieder begonnen werden. Eine Wiederaufnahme von Überkopfsportarten sollte jedoch erst ab dem 6. postoperativen Monat erfolgen. (Imhoff, Beitzel, Stamer, & Klein, 2010)

2.5. Instrumente

Die Datenerhebung erfolgte anhand eines Fragebogens mit etablierten Schulter-Scores, klinischer Untersuchung und einer Röntgenbildgebung der betroffenen Schulter.

Aus einer bereits bestehenden Datenbank wurden folgende Daten, erfasst:

- Alter,
- Geschlecht,
- Seitendominanz,
- betroffene Seite,
- Datum der Erstluxation,
- Instabilitätsintervall
- Voroperationen,
- präoperative Luxationszahl,

- Datum der Operation,
- SLAP-Läsion,
- Ankertyp und Ankerzahl

So wurde eine mögliche Verzerrung durch eine retrospektive Befragung minimiert.

2.5.1. Fragebogen

Anhand des Fragebogens wurden zunächst allgemeinen Fragen zur Person sowie demographischen Daten der Patienten erhoben. Daneben wurde nach der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis (sehr zufrieden, zufrieden, recht zufrieden oder unzufrieden), sowie nach Schmerzen und Problemen mit der betroffenen Schulter gefragt (sehr zufrieden, zufrieden, recht zufrieden oder unzufrieden).

Die Schmerzen wurden auf einer Visuellen Analog Skala (VAS) angegeben (Richards et al., 1994). Diese ist in 10 gleiche Abschnitte untergliedert, wobei 0 für keine Schmerzen und 10 für größtmögliche Schmerzen steht.

Das subjektive Stabilitätsgefühl der operierten Schulter wurde ebenso anhand einer VAS-Skala erhoben.

Folgende Scores wurden in der vorliegenden Studie erhoben: Rowe-Score, Constant-Score, Dawson-12-Questionnaire und ASES-Score

Der Schulterinstabilitäts-Score nach Rowe ist in die Kriterien Funktionalität, Stabilität und Beweglichkeit unterteilt (Rowe, Patel, & Southmayd, 1978). Hierbei werden Stabilität (50%) und Beweglichkeit (20%) objektiv bewertet und die Funktionalität (30%) wird subjektiv erfasst. Je nach bestzutreffender Aussage werden Punkte vergeben, so dass die Höchstpunktzahl 100 beträgt, was einem exzellenten Ergebnis (100 - 90) entspricht. 89 - 75 Punkte entsprechen einem guten Ergebnis und 74 - 51 einem mäßigen. Weniger als 51 Punkte sind mit einem schlechten Ergebnis gleichzustellen.

Der Dawson-12-Questionnaire ist ein speziell für die Schulterinstabilität entwickelter Fragebogen (Dawson, Fitzpatrick, & Carr, 1999). Hierbei werden 12 Fragen, die sich auf die Luxationshäufigkeit, Schmerzqualität und Ausführen von Alltagsaktivitäten beziehen, vom Patienten beantwortet. Bei jeder Frage gibt es dabei jeweils eine Auswahl von 5 Antwortmöglichkeiten, die mit 1-5 Punkten bewertet werden. Eine niedrige Punktzahl entspricht dabei einem besseren Ergebnis. Insgesamt können so Punktwerte von 12 (optimal) bis maximal 60 (schlecht) erreicht werden.

Der ASES-Score (American Shoulder and Elbow Surgeons) ist in zwei Teile untergliedert (Richards et al., 1994). 50% betreffen die Schmerzen des Patienten, die auf einer Visuellen Analog Skala (VAS) angegeben werden, und 50% die Bewältigung von Alltagsaktivitäten (Activity of daily life = ADL), die mit einem Fragebogen erfasst werden. Zur Berechnung des ASES-Scores wird folgende Formel angewendet ($[10 - \text{VAS-Wert}] \times 5 + \text{ADL-Wert} \times 5/3$). Maximal können 100 Punkte erzielt werden. Der ASES-Score besteht durch seine leichte

Anwendbarkeit, die Bewertung von alltäglichen Bewegungen und die Beachtung der subjektiven Bewertung des Patienten. (Clarke, Dewing, Schroder, Solomon, & Provencher, 2009)

Der Schulter-Score nach Constant und Murley teilt sich in die Kategorien Schmerz (15%), Bewältigung von Alltagsaktivitäten (20%), Motilität (40%) und Kraft (25%) auf (Constant & Murley, 1987). Sowohl Beweglichkeit, als auch Kraft, die mithilfe eines Isobex-Kraftmessgerätes (Isobex 3.0, Primatron AG, Bern, Switzerland) gemessen wurde, werden objektiv (65%) evaluiert, wohingegen Schmerz und die Alltagsaktivitäten subjektiv (35%) beurteilt werden. Auch hier können bestenfalls 100 Punkte erreicht werden, die mit einem ausgezeichneten Ergebnis (100 - 91) gleichzusetzen sind. 90 - 81 Punkte stehen für ein gutes, 80 - 71 für ein befriedigendes und 70 - 61 für ein ausreichendes Ergebnis. Weniger als 61 Punkte im Constant-Score werden als schlecht gewertet.

2.5.2. Klinische Untersuchung

Neben der oben genannten klinischen Untersuchung zur Erhebung des Constant-Scores wurde ein mögliches Außenrotationsdefizit in 0° Abduktion, als auch in 90° Abduktion evaluiert

2.5.3. Röntgenbildgebung

Die Röntgenbildgebung der Schulter erfolgte in der radiologischen Abteilung des Klinikums rechts der Isar. Es wurde jeweils eine anterior-posteriore (true-AP), sowie eine laterale Aufnahme (Y-View) gewonnen.

Zur Bestimmung des Arthrose-Grades wurde die Einteilung nach Samilson-Prieto herangezogen (Samilson & Prieto, 1983). Hierbei wird besonders auf die Größe der kaudalen Osteophyten am Glenohumeralgelenk geachtet und aufgrund dessen werden drei Grade unterteilt (siehe Abb.: 2-2). Bei dem Grad I sind die Osteophyten noch kleiner als 0,3 cm. Grad II entspricht Osteophyten einer Größe zwischen 0,3 cm und 0,7 cm und Osteophyten mit einer Größe von mehr als 0,7 cm werden einem Grad III zugeordnet. Bei dem Grad III kann zusätzlich noch eine Sklerosierung, Gelenkspaltverschmälerung und ein Kongruitätsverlust bestehen (siehe Abb.: 2-3). (Brunner, 2009)

Die Beurteilung erfolgte gemeinsam durch einen erfahrenen Schulterchirurgen und durch eine im Bereich der muskuloskeletalen Bildgebung spezialisierte Radiologin.

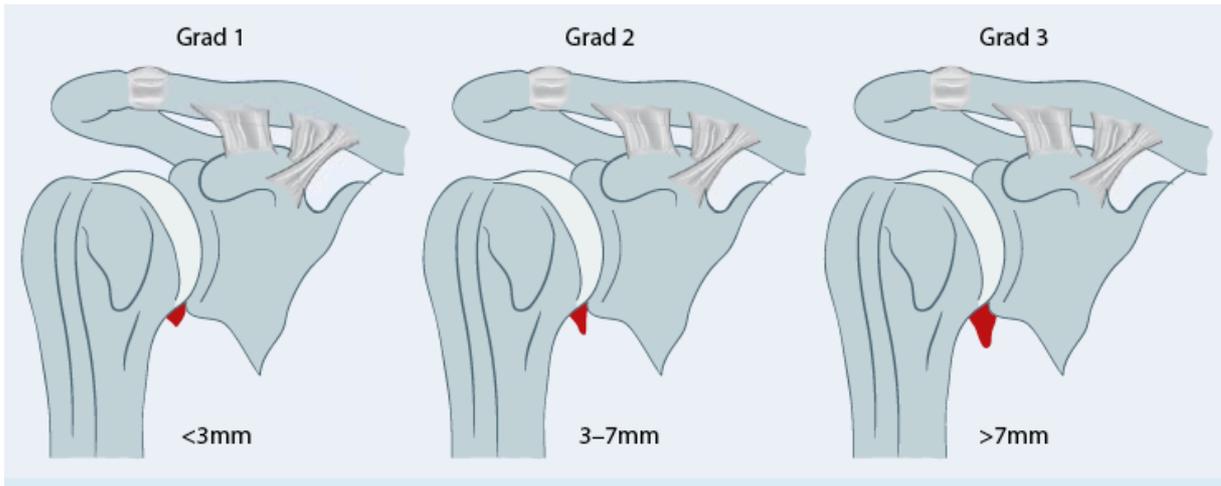


Abb.: 2-2 Einteilung der Arthrosegrade nach Samilson-Prieto anhand der Größe der kaudalen Osteophyten (Brunner, 2009)

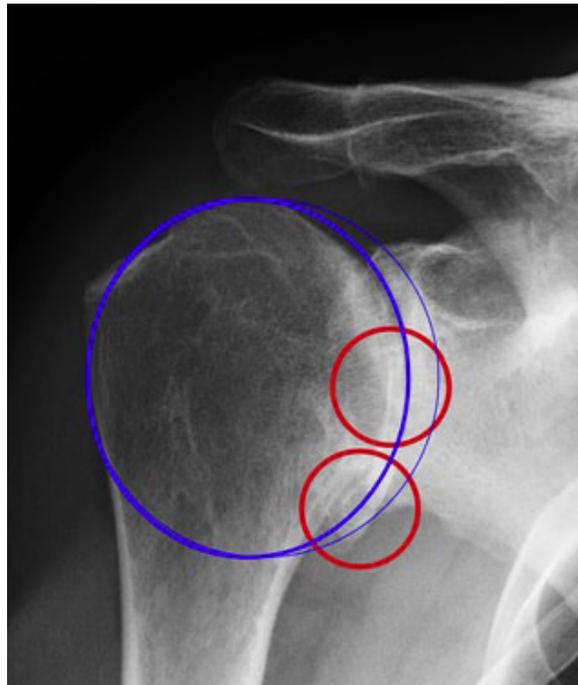


Abb.: 2-3 Röntgenaufnahme (a.p.) der rechten Schulter mit fortgeschrittener Omarthrose; der obere rote Kreis markiert den aufgehobenen Gelenkspalt, der untere rote Kreis markiert den kaudalen Osteophyten, der blaue Kreis illustriert das Ausmaß der Deformierung des Humeruskopfes zur sphärischen Ergänzung in Bezug zur erhaltenen Geometrie der Tuberkula und der Metaphyse (Kircher, 2012)

2.6. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit der SPSS Software Version 21 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Für die graphische Darstellung wurden Microsoft® Excel® for Mac 2011 genutzt.

Alle Daten wurden mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf eine Normalverteilung überprüft. Die normalverteilten Datensätze wurden mit dem T-Test analysiert und die nicht-normalverteilten mit dem Mann-Whitney-U- bzw. Kruskal-Wallis-Test.

Um eine Korrelation zwischen Osteoarthritis und möglichen Risikofaktoren festzustellen, wurde der Spearmans Rangkorrelationskoeffizient herangezogen. Dichotome Daten wurden mit dem Chi-Quadrat-Test überprüft. Als Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ gewählt.

3. Ergebnisse und Auswertung

3.1. Follow-up

Die Nachuntersuchung erfolgte nach durchschnittlich 13 Jahren ($156,2 \pm 18,5$ Monate), wobei das kürzeste Zeitintervall bei 10,1 Jahren (121 Monate) und das längste bei 17,2 Jahren (206 Monate) lag. Die Patienten waren im Durchschnitt bei der Nachuntersuchung $40,8 \pm 7,8$ Jahre alt.

In 19 Fällen (19%) wurde zusätzlich eine Rekonstruktion des superioren Labrums (SLAP-Repair) durchgeführt. Bei 15 Schultern (15%) handelte es sich um eine Revisions-Stabilisierung (10% arthroskopisch und 5% offen).

In dem nachuntersuchten Kollektiv kam es weder zu neurovaskulären Komplikationen, noch zu postoperativen Infektionen oder einer postoperativen Schulter-Steife, die ein operatives Vorgehen notwendig gemacht hätte.

3.2. Dominanz, Seitenverteilung und Ankertyp

Von den 100 nachuntersuchten Schultern waren 77 (77%) von männlichen und 23 (23%) von weiblichen Patienten (siehe Diagramm 3-1). 54 (54%) mal war dabei die rechte Seite und 46 (46%) mal die linke Seite betroffen (siehe Diagramm 3-2). In 88 (88%) Fällen handelte es sich in unserem Kollektiv um die dominante Seite und in 12 (12%) Fällen um die nicht-dominante Seite (siehe Diagramm 3-3).

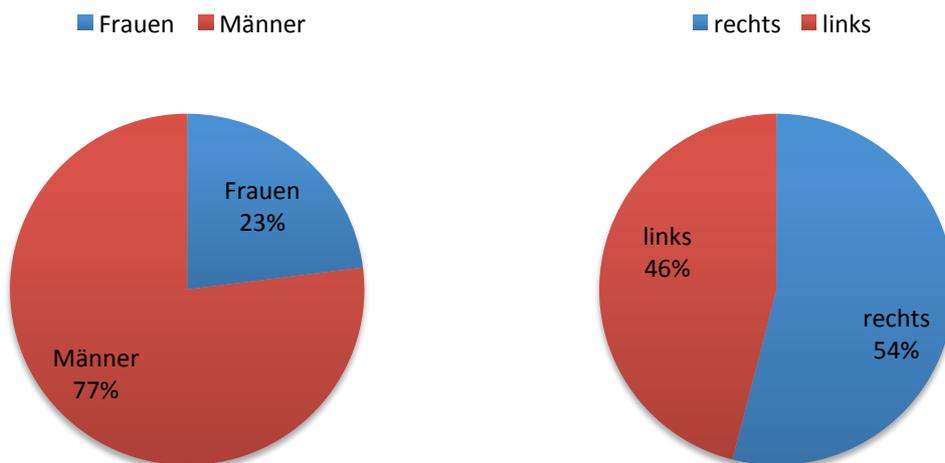


Diagramm 3-1: Geschlechterverteilung

Diagramm 3-2: Seitenverteilung

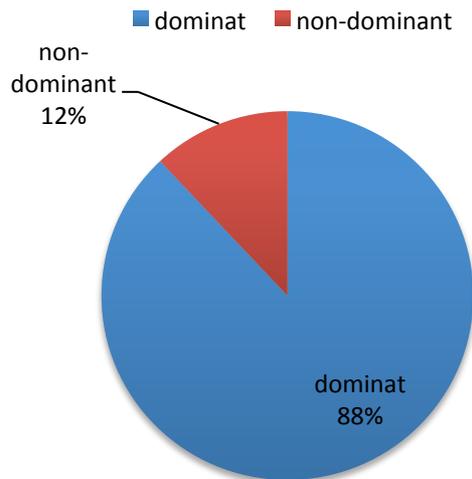


Diagramm 3-3: Händigkeitverteilung

Bei der arthroskopischen Stabilisierungsoperation wurden drei verschiedenen Ankertypen verwendet. 76 mal wurde dabei der (Bio) FASTak Anker der Firma Arthrex verwendet (76%), 14 mal der Suretac Anker der Firma Smith & Nephew (14%) und 10 mal der Panalok Anker von DePuy Mitek (10%) (siehe Diagramm 3-4).

Zur Stabilisierung wurden im Mittel 3 Anker eingebracht. Mindestens waren hierbei 2 Anker nötig und in einem Fall wurden 7 Anker verwendet (siehe Diagramm 3-5).

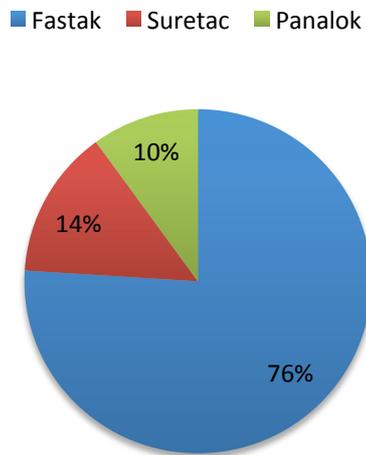


Diagramm 3-4: Ankertyp

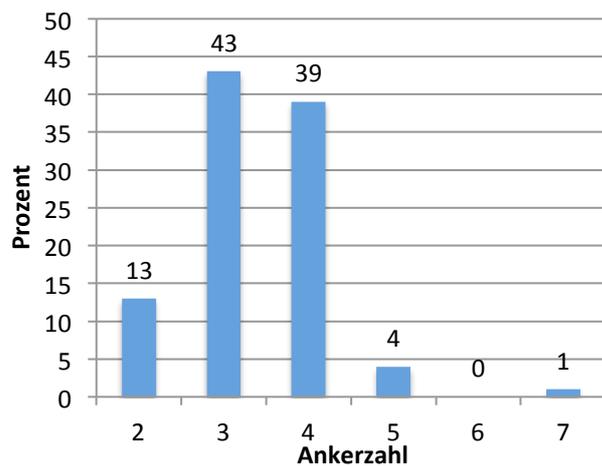


Diagramm 3-5: Ankerzahl

3.3. Altersverteilung bei Operation

Das Durchschnittsalter der Patienten bei der Operation betrug $27,7 \pm 7,7$ Jahre. Der Median lag bei 26,7 Jahren, wobei der jüngste Patient bei der Operation 15,1 Jahre und der älteste 56,7 Jahre alt war.

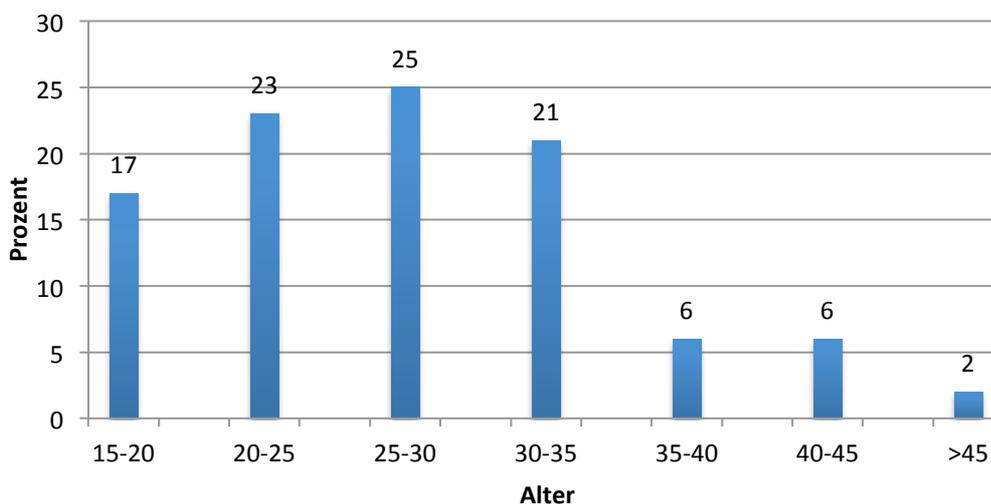


Diagramm 3-6: Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Operation

3.4. Altersverteilung bei Erstluxation, Instabilitätsintervall und Luxationszahl

Im Durchschnitt waren die Patienten bei der ersten Luxation $23,1 \pm 6,7$ Jahre alt. Die früheste Luxation trat mit 10 Jahren und die späteste mit 43 Jahren auf.

Der Median des Zeitintervalls von der ersten Luxation bis zur Operation lag bei 23,3 Monaten. Das kürzeste Zeitintervall entsprach 0,6 Monaten und das längste 338,5 Monaten (28,2 Jahre).

Der Median bezüglich der Zahl der Luxation präoperativ betrug 5. Die Zahl variierte dabei zwischen reinen Subluxationen ohne gesicherte komplette Schulterluxation bis zu 99 bzw. rezidivierenden Luxationen.

3.5. Luxationsrezidiv

Bei den 100 nachuntersuchten Schultern kam es in 79 Fällen (79%) zu keiner erneuten Luxation der Schulter. 21 Patienten (21%) beklagten eine Reluxation. Diese war bei 19 Patienten (19%) traumatischer Genese, davon bei 6 Patienten (6%) in Zusammenhang mit einer sportlichen Tätigkeit. Bei 2 Patienten (2%) erfolgte die erneute Luxation atraumatisch

(siehe Diagramm 7). In 14 Fällen erfolgte nach dem Rezidiv eine Revisionstabilisierung der Schulter.

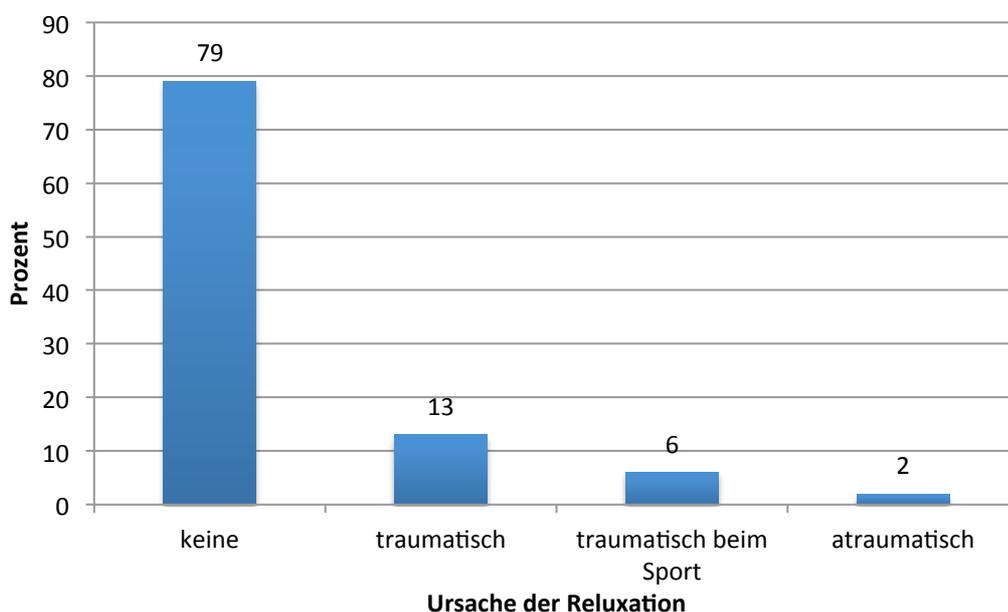


Diagramm 3-7: Zahl der Reluxationen nach der Reluxationsursache

3.6. Patientenzufriedenheit, subjektive Instabilität und Schmerz

93 Patienten (93%) waren mit dem Operationsergebnis zufrieden oder sehr zufrieden (62%). 7 Patienten (7%) waren mit dem Ergebnis unzufrieden.

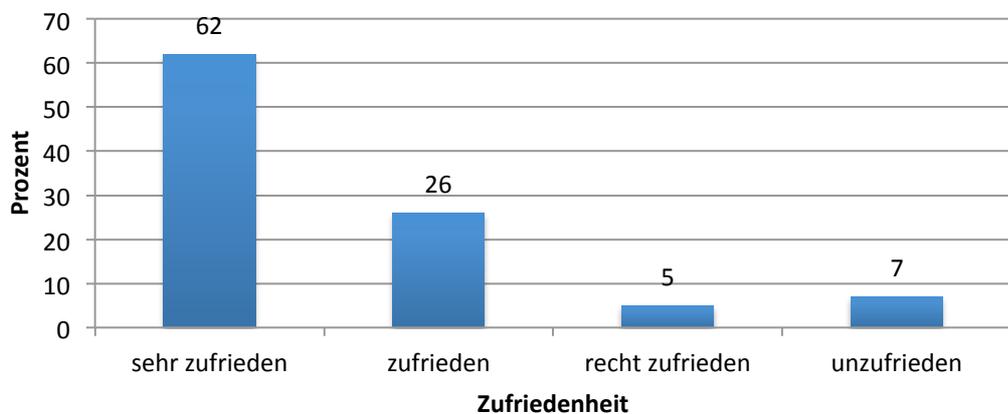


Diagramm 3-8: Patientenzufriedenheit

In Bezug auf ein bestehendes Instabilitätsgefühl klagten 38 Patienten (38%) weiterhin über ein bestehendes subjektives Instabilitätsgefühl in der Schulter. 62 Patienten (62%) gaben kein Instabilitätsgefühl an.

Auf der Visuellen Analog-Scala für subjektiv empfundene Schmerzen in der operierten Schulter gaben die Patienten einen Durchschnittswert von $1 \pm 1,6$ Punkten an. Die Angaben reichten dabei von 0 bzw. keinem Schmerz bis 8.

66 Patienten (66%) gaben an, keine Schmerzen (0 Punkte auf der VAS) mehr in der Schulter zu verspüren. In 25 Fällen (25%) wurden milde Schmerzen (1-3 Punkte) angegeben. 7 Patienten gaben (7%) mäßige Schmerzen (4-7 Punkte) an und 2 Patienten (2%) beklagten starke Schmerzen (8-10 Punkte) in der operierten Schulter.

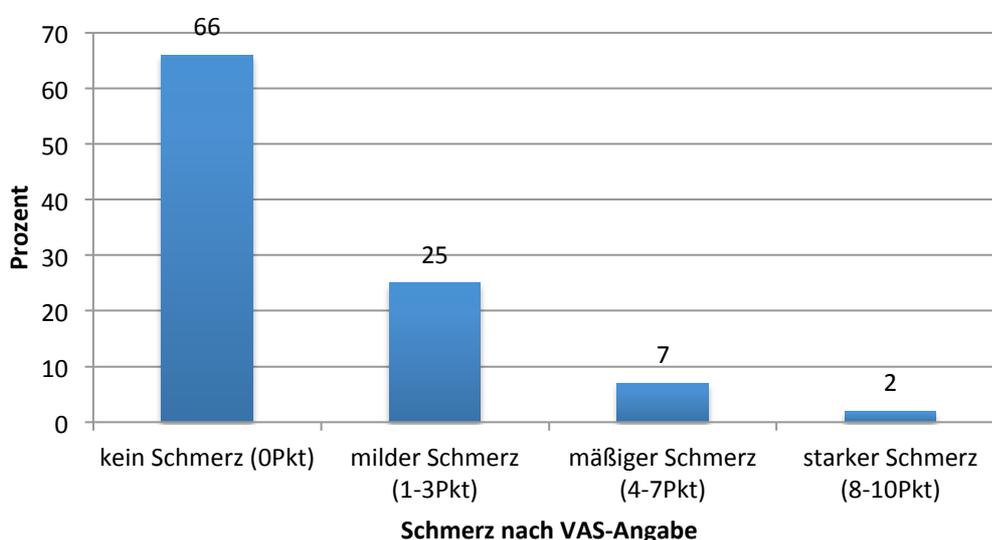


Diagramm 3-9: Subjektive Schmerzangabe der operierten Schulter auf der visuellen Analog-Scala (VAS)

3.7. Scores

3.7.1. Rowe-Score

Bei der Bewertung des Rowe-Score lag der Median bei 90 Punkten, wobei der niedrigste Wert bei 15 und der höchste Wert bei 100 Punkten lag. Dies entspricht einem exzellentem Ergebnis (90 Punkte) (siehe 2.5.1. Fragebogen).

Von den insgesamt 100 nachuntersuchten Patienten erreichten 55 (55%) ein exzellentes Ergebnis, 10 ein gutes (10%) und 27 ein mäßiges (27%). Bei 8 Patienten (8%) wurde durch den Rowe-Score ein schlechtes Ergebnis ermittelt.

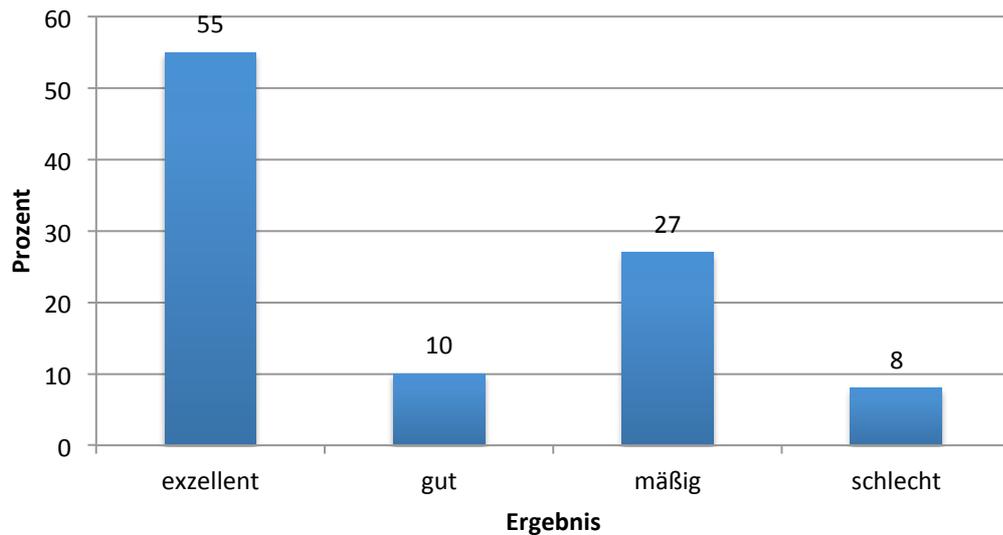


Diagramm 3-10: Ergebnisse im Rowe-Score nach dem üblichen Bewertungsschema

3.7.2. Constant-Score

Die Auswertung des Constant-Scores ergab einen Mittelwert von 94 Punkten (46 -100). Dies entspricht einem ausgezeichneten Ergebnis.

Insgesamt konnten aus dem nachuntersuchten Kollektiv 65 Patienten (65%) nach der gängigen Bewertung (siehe 2.5.1. Fragebogen) ein sehr gutes Ergebnis erzielen. 27 Fälle entsprachen einem guten Ergebnis (27%), 5 Patienten (5%) erreichten ein befriedigendes Ergebnis und ein Patient ein ausreichendes Ergebnis. In zwei Fällen (2%) entsprach der Score einem schlechten Ergebnis. Diese Patienten beklagten zusätzlich auch eine Relaxation nach der Stabilisierungsoperation.

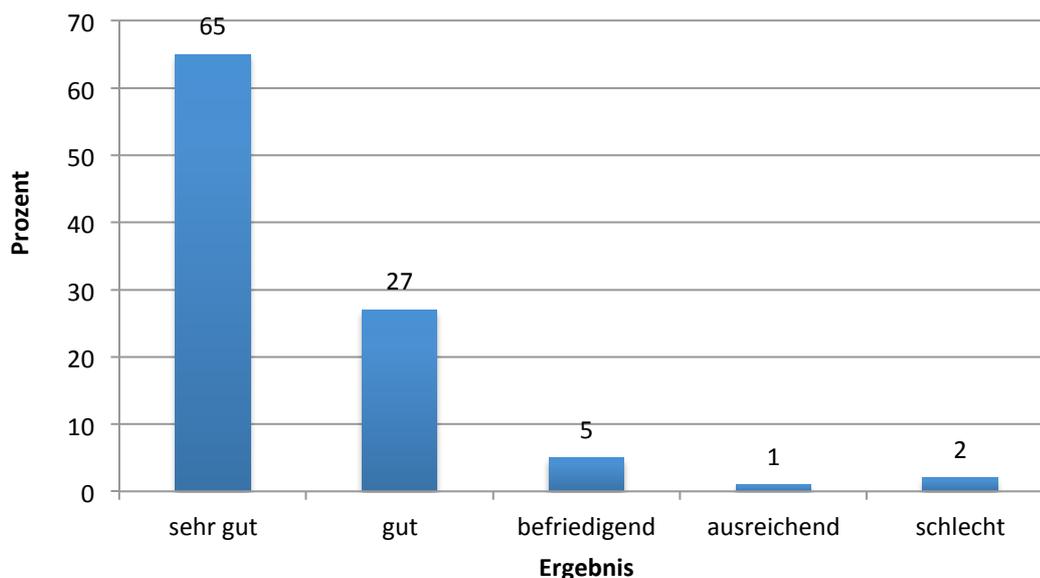


Diagramm 3-11: Ergebnisse im Constant-Score nach dem üblichen Bewertungsschema

3.7.3. Dawson-12-Q und ASES-Score

In dem Dawson-12-Questionnaire wurden durchschnittlich $18,1 \pm 7,2$ Punkte erreicht. Der Median lag bei 15 Punkten (12 – 37).

Die 100 nachuntersuchten Patienten erzielten im ASES- Score einen Median von 91,7 Punkten. Der schlechteste Wert entsprach dabei 31,6 Punkten, der Beste 100. Zur Berechnung des Score wurden die Werte aus der visuellen Analog-Scala (VAS) für Schmerz, die bereits beschrieben wurden (siehe 3.6. Patientenzufriedenheit), verwendet.

3.8. Außenrotationseinschränkung

Bei 0° Abduktion der Schulter konnte ein durchschnittliches Defizit der Außenrotation von $5,5^\circ \pm 13,3^\circ$ im Vergleich zur Gegenseite festgestellt werden. Das größte Defizit lag dabei bei 80° .

In 90° Abduktionsstellung der Schulter lag das Defizit der Außenrotation im Durchschnitt bei $5,1^\circ \pm 9,8$. Die größte Einschränkung lag hierbei bei 40° im Vergleich zur Gegenseite.

3.9. Sekundäre Omarthrose und ihre Risikofaktoren

In dem von uns nachuntersuchten Kollektiv zeigten 69 Schultern (69%) Anzeichen einer glenohumeralen Arthrose. Nach der Samilson Klassifikation entsprachen dabei 41 Schulter (41%) einer milden Arthrose (Grad I), 16 Schultern (16%) einer moderaten Arthrose (Grad II) und 12 Schultern (12%) einer schweren Arthrose (Grad III).

Bei Betrachtung der Röntgenbilder mit Anzeichen einer glenohumeralen Arthrose (n=69), zeigten 59,4% von ihnen milde (Grad I), 23,2% mäßige (Grad II) und 17,4% deutliche Veränderungen (Grad III).

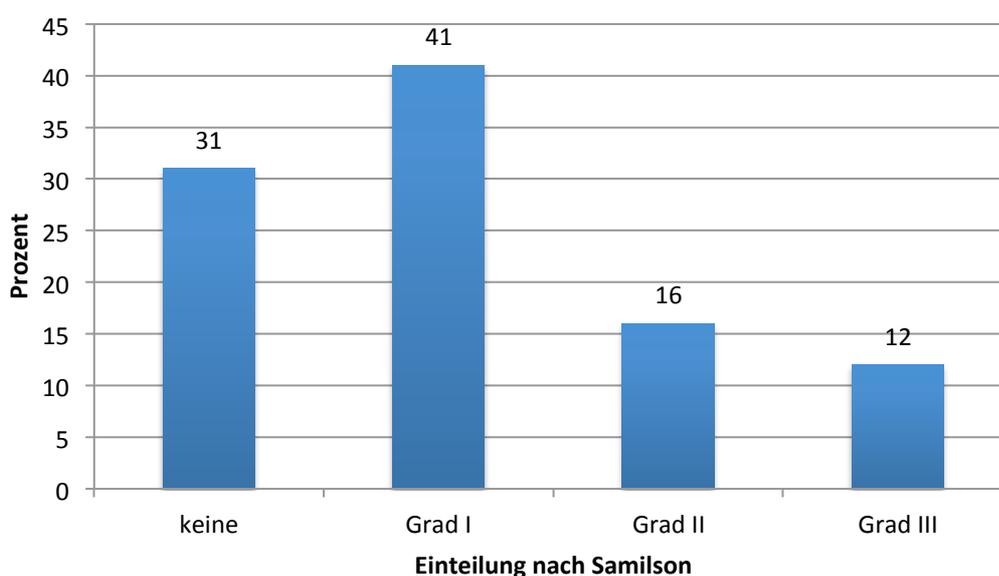


Diagramm 3-12: Arthrose nach Samilson

3.9.1. Arthrose und Alter

Patienten ohne radiologische Zeichen einer Arthrose bei der Nachuntersuchung waren mit einem Durchschnittsalter von $20,7 \pm 4,3$ (12 - 29) Jahren zum Zeitpunkt der Erstluxation signifikant jünger als Patienten mit Arthrose-Zeichen ($p= 0,014$). Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Erstluxation in der zweiten Gruppe betrug $24,2 \pm 7,3$ Jahre (10 - 43). Auch der Ausprägungsgrad der arthrotischen Veränderungen im Röntgenbild korreliert signifikant mit dem Alter des Patienten bei der Erstluxation ($p= 0,005$). Diagramm 3-13 beschreibt das Auftreten der Arthrose in Abhängigkeit vom Alter des Patienten bei Erstluxation.

In der jüngsten Altersgruppe (<15y) (n= 9) zeigten 2 Patienten (22,2%) keine und 6 Patienten (66,7%) milde Anzeichen (Grad I) einer Arthrose. Mäßige Anzeichen (Grad II) wurden bei einem Patienten (11,1%) gefunden.

Die Patienten aus der Altersgruppe, die im Alter von 15 – 25 Jahren das erste Mal ihre Schulter luxierten (n= 59), zeigten in 23 Fällen (40%) keine degenerativen Veränderungen. Bei 21 Patienten (35,6%) wurde eine milde Arthrose (Grad I) diagnostiziert. 7 Patienten (11,9%) zeigten eine moderate (Grad II) und 8 (13,6%) eine schwere Arthrose (Grad III).

In der Gruppe, in der die Erstluxation zwischen 25-35 Jahren stattfand (n= 28) wurden bei 6 Patienten (21,4%) keine Anzeichen für eine Arthrose erkannt. 11 Patienten (39,3%) zeigten milde Anzeichen (Grad I), 8 Patienten (28,6%) zeigten moderate (Grad II) und 3 Patienten (10,7%) zeigten deutliche Veränderungen (Grad III).

Patienten, bei denen sich die Erstluxation nach dem 35. Lebensjahr ereignete (n= 4), zeigten in 3 Fällen (75%) eine milde Arthrose (Grad I) und in einem Fall (25%) wurde eine schwere Arthrose (Grad III) diagnostiziert.

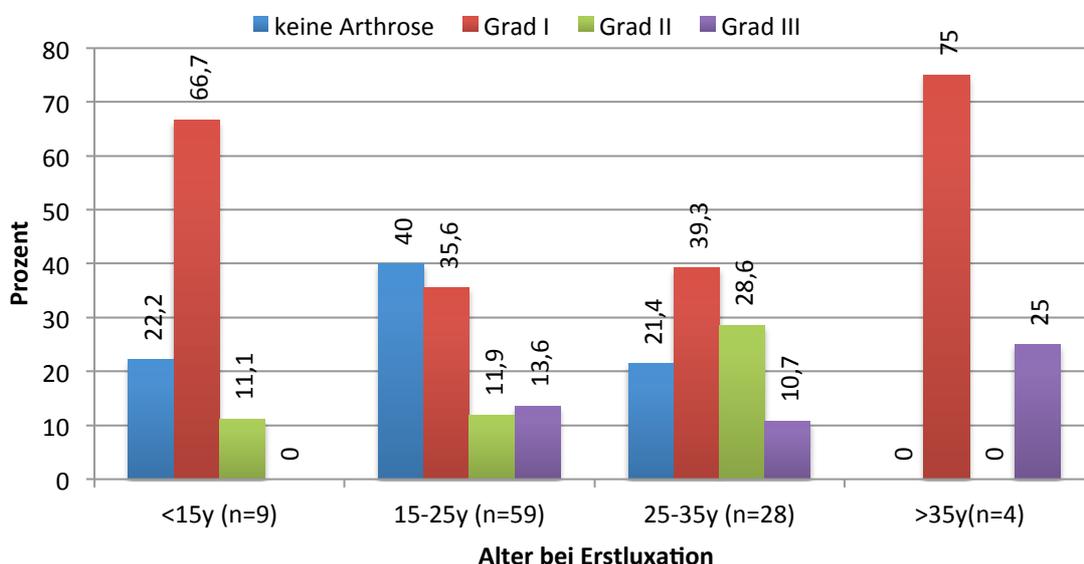


Diagramm 3-13: Arthrose abhängig vom Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Erstluxation

Das Alter zum Zeitpunkt der operativen Versorgung betrug bei den 31 Patienten ohne arthrotische Veränderungen im Röntgenbild $24,7 \pm 5,8$ Jahre (17– 40), bzw. bei denen mit Veränderungen $29,1 \pm 8,2$ Jahre (15 – 57) ($p = 0,009$). Auch der Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Arthrose und dem Alter des Patienten bei der Operation stellt sich als signifikant dar ($p = 0,002$).

Der Ausprägungsgrad der Arthrose in Abhängigkeit vom Operationsalter des Patienten ist in folgender Graphik dargestellt (siehe Diagramm 3-14). Es zeigt sich ein ähnliches Bild wie in der vorherigen Darstellung.

In der jüngsten Patientengruppe (n= 40) zeigten sich in 18 Fällen (45%) keine Anzeichen für eine Arthrose und in 15 Fällen (37,5%) sehr milde Anzeichen (Grad I). Moderate Anzeichen wurden hier bei 4 Patienten (10%) und schwere bei 3 Patienten (7,5%) gefunden.

In der Altersgruppe von 25 - 35 Jahren (n= 46) fanden sich bei 11 Patienten (23,9%) keine degenerativen Veränderungen. 18 Patienten (39,1 %) wiesen hier leichte Veränderungen (Grad I) und 11 Patienten (23,9%) moderate Veränderungen (Grad II) auf. Bei 6 Patienten (13%) zeigten sich deutliche Anzeichen einer Arthrose.

In der Gruppe, die sich im Alter von 35 - 45 Jahren der Stabilisierungsoperation unterzogen hat (n= 12), stellten sich in 2 Fällen (16,7%) keine Anzeichen für eine Arthrose dar. 7 Patienten (66,7%) zeigten milde Anzeichen (Grad I), einer (8,3%) zeigte mäßige Anzeichen (Grad II) und ein weiterer (8,3%) schwere (Grad III).

In der letzten Gruppe, in der die Patienten nach dem 45. Lebensjahr die arthroskopische Operation erhielten (n= 2), zeigten beide (100%) deutliche Anzeichen einer Arthrose (Grad III).

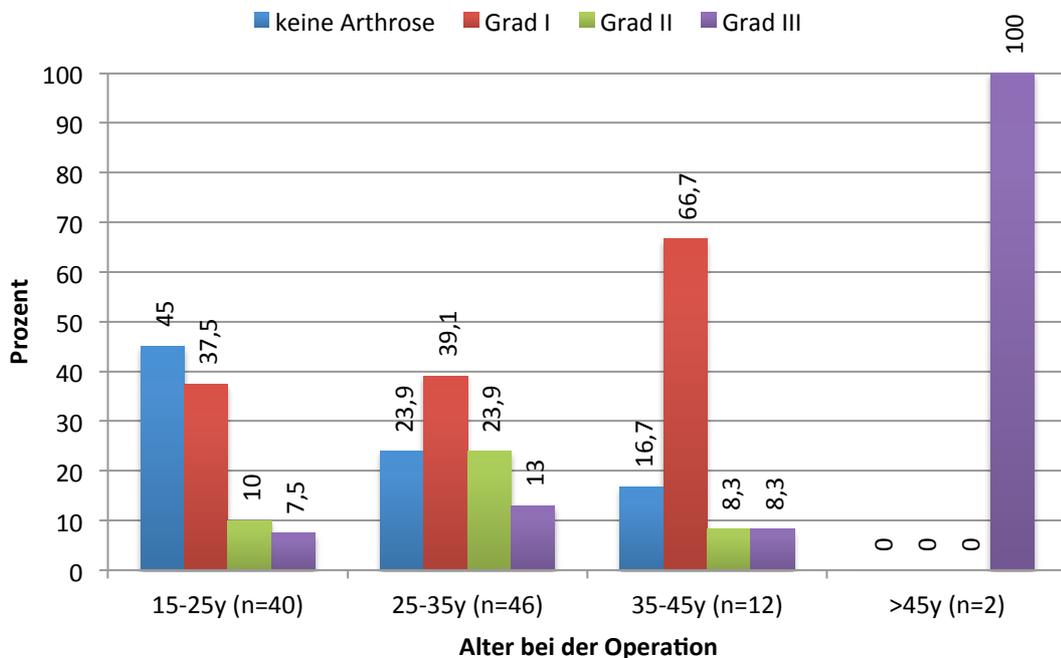


Diagramm 3-14: Arthrose abhängig vom Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Stabilisierungsoperation

3.9.2. Arthrose und Luxationszahl

Eine positive Korrelation in Bezug auf den Grad der Arthrose, lässt sich auch bei der Zahl der Luxationen präoperativ beobachten ($p = 0,016$). Ein Zusammenhang zwischen der Luxationszahl und dem Auftreten von arthrotischen Veränderungen im Röntgenbild stellt sich hingegen als nicht signifikant dar ($p = 0,084$).

Zur besseren graphischen Darstellung (siehe Diagramm 3-15) wurden die Patienten nach der Zahl der Luxationen präoperativ unterschieden. Die Patienten (n = 8) ohne vorausgegangener Luxation präoperativ werden hier unter Subluxation geführt. Von ihnen zeigten 5 (62,5%) keine Anzeichen einer Arthrose im Röntgenbild, zwei (25%) einen Grad I nach Samilson und ein Patient (12,5%) eine moderate Arthrose (Grad II).

Bei einer singulären präoperativen Luxation (n = 19) waren 6 Patienten (31,6%) ohne Anzeichen einer Arthrose. Bei 10 (52,6) Patienten wurden milde Anzeichen einer Arthrose (Grad I) beobachtet, bei einem (5,3%) Patienten eine Grad II-Arthrose und in zwei Fällen eine Grad III-Arthrose (10,5%).

In der Gruppe mit 2 – 5 Luxationen präoperativ stellte sich bei 10 Patienten (40%) das Röntgenbild als unauffällig dar. 9 (36%) zeigten milde Anzeichen (Grad I), 4 (16%) einen Grad II und 2 (8%) einen Grad III nach Samilson. Bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen (> 5) hatten 10 (20,8%) keine arthrotischen Veränderungen, bei 20 (41,7%) konnte ein Grad I diagnostiziert werden, bei weiteren 10 (20,8%) ein Grad II und bei 8 (16,7%) ein Grad III.

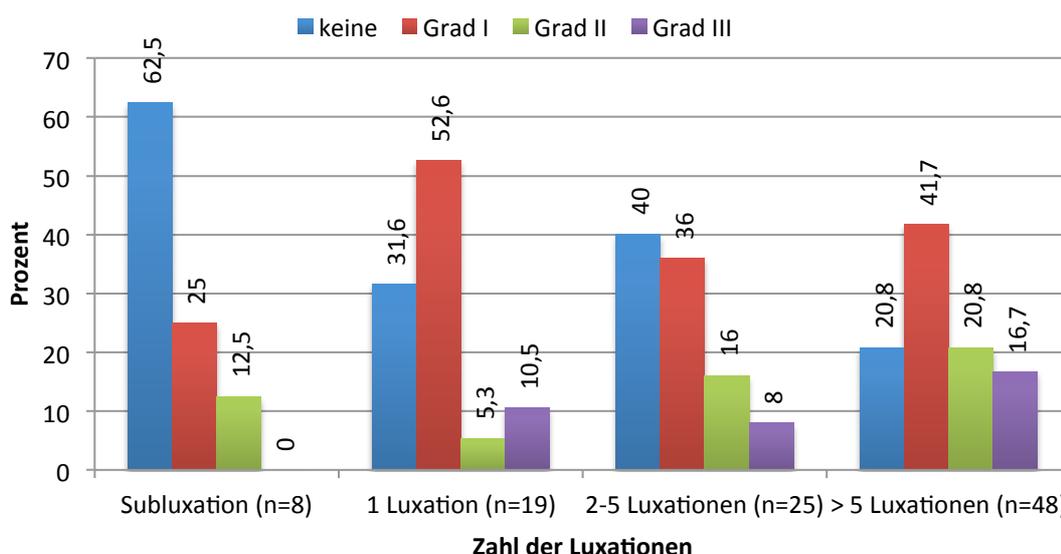


Diagramm 3-15: Arthrose abhängig von der Zahl der präoperativen Luxationen

3.9.3. Arthrose und Zahl der Anker

Ein weiterer signifikanter Zusammenhang stellt sich zwischen der Zahl der implantierten Anker und dem Auftreten einer Arthrose im Schultergelenk dar ($p = 0,013$). Diese Korrelation besteht auch in Bezug auf den Schweregrad der degenerativen Veränderungen und der Ankerzahl ($p = 0,001$). Im Mittel waren bei Patienten mit Arthrose-Anzeichen 4 Anker (2-7) eingebracht worden, bei Patienten ohne Arthrose 3 Anker (2-4).

In der folgenden Graphik (siehe Diagramm 3-16) ist das Ausmaß der Arthrose im Röntgenbild, abhängig von der Zahl der eingebrachten Anker, dargestellt. Es zeigten 7 Patienten aus der Gruppe, in der 2 Ankern verwendet wurden (n= 13), ein unauffälliges Röntgenbild (53,8%) und 5 einen Arthrose-Grad I nach Samilson (38,5%). In einem Fall (7,7%) wurden moderate Veränderungen (Grad II) beobachtet.

In dem größten Kollektiv (n= 43), bei dem 3 Anker verwendet wurden, zeigten 15 Patienten (34,9%) keine Anzeichen für eine Arthrose. In 19 Fällen (44,2%) wurden milde Anzeichen (Grad I) beobachtet, in 7 Fällen (16,3%) stellten sich moderate Anzeichen (Grad II) dar und bei 2 Patienten (4,7%) wurde eine Arthrose Grad II nach Samilson diagnostiziert.

In der Gruppe mit 4 eingebrachten Ankern (n= 39) zeigten 9 Patienten (23,1%) keine Veränderungen im Röntgenbild. In 16 Fällen (41%) wurden milde Anzeichen (Grad I) und in 5 Fällen (12,8%) moderate (Grad II) Anzeichen beobachtet. Die Zahl der Patienten mit deutlichen Veränderungen (Grad III) beläuft sich auf 9 (23,1%).

Bei Patienten mit 5 eingebrachten Ankern (n= 4) waren in allen Röntgenbildern Veränderungen festzustellen. Jeweils ein Patient (25%) zeigte hierbei milde (Grad I) und deutliche (Grad III) Anzeichen einer Arthrose. In 2 Fällen (50%) entsprachen die Veränderungen einem Arthrose-Grad II.

Bei dem einzigen Patienten mit 7 eingebrachten Ankern wurde arthrotische Veränderung, entsprechend eines Grad II nach Samilson festgestellt.

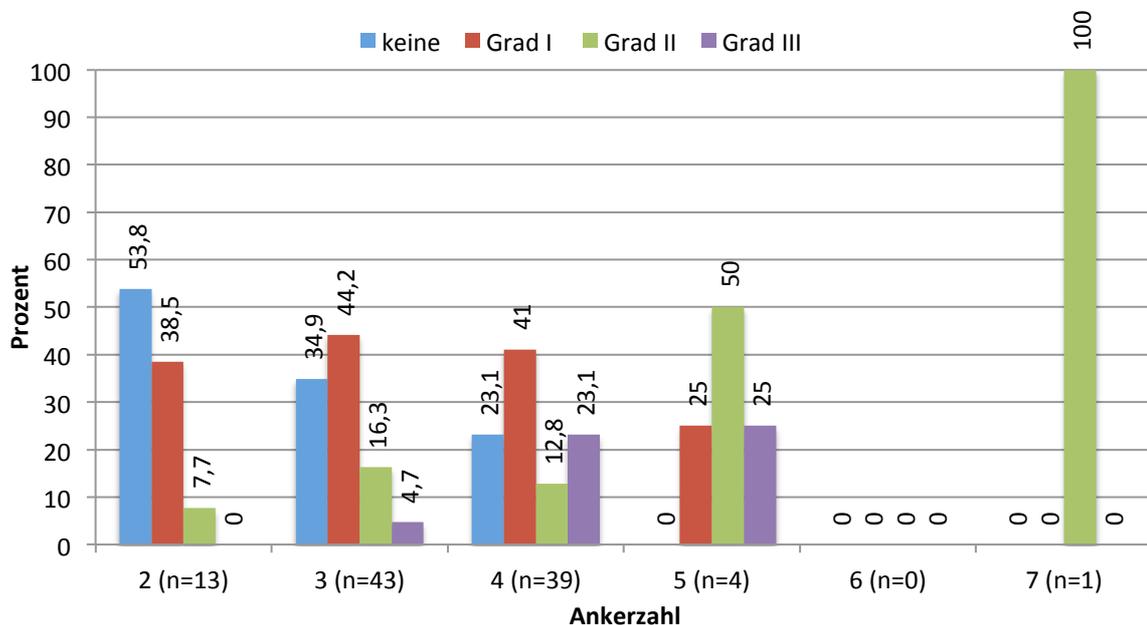


Diagramm 3-16: Arthrose und Zahl der eingebrachten Anker

3.9.4. Arthrose und Ankertyp

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem verwendeten Ankertyp (FASTak, Suretac, Panalok) und dem Auftreten einer Arthrose konnte anhand der vorliegenden Daten nicht erkannt werden ($p = 0,311$). Dies gilt auch für den Ausprägungsgrad der Arthrose ($p = 0,181$).

Im Folgenden (siehe Diagramm 3-17) ist das Auftreten der Arthrose abhängig vom verwendeten Ankertyp dargestellt. Zu Bedenken ist hierbei, dass die Fallzahlen mit Ankern vom Typ Suretac bzw. Panaloc gering sind.

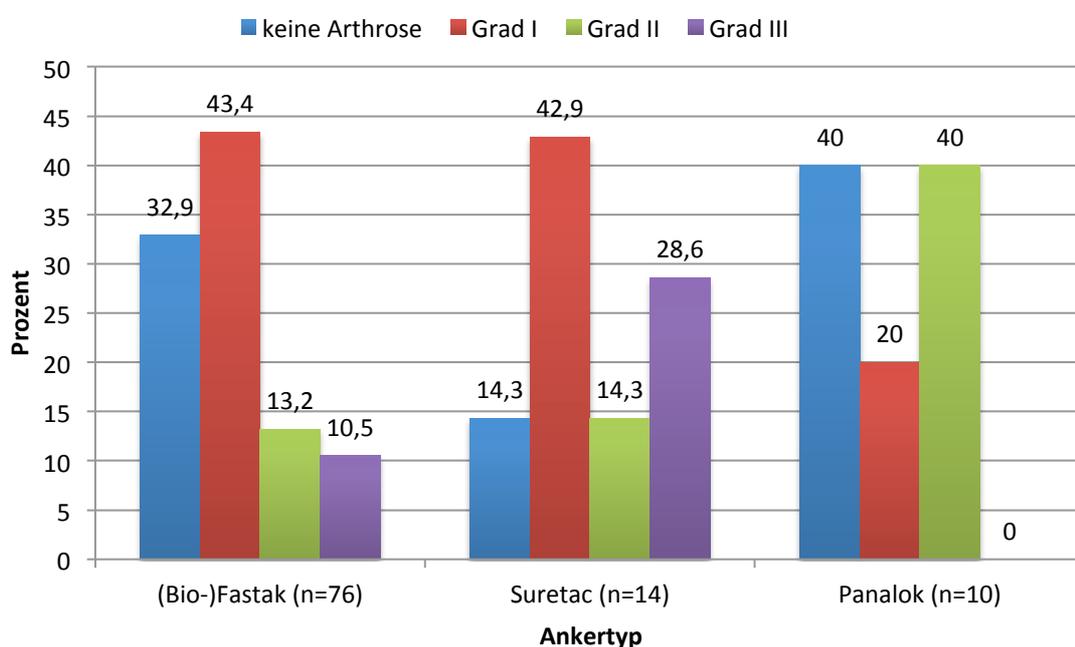


Diagramm 3-17: Arthrose und verwendeter Ankertyp

3.9.5. Arthrose und Ergebnis im Constant-Score

Der Grad der Arthrose nach der Samilson Klassifikation zeigte keine signifikante Korrelation mit dem Resultat im Constant-Score ($p = 0,427$). Auch das Vorkommen von arthrotischen Veränderungen am Glenohumeralgelenk allgemein stand in keinem Zusammenhang mit einem schlechteren Ergebnis im Constant-Score ($p = 0,777$).

Bei Patienten mit unauffälligem Röntgenbild lag der Median der Ergebnisse Constant Score bei 95 Punkten. Bei milden Veränderungen im Röntgenbild (Grad I) entsprach der Median 94 Punkten. In der Gruppe mit mäßigen Arthrosezeichen (Grad II) beläuft er sich auf 94,5 und in der Gruppe mit den größten Veränderungen (Grad III) lag er bei 92 Punkten (siehe Diagramm 3-18).

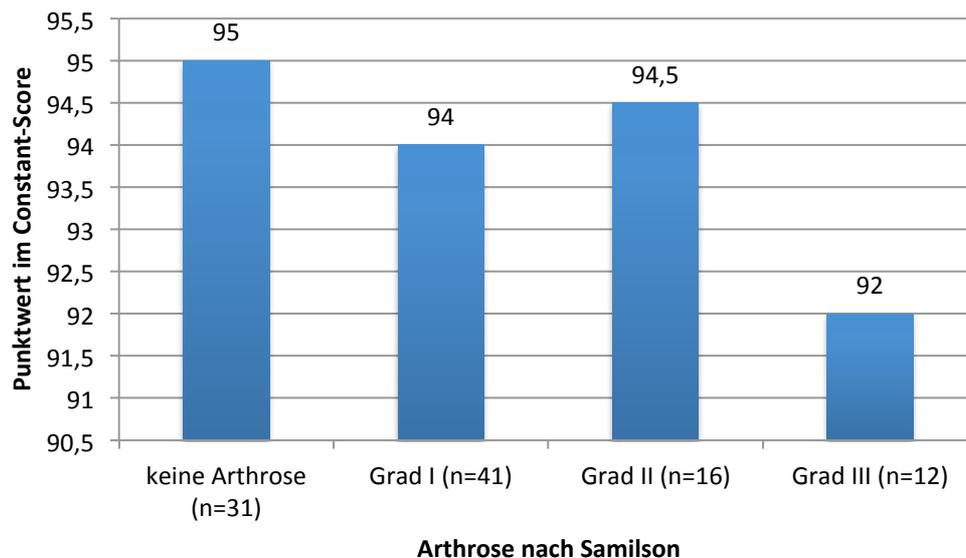


Diagramm 3-18: Arthrose und Median der Punkte im Constant-Score

3.9.6. Arthrose und Re-Instabilität

Für eine wiederkehrende Schulterinstabilität nach der Operation konnte keine signifikante Korrelation, weder im Bezug auf das Auftreten der Arthrose, noch auf ihren Schweregrad festgestellt werden ($p = 0,796$; $p = 0,665$) (siehe Diagramm 3-19).

Bei den Patienten ohne eine erneute Luxation ($n = 79$) zeigten 23 (29,1%) keine Anzeichen einer Arthrose im Schultergelenk. In 36 Fällen (45,6%) konnte milde Anzeichen einer Arthrose (Grad I) und in 14 Fällen (17,7%) mäßige Anzeichen (Grad II) festgestellt werden. Bei 6 Patienten (7,6%) stellten sich deutliche Veränderungen (Grad III) dar.

Die Patienten, die eine erneute Luxation der Schulter nach der Operation erlitten hatten ($n=21$), zeigten in 8 Fällen (38,1%) ein unauffälliges Röntgenbild. Bei 5 Patienten (23,8%) wurden leichte Anzeichen einer Arthrose (Grad I), bei 2 Patienten (9,5%) moderate Anzeichen (Grad II) und bei 6 (28,6%) schwere Anzeichen (Grad III) beobachtet.

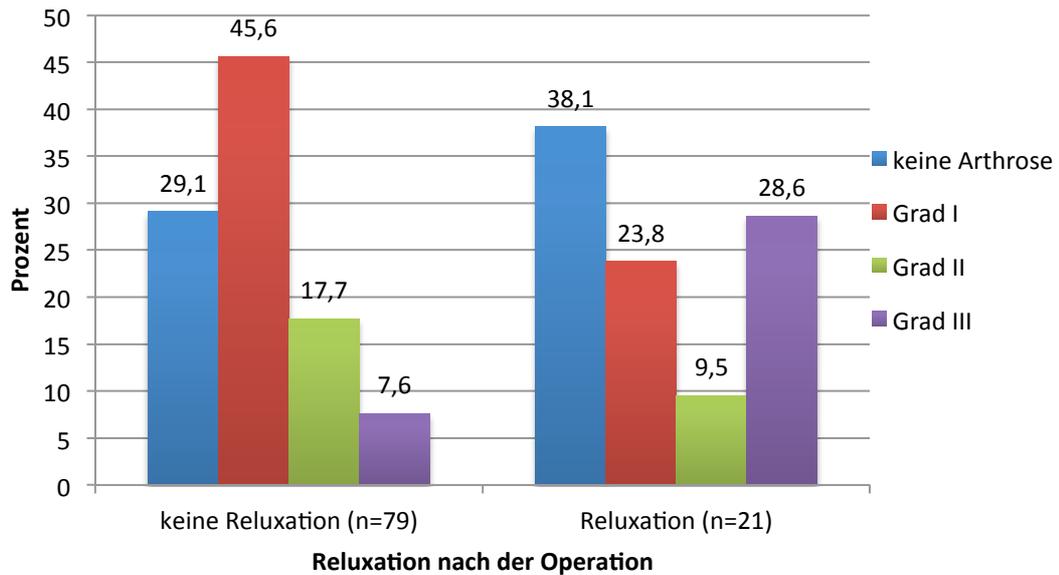


Diagramm 3-19: Arthrose und Re-Instabilität der operierten Schulter

3.9.7. Arthrose und Instabilitätsintervall

Für die Dauer des Instabilitätsintervalls zwischen der Initialluxation bis zur Operation konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden ($p = 0,854$).

In folgender Graphik (siehe Diagramm 3-20) wird die durchschnittliche Zeit von der Erstluxation bis zur Operation dargestellt. Bei den Patienten ohne Anzeichen einer Arthrose ($n = 31$) im Röntgenbild entsprach dies einer durchschnittlichen Zeit von $48,7 \pm 64,4$ Monaten. In der Gruppe ($n = 41$) mit milden Anzeichen (Grad I) vergingen im Durchschnitt $55,2 \pm 77,6$ Monate bis zur Stabilisierung. Bei Patienten ($n = 16$) mit moderaten Anzeichen einer Arthrose (Grad II) betrug das Zeitintervall $45,3 \pm 55,7$ Monate bis zur Operation und in den Fällen ($n = 12$), die schwere degenerative Veränderungen (Grad III) zeigten, betrug es $86,3 \pm 116,6$ Monate.

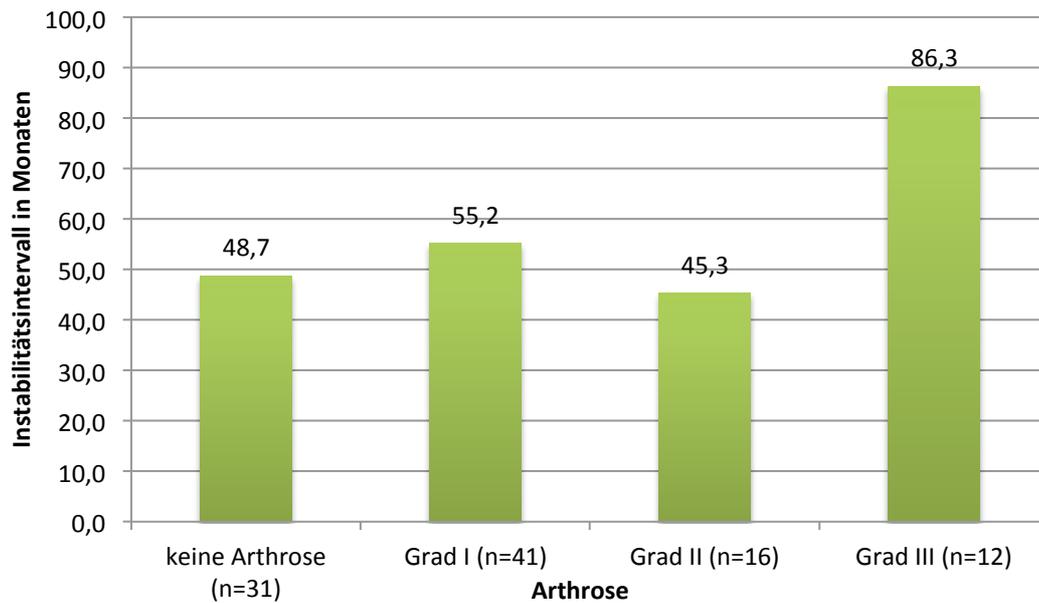


Diagramm 3-20: Arthrose und Instabilitätsintervall vom Zeitpunkt der Erstluxation bis zur Operation

3.9.8. Arthrose und Außenrotationseinschränkung

Eine Einschränkung der Außenrotation wurde vermehrt bei Patienten mit deutlichen Arthrosezeichen im Röntgenbild beobachtet, wie in nachfolgender Graphik (siehe Diagramm 3-21) dargestellt. Allerdings zeigt sich hier keine signifikante Korrelation weder in Bezug auf das Auftreten von Arthrose ($p = 0,104$) noch auf ihre Ausprägung ($p = 0,348$).

Bei unauffälligen Röntgenbildern ($n = 31$) wurde ein durchschnittliches Außenrotationsdefizit von $2,7^\circ \pm 10,8^\circ$ in 0° Abduktion und von $3,2^\circ \pm 7,5^\circ$ in 90° Abduktion im Vergleich zur Gegenseite festgestellt. Bei Patienten ($n = 41$) mit milden Anzeichen einer Arthrose (Grad I) betrug die Einschränkung $4,4^\circ \pm 6,7^\circ$ in 0° bzw. $4,6^\circ \pm 6,0^\circ$ in 90° Abduktion der Schulter.

In dem Patientenkollektiv ($n = 16$), die mäßige Veränderungen (Grad II) zeigten, entsprach das Außenrotationsdefizit in der Nullstellung $6,7^\circ \pm 10,8^\circ$ bzw. $7,5^\circ \pm 9,8^\circ$ in 90° Abduktionsstellung. In den Fällen ($n = 12$), die deutlich Anzeichen einer Arthrose (Grad III) zeigten, wurde eine um $15^\circ \pm 27,3^\circ$ verminderte Außenrotation in 0° Abduktion und eine um $9,1^\circ \pm 20,0^\circ$ vermindert Außenrotation in 90° Abduktion im Vergleich zur Gegenseite festgestellt.

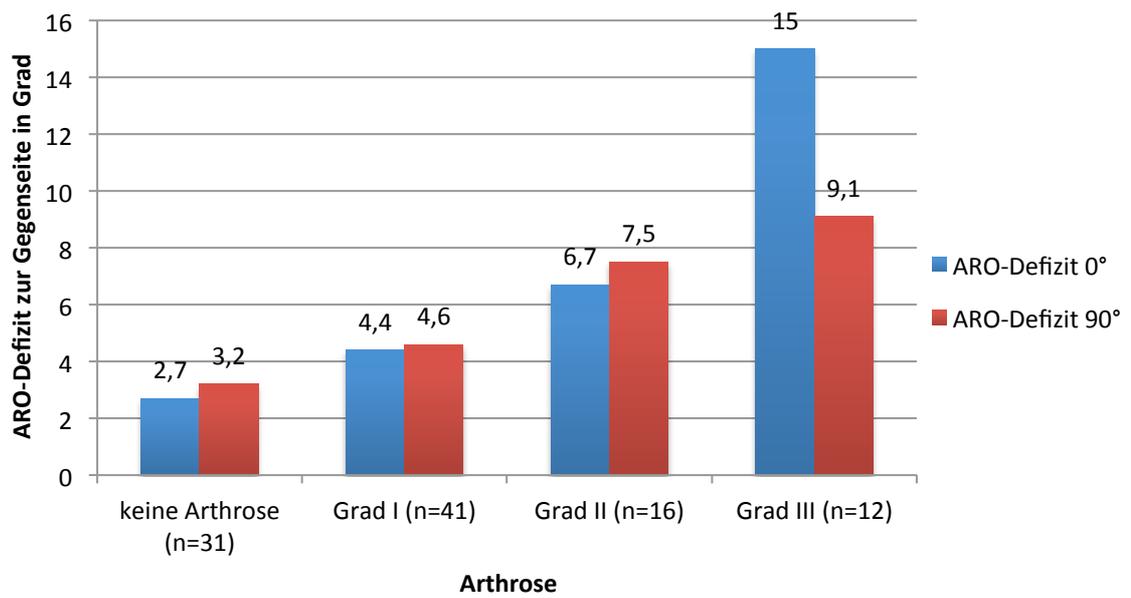


Diagramm 3-21: Arthrose und Außenrotationsdefizit der operierten Schulter

4. Diskussion

4.1. Aktuelle Datenlage

Die glenohumerale Instabilität gehört mit zu den häufigsten Verletzungen unter jungen, aktiven Menschen. Die Inzidenz liegt zwischen 2-8 % in der Gesamtbevölkerung und stellt ein Drittel aller Schulterverletzungen dar. (L. Hovelius, 1978, 1982)

Die Rezidivrate ist vor allem bei jungen Patienten sehr hoch. Je nach Aktivitätsgrad werden Relaxationsraten von 23 % - 90% beschrieben (Henry & Genung, 1982; L. Hovelius et al., 1996; L. Hovelius et al., 1983; Owens, Agel, Mountcastle, Cameron, & Nelson, 2009).

Aus diesem Grund wird nach einer Instabilität beim jungen, sportlich aktiven Patienten meist die operative Therapie angeraten. (Arciero, Wheeler, Ryan, & McBride, 1994; Jakobsen, Johannsen, Suder, & Sojbjerg, 2007)

Die arthroskopische Stabilisierung gilt mittlerweile als Goldstandard in der Therapie der Schulterinstabilität und die Ergebnisse bezüglich Relaxation zeigen sich vergleichbar mit denen nach einer offenen Operation. (Bottoni et al., 2006; Imhoff, Ansah, et al., 2010; Kirkley et al., 2005; Rowe, 1956)

Mithilfe des operativen Vorgehens soll die Funktionalität und Stabilität der Schulter wieder gewährleistet werden. Außerdem wird versucht, langfristige Komplikationen, wie eine Arthrose des Schultergelenkes, zu vermeiden. Das Risiko, eine Arthrose in der Schulter zu entwickeln, wird bei Personen, die sich eine Luxation zugezogen haben, 10-20 fach erhöht geschätzt (Marx et al., 2002).

In der Literatur werden nach konservativer Therapie, Arthroseraten von 56% 25 Jahre nach Luxation beschrieben (L. Hovelius & Saeboe, 2009). Aber auch in Patientengruppen, bei denen eine Stabilisierungsoperation durchgeführt wurde, wird Arthrose als Langzeitfolge beobachtet. Die Rate liegt hierbei, abhängig von der Operationstechnik zwischen 32% - 83%. (Allain et al., 1998; Berendes et al., 2007; Rachbauer et al., 2000)

Nach offenen Bankartoperationen werden Arthroseraten von 13% - 60% beschrieben. Der Follow-up Zeitraum lag dabei zwischen 10 und 29 Jahren. Der Anteil der Patienten, die moderate oder schwere Anzeichen für eine Arthrose zeigten (Samilson Grad 3 und 4), war dabei bei der Studie mit der längsten Follow-up Zeit (29 Jahre) am größten. (Berendes et al., 2007; Chapnikoff et al., 2000; Pelet et al., 2006; Rosenberg et al., 1995)

Bisher wurden wenige klinische und radiologische Langzeitergebnisse der arthroskopischen Bankart-Operation publiziert. Castagna et al. (Castagna et al., 2010) konnten 10,9 Jahren nach der arthroskopischen Stabilisierung mittels Fadenanker bei 12 von 31 nachuntersuchten Patienten (39%), milde (29%) bis mäßige (10%) degenerative Veränderungen im Röntgenbild erkennen.

In einer anderen Studie wurde Arthrose bei 68% der nachuntersuchten Patienten beobachtet. Auch in dieser Arbeit war der Großteil (80%) der Veränderungen lediglich von geringer Ausprägung. (Kavaja et al., 2012)

In einem weiteren Kollektiv, in dem bioabsorbierbare Anker verwendet wurden, zeigten 80% der Patienten degenerative Veränderungen. Davon stellten sich 40% als mild, 25% als mäßig und 15% als massiv dar. Allerdings war die Fallzahl der nachuntersuchten Patienten hierbei relativ gering (n= 20). (Privitera et al., 2012)

Sowohl in der Studie von Kavaja et al. (Kavaja et al., 2012), als auch in der Arbeit von Privitera et al. (Privitera et al., 2012) wurden jedoch keine Fadenanker sondern bioresorbierbare Tacks genutzt (Suretac, Smith & Nephew).

Welche Faktoren den größten Einfluss auf die Entwicklung einer Omarthrose ausüben ist noch nicht abschließend geklärt. Zusätzliche Umstände, wie das Alter des Patienten oder die Begleitverletzungen (z.B. Rotatorenmanschette) scheinen ebenfalls eine Rolle zu spielen. (Buscayret et al., 2004; Elmlund, Ejerhed, Sernert, Rostgard, & Kartus, 2012; L. Hovelius & Saeboe, 2009)

Ungeklärt bleibt weiterhin, ob das initiale Trauma, die Dauer des Instabilitätsintervalls oder das operative Vorgehen ursächlich für die Arthroseentwicklung sind. (Buscayret et al., 2004; L. Hovelius & Saeboe, 2009)

4.2. Ergebnisse

4.2.1. Allgemein

Die Nachuntersuchungszeit von durchschnittlich 13 Jahren (156,2 Monaten) ist ein angemessener Zeitraum, um auch Langzeitfolgen, wie die Entwicklung der Omarthrose zu begutachten. Bisher wurden einige Studien veröffentlicht, die sich mit den Folgen einer arthroskopischen Stabilisierungsoperation 10 Jahre nach einer Operation beschäftigten. Dabei war das untersuchte Patientenkollektiv allerdings deutlich kleiner, als in dieser Studie. (Castagna et al., 2010; Franceschi et al., 2011; Owens, DeBerardino, et al., 2009)

Die Daten von 100 nachuntersuchten Schultern entsprechen derzeit dem größten Kollektiv mit Sicht auf die radiologischen Langzeitfolgen nach einer arthroskopischen Bankartoperation.

Das durchschnittliche Patientenalter zum Zeitpunkt der Erstluxation betrug 23,1 Jahre, bei der Operation 27,7 Jahr. Dies veranschaulicht, dass vor allem der junge Patient von der Instabilität betroffen ist. Auch in der gängigen Literatur wurde dies bereits so beschrieben (L. Hovelius et al., 1996).

Das Verhältnis von Männern zu Frauen lag in dem nachuntersuchten Patientengut bei etwa 3,3:1. Der deutlich höhere männliche Anteil unter den Patienten, der sich auch in unserem Kollektiv widerspiegelt, wurde bereits oft beobachtet. Dies wurde unter anderem auf eine risikoreichere Lebensführung bzw. vermehrte Ausübung von Risikosportarten zurückgeführt. (L. Hovelius, 1978; Owens, Agel, et al., 2009)

In unserer Untersuchung war in 88% die dominante Seite betroffen. Dies lässt sich mit dem erhöhten Einsatz des dominanten Armes und somit einem erhöhten Risiko erklären. Die

Rechts- bzw. Links-Händigkeit schien dabei keinen Einfluss zu haben. Andere Untersuchungen berichten ebenfalls von einer häufigeren Betroffenheit des dominanten Armes. Die Raten liegen dabei bei 60%- 67%. (Buscayret et al., 2004; Castagna et al., 2010; Privitera et al., 2012)

4.2.2. Luxationsrezidiv

Als entscheidendes Merkmal für den Erfolg einer operativen Schulterstabilisierungstechnik gilt die Reluxationsrate. Bei den offenen Verfahren liegen diese bei etwa 6 - 8% (Harris et al., 2013; Petrera, Patella, Patella, & Theodoropoulos, 2010). Teilweise werden sogar niedrigere Raten von nur 3,5 % beschrieben (Rowe et al., 1978).

Im Zuge der weiteren Entwicklung der Operationstechnik und der Einführung neuerer Implantate konnten die anfänglich hohen Rezidivraten für die arthroskopischen Operationen deutlich reduziert werden. Diese entsprechen aus heutiger Sicht annähernd denen der offenen Stabilisierungen. Gleichzeitig konnten im arthroskopischen Vorgehen geringere Komplikationsrate und geringere post-operativen Bewegungseinschränkung erkannt werden (Scheibel et al., 2007; Steinbeck et al., 2009).

In einer Metaanalyse, die offene mit arthroskopischen Stabilisierungsoperationen vergleicht, wurde kein signifikanter Unterschied in Bezug auf ein Versagen (Reluxation) der Operation festgestellt. Das Auftreten einer erneuten Instabilität lag bei den arthroskopisch fixierten Ankern bei 8,5% im Vergleich zu der offenen Bankart-Operation mit 8%. (Chalmers et al., 2014; Harris et al., 2013)

In dem hier beschriebenen Kollektiv liegt die Reluxationsrate bei 21%. Dabei ist allerdings zu beachten, dass 61 % dieser Rezidive bzw. 13 % des Gesamtkollektives, traumatischer Genese sind. Diese Ergebnisse sind trotz allem als hoch anzusehen, aber vergleichbar zu den Reluxationsraten aus anderen Untersuchungen, die von 14%- 25% reichen. (Castagna et al., 2010; Kavaja et al., 2012; Owens, DeBerardino, et al., 2009; Privitera et al., 2012)

4.2.3. Patientenzufriedenheit

Der Großteil (93%) der Patienten zeigte sich mit dem erreichten Ergebnis mehr als 10 Jahre nach der Operation zufrieden. Nur 7% der Patienten waren unzufrieden. Außerdem gaben 62% der Patienten an, kein Instabilitätsgefühl mehr zu verspüren. Dennoch persistiert oft ein geringes Instabilitätsgefühl. Dieses scheint jedoch keinen Einfluss auf die Patientenzufriedenheit zu haben. Anhand der subjektiven Bewertung, wird die Operation von dem Großteil der Patienten als erfolgreich angesehen. Beachten sollte man hierbei allerdings, dass ein Teil der Patienten nicht nachuntersucht werden konnten und so die Gefahr einer selektiven Verzerrung besteht.

Beschwerdefreiheit und vor allem auch die Zufriedenheit des Patienten sollten als wesentlicher Therapieerfolg gewertet werden. (Kirkley, Griffin, McLintock, & Ng, 1998; Koran, 1975)

In der vergleichenden Literatur liegen die Ergebnisse bei der Patientenzufriedenheit nach arthroskopischer Stabilisierung mit 80- 84% etwas unter dem Wert, des hier untersuchten Kollektivs. (Berendes et al., 2007; Castagna et al., 2010; Pelet et al., 2006)

4.2.4. Scores

Der Median des Rowe-Score lag bei 90 Punkten. Dies entspricht einem sehr gutem Ergebnis. Insgesamt erreichten 65 % der Patienten in unserem Kollektiv sehr gute und gute Ergebnisse. In der Literatur werden sehr gute und gute Ergebnisse bei 60 - 95% der Patienten angegeben. Der durchschnittliche Wert im Rowe-Score lag dabei zwischen 80 - 90 Punkten (Berendes et al., 2007; Kim, Ha, Cho, Ryu, & Oh, 2003; Pelet et al., 2006; Savoie, Miller, & Field, 1997).

In einer Metaanalyse, die eine offene mit einer arthroskopischen Schulterstabilisierung verglichen hat, wurde festgestellt, dass prinzipiell mit einem arthroskopischen Vorgehen bessere funktionelle Ergebnisse und somit eine höhere Punktzahl im Rowe-Score erreicht werden kann (Lenters, Franta, Wolf, Leopold, & Matsen, 2007).

Auch die durchschnittliche Punktezahl im Constant-Score entspricht mit 91,5 Punkten einem sehr guten Ergebnis. Insgesamt konnten hierbei 92 % der Patienten ein sehr gutes oder gutes Ergebnis erreichen. In vergleichbaren Studien wurden durchschnittliche Werte von 73,4 - 89 Punkten erreicht (Fabbriciani et al., 2004; Kavaja et al., 2012; Pelet et al., 2006).

Die Erhebung des Constant-Scores, der nicht als spezifischer Instabilitäts-Score gilt, dient vor allem dem Vergleich mit anderen Studien. (Conboy, Morris, Kiss, & Carr, 1996)

Der Median des ASES-Score wurde mit 91,7 Punkten bewertet und entspricht einem sehr gutem Ergebnis. Auch dieser Wert ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien. Die Ergebnisse im ASES-Score lagen dabei auch bei 90 Punkten (Owens, DeBerardino, et al., 2009; Wang, Ghalambor, Zarins, & Warner, 2005).

Im Allgemeinen scheinen arthroskopische Operationen bessere funktionelle Ergebnisse zu erzielen und somit etwas höhere Werte in den Scores zu erreichen. Dies wird durch das minimalinvasive Vorgehen und mit der größtmöglichen Schonung der Muskeln erklärt (Scheibel et al., 2007) Diese Annahme wird durch eine Meta-Analyse von 2010 bestätigt (Petrera et al., 2010).

Der Dawson-12-Questionnaire geht mehr auf das subjektive Empfinden des Patienten und die psychosoziale Komponente einer Schulterinstabilität ein. Vorteilhaft ist, dass dieser Fragebogen vom Patienten selbst ausgefüllt werden kann. Dabei wurden durch die untersuchten Patienten durchweg gute Bewertungen vergeben.

4.2.5. Außenrotationseinschränkung

Bei den nachuntersuchten Patienten konnte ein durchschnittliches Außenrotationsdefizit von $5,5^\circ$ in 0° Abduktion und von $5,1^\circ$ in 90° Abduktion der Schulter im Vergleich zur Gegenseite festgestellt werden. Pathologien der kontralateralen Schulter wurden bei der Untersuchung nicht berücksichtigt. Ein gutes Ergebnis kann daher auch durch eine Einschränkung der Gegenseite bedingt sein kann.

Insbesondere im Hinblick zu den publizierten Ergebnissen der offenen Stabilisierungsverfahren mit Außenrotationsdefiziten von 9° - $33,6^\circ$ im Vergleich zur Gegenseite, zeigt sich in unserem Kollektiv nur ein geringes Defizit nach arthroskopischer Bankart-Operation (Fabre et al., 2010; Pelet et al., 2006; Rosenberg et al., 1995).

Insgesamt sind unsere Ergebnisse vergleichbar mit den publizierten Daten in der Literatur.. Die Außenrotationsdefizite liegen hierbei im Bereich von 2° - $6,7^\circ$ im Vergleich zur Gegenseite (Kim et al., 2003; Privitera et al., 2012; Resch, Povacz, Wambacher, Sperner, & Golser, 1997)

4.3. Arthrose

Die Entwicklung der Arthrose nach einer Schulterinstabilität wurde erstmals von Samilson und Prieto beschrieben. Die Autoren postulierten, dass eine Arthrose nach einer Instabilität zu erwarten ist, insbesondere nach stattgehabter Stabilisierungsoperation. (Samilson & Prieto, 1983)

Hoveliuss et al. (L. Hoveliuss et al., 1996) konnten 10 Jahre nach konservativer Therapie eine Arthroserate von 20% erkennen. Nach weiteren 10 Jahren war in dieser Patientengruppe die Rate auf 50% angestiegen. (L. Hoveliuss & Saeboe, 2009)

In unserem Kollektiv konnten bei einem Großteil der Patienten (69%) Anzeichen einer Arthrose im Röntgenbild festgestellt werden. Dabei ist die Mehrzahl dieser Veränderungen allerdings als mild einzustufen (41% im Gesamtkollektiv bzw. 59,4 % der pathologischen Röntgenaufnahmen). Milde und auch mäßige Arthrosezeichen im Röntgenbild sind häufig asymptomatisch (Samilson & Prieto, 1983).

Die von uns beobachteten Ergebnisse sind mit der aktuellen Literatur vergleichbar. Die bisher größte Langzeitstudie wurde 2012 mit 74 Patienten und einer Follow-up-Zeit von 13 Jahren veröffentlicht. Dabei wurde bei 68% der untersuchten Schultern radiologisch Arthrose festgestellt. Auch hier ist der Großteil (80%) der Fälle nach der Samilson-Prieto Klassifikation als milde einzustufen. (Kavaja et al., 2012) In einer anderen Studie lag die Arthroserate noch höher, bei 80% (Privitera et al., 2012). Allerdings wurden bei diesen zwei Veröffentlichungen in der Operation Suretac Anker verwendet. Die Patientenzahl in letztgenannter Studie ist zudem mit 20 Teilnehmern relativ gering.

Castagna et al. (Castagna et al., 2010) publizierten in 2010 die bisher einzige Studie, welche sich mit Langzeitergebnisse (Follow-up Zeit von 10,9 Jahren) nach arthroskopischer Bankart-

Operation in Fadenanker-Technik beschäftigte. Die Rate der Röntgenbefunde mit arthrotischen Veränderungen beläuft sich hier auf 39%.

Im Vergleich zu den Zahlen, die bei offenen Verfahren beobachtet wurden, konnte zu den von uns ermittelten Werten kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden. Unsere Ergebnisse waren insgesamt vergleichbar. (Berendes et al., 2007; Rachbauer et al., 2000; Rosenberg et al., 1995)

Der natürliche Verlauf einer Instabilität der Schulter darf dabei nicht unbeachtet bleiben. Wie bereits erwähnt, wurden auch nach konservativer Therapie Arthroseraten von 60% gefunden (L. Hovelius & Saeboe, 2009).

Somit kann man davon ausgehen, dass die Wahl des Operationsverfahrens (offen vs. arthroskopisch) keine Einfluss auf die Entwicklung der Arthrose bzw. deren Ausmaß im Glenohumeralgelenk hat. Es scheint vielmehr, dass die Bankart-Operation das Risiko für die Entwicklung einer Arthrose weder erhöht, noch verringert. Als Voraussetzung gilt allerdings die korrekte Ausführung der Stabilisierungsoperation zur Wiederherstellung der ursprünglichen Anatomie des Schultergelenkes.

Unsere Hypothese, wonach ein minimal-invasives Vorgehen eine geringere Arthroserate zu Folge hat, muss daher abgelehnt werden.

4.3.1. Arthrose und Alter

Arthrose im Schultergelenk ist ein Problem der älteren Bevölkerung mit einem Anstieg um das 60. Lebensjahr. Somit ist von einer gewissen Beeinflussung unserer Daten durch die natürliche Gelenkdegeneration im Alter auszugehen. Jedoch ist die primäre Omarthrose im Vergleich zu den gewichtstragenden Gelenken der unteren Extremität eine seltene Erkrankung. Laut Untersuchungen liegen die Inzidenzraten der primären Omarthrose zwischen 0,4% bei Patienten mit orthopädischen Problemen und 4,6% bei Patienten mit Schultererkrankungen. Der ursächliche Pathomechanismus, der hinter der Entwicklung einer primären Arthrose steht, bleibt bisher aber noch nicht eindeutig geklärt. (Badet, Boileau, Noel, & Walch, 1995; Loughlin, 2005; Nakagawa, Hyakuna, Otani, Hashitani, & Nakamura, 1999; Valdes & Spector, 2009)

In unserem Kollektiv korrelierte das Auftreten der Arthrose signifikant mit dem Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Operation und mit dem Alter bei der Erstluxation. Ein Zusammenhang hinsichtlich des Ausprägungsgrades der Arthrose und des Alters des Patienten bei der Operation bzw. Erstluxation war außerdem deutlich erkennbar. Ähnliche Ergebnisse wurden bereits in der Literatur beschrieben. (Buscayret et al., 2004; Franceschi et al., 2011; L. Hovelius & Saeboe, 2009)

Es bleibt offen, ob im fortgeschrittenen Alter das Luxationstrauma das Gelenk schädigt, oder ob das zugefügte Operationstrauma arthroseverursachend ist. Im Literaturvergleich zeigte sich, dass ein höheres Alter bei der Stabilisierungsoperation der konstanteste Faktor ist, der

mit Arthrose korreliert. Dies lässt darauf schließen, dass ein älteres Gelenk sensibler auf das Luxationstrauma reagiert und daher an sich anfälliger für die Entwicklung einer sekundären Instabilitätsarthrose ist. Die Entwicklung der Arthrose als Folge der natürlichen Degeneration scheint eher unwahrscheinlich, da es sich bei der primären Omarthrose, wie bereits erwähnt, um ein äußerst seltenes Krankheitsbild handelt. (Cameron et al., 2003; Elmlund et al., 2012; Franceschi et al., 2011; L. Hovelius & Saeboe, 2009; Nakagawa et al., 1999)

4.3.2. Arthrose und Luxationszahl

In unserer Studie zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zahl der Luxationen und dem Schweregrad der Arthrosezeichen im Röntgenbild. Eine Korrelation zwischen der Zahl der präoperativen Luxationen und dem Auftreten von Arthrose im Röntgenbild zeigte sich hingegen nicht signifikant.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch andere Untersuchungen. Buscayret et al. (Buscayret et al., 2004) stellte in einem großen Kollektiv von 570 Patienten einen Zusammenhang zwischen der Entwicklung einer Arthrose postoperativ und der Zahl der Instabilitäts-Episoden fest. Dies wurde auch durch eine andere Studie bestätigt, die eine Korrelation zwischen der Anzahl der Luxation und des Schweregrades der Arthrose sieht (van der Zwaag et al., 1999).

Eine 2011 veröffentlichte Studie mit 60 Patienten zeigte sowohl für das Auftreten einer Arthrose, als auch für ihren Schweregrad einen signifikanten Zusammenhang zu der Zahl der präoperativen Luxationen (Franceschi et al., 2011). Eine CT-gestützte Studie beschreibt ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zahl der Luxation und der Entwicklung einer Arthrose. (Ogawa, Yoshida, & Ikegami, 2006)

Das Risiko für die Entwicklung einer schwerwiegenden Omarthrose zeigte sich bei einer erneute Luxationen im Rahmen einer Instabilität erhöht. Demnach ist eine Stabilisierungsoperation nach der Erstluxation angeraten, um mehrmalige Luxationsepisoden zu vermeiden. Die generelle Entwicklung einer Arthrose scheint aber auch durch eine Operation nicht vermeidbar. (Buscayret et al., 2004)

Der Zusammenhang zwischen Luxationszahl und Arthrosegrad weist darauf hin, dass erneute Luxationsepisoden das Glenohumeralgelenk weiter schädigen können. Für die Entwicklung einer Arthrose scheint aber vor allem das Ausmaß des Initialtraumas auf das Glenohumeralgelenk von großer Bedeutung zu sein. Andere Autoren beschrieben dies analog. (Buscayret et al., 2004; L. Hovelius & Saeboe, 2009; Ogawa, Yoshida, Matsumoto, & Takeda, 2010; van der Zwaag et al., 1999)

4.3.3. Arthrose und Instabilitätsintervall

Die Länge des präoperativen Instabilitätsintervalls zeigt in unserem Kollektiv keinen Einfluss auf die Entwicklung einer Arthrose. Ebenso ist der Schweregrad der Arthrose unabhängig von der Dauer des Instabilitätsintervalls.

Im Gegensatz hierzu sehen andere Untersuchungen den Zeitraum der Instabilität als Risikofaktor für die Entwicklung einer Arthrose. Auch der Schweregrad der Arthrose zeigte sich signifikant abhängig von der Länge des Instabilitätsintervalls. (Buscayret et al., 2004; Cameron et al., 2003)

Unsere Ergebnisse lassen schließen, dass die Vermeidung einer weiteren Luxation präoperativ wichtiger für die Prävention einer Arthrose ist als die zeitnahe Therapie. Da es sich bei dem Kollektiv jedoch meist um jungen und sportlich aktiven Patienten handelt, ist fraglich ob diese Empfehlung von den Patienten umgesetzt werden kann. So minimiert eine baldige Operation auch das Risiko für ein Reluxationsereignis. Dies unterstützt die Empfehlung einer zeitnahen Stabilisierungsoperation.

4.3.4. Arthrose und Anker

In unserem Kollektiv wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zahl der in das Gelenk eingebrachten Anker und Anzeichen einer Arthrose im Röntgenbild festgestellt. Außerdem korrelierte die Ankerzahl auch signifikant mit dem Schweregrad einer Arthrose.

Zu dieser Feststellung kamen bereits andere Autoren, die dieses Problem als „anchor arthritis“ (Anker Arthrose) bezeichneten (Franceschi et al., 2011; L. Hovelius & Saeboe, 2009). Schon 1984 wurde untersucht, inwieweit sich Fremdkörper (Schrauben, Implantate, Klammern) im Gelenk auf dessen Funktion und resultierende Schmerzen auswirken bzw. welche Folgen daraus entstehen (Zuckerman & Matsen, 1984).

In der vorliegenden Studie konnte keine offensichtliche Beeinträchtigung des Glenohumeralgelenkes durch einen Anker festgestellt werden. Eine präzise Beurteilung mit Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen war allerdings nicht möglich.

Eine höhere Zahl an Stabilisierungselementen bzw. potenziell störendes Fremdmaterial birgt somit ein erhöhtes Risiko zur Beeinträchtigung des Gelenkes. Dies sollte bei einer arthroskopischen Stabilisierung immer beachtet werden. Daneben sollte der Operateur die Knorpelabnutzung minimieren, indem er die Knoten gelenkfern positioniert und gegebenenfalls auf knotenlose Anker ausweicht. Außerdem zeigt eine aktuelle Publikation, dass weniger als drei Anker für eine erfolgreiche Stabilisierung ausreichend sein können und häufig sogar ein Anker genügt. Allerdings kann bei einem stärker geschädigten Gelenk der Einsatz von mehreren Ankern nötig sein, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen. Die Anzahl der Anker spiegelt die Schwere der Gelenkschädigung wieder. (Witney-Lagen, Perera, Rubin, & Venkateswaran, 2014)

Es liegt am Operateur abzuschätzen, welche Zahl an Ankern nötig ist, um Stabilität zu gewährleisten und ab wann zu viel Fremdmaterial das Gelenk schädigen könnte.

In der Literatur wird Arthrose vor allem als Folge schlecht bzw. falsch platzierter Anker beschrieben. (Kaar, Schenck, Wirth, & Rockwood, 2001; Rhee, Kim, Shin, & Kim, 2007)

Der verwendete Ankertyp lies keine signifikante Korrelation zur Entwicklung einer Arthrose oder ihres Schweregrades erkennen. Hierbei ist anzumerken, dass die Fallzahlen für den Suretac-, sowie für den Panalokanker relativ gering waren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in unserer Abteilung die Nutzung dieser Anker eingestellt wurde, nachdem sich eine mögliche Überlegenheit der Fastakanker im Hinblick auf die Stabilität zeigte. (Imhoff, Ansh, et al., 2010)

4.3.5. Arthrose und Constant-Score

Der Constant-Score wies in unserem Kollektiv im Mittel ein sehr gutes Ergebnis auf. Es wurde kein Zusammenhang zwischen dem Ergebnis und Arthrose-Zeichen im Röntgenbild gefunden. Auch hinsichtlich des Schweregrads der Arthrose war keine signifikante Korrelation erkennbar.

Damit stehen unsere Ergebnisse im Gegensatz zu einer 2011 veröffentlichten Arbeit von Franceschi et al. (Franceschi et al., 2011). Patienten mit Arthrose zeigten in dieser Untersuchung ein schlechteres Ergebnis im Constant- Score, als die Patienten ohne degenerative Veränderungen im Röntgenbild. Im Gegensatz dazu stellt sich aber der Unterschied im Rowe-Score als nicht signifikant dar.

Andere Studien stützen unsere Ergebnisse. Castagna et al. (Castagna et al., 2010) konnten weder eine Korrelationen der Arthrose mit verschiedenen Schulter-Scores (UCLA- University of California, Los Angeles, SST- Simple Shoulder Test) noch mit der Patientenzufriedenheit erkennen.

Der Großteil der von uns nachuntersuchten Patienten zeigte keine oder nur milde degenerative Veränderungen in der radiologischen Untersuchung. Insgesamt schienen diese milden Veränderungen für die Patienten gut tolerierbar und die Funktion der Schulter durch milde arthrotische Veränderungen nicht eingeschränkt zu sein.

Auffällig ist das schlechtere Constant-Score Ergebnis bei den Patienten mit einer Grad III Arthrose nach Samilson. Auch andere Autoren stellten bei arthrotisch veränderten Schultern schlechtere Ergebnisse in verschiedenen Schulter-Scores fest (Buscayret et al., 2004; Franceschi et al., 2011).

4.3.6. Arthrose und Re-Instabilität

Unsere Untersuchung ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Arthrose und wiederkehrender Instabilität. Dabei war auch keine Abhängigkeit zum Schweregrad der Arthrose erkennbar.

Diese Ergebnisse bestätigen damit andere Untersuchungen. Weder Franceschi et al. (Franceschi et al., 2011), noch Privitera et al. (Privitera et al., 2012) fanden bei ihren Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen einer erneuten Instabilität und degenerativen Veränderungen im Röntgenbild.

Diese Feststellung scheint widersprüchlich, da das präoperative Trauma einen wesentlichen Beitrag auf die Entwicklung der Arthrose ausübt. Eine erneute Instabilität kann diese Tendenz offensichtlich nicht verstärken. Möglicherweise ist aber für eine eindeutige Aussage der Nachuntersuchungszeitraum zu kurz, oder die Anzahl der Patienten in der speziellen Untergruppe zu gering, so dass sich kein signifikanter Zusammenhang in der radiologischen Beurteilung zeigt.

4.3.7. Arthrose und Außenrotationseinschränkung

Nach unseren Ergebnissen stellte sich ein Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Arthrose und einer Einschränkung der Außenrotation als nicht signifikant dar. Das mag unter anderem daran liegen, dass die Zahl der Patienten mit mäßiger und schwerer Arthrose relativ gering war.

In der Literatur wurde bereits auf eine Korrelation zwischen einem Außenrotationsdefizit insbesondere nach offenen und extraanatomischen Stabilisierungsverfahren und einer glenohumeralen Arthrose hingewiesen (Allain et al., 1998; Hawkins & Angelo, 1990; König, Rutt, Treml, Kausch, & Hackenbroch, 1996; Rosenberg et al., 1995). Allerdings konnte hierbei nicht eindeutig differenziert werden, ob dieses Bewegungsdefizit Ursache oder Folge der Arthrose ist. So wird auch bei Patienten mit einer primären Arthrose im Schultergelenk fast immer eine Bewegungseinschränkung beschrieben. (Buscayret et al., 2004; Rachbauer et al., 2000; Rosenberg et al., 1995)

Biomechanisch wird dies durch eine zu enge vordere Kapsel erklärt, die eine erhöhte Belastung der posterioren Gelenkfläche zur Folge hat. Dementsprechend finden sich bei Operationen (z.B. Putti-Platt), die mit einer engeren anterioren Kapsel einhergehen auch höhere Arthroseraten (Ahmad et al., 2005; Hawkins & Angelo, 1990; König et al., 1996).

Bei der arthroskopischen Bankart-Operation war eine starke Bewegungseinschränkung eher selten zu beobachten. In unserem Kollektiv lag die durchschnittliche Außenrotationseinschränkung bei 5,5° bzw. 5,1° in 90° Abduktion. Diese geringe Bewegungseinschränkung reicht möglicherweise nicht aus, um messbare Effekte nach sich zu ziehen.

Auch andere Arbeiten konnten keinen Zusammenhang zwischen einem post-operativen Bewegungsdefizit und einer Gelenkdegeneration nach arthroskopischer Stabilisierung erkennen. (Castagna et al., 2010; Franceschi et al., 2011)

4.4. Limitationen

Von den im Zeitraum Dezember 1996 bis Dezember 2000 165 operierten Schultern konnten nur 100 Schultern bzw. 96 Patienten nachuntersucht werden. Dies entspricht einer Follow-up Rate von 61%. 5 Patienten (3%) waren verstorben und 56 (35%) konnten nicht für eine Nachuntersuchung gewonnen werden. Diese relativ große Zahl der nicht nachuntersuchten Patienten erhöht die Wahrscheinlichkeit einer möglichen Stichprobenverzerrung, sog. Selection bias.

Die präoperativen Daten wurden aus einer bereits bestehenden Datenbank entnommen, die im Durchschnitt 37 Monate postoperativ erstellt worden war. Dies minimiert die mögliche Verzerrung der Befragung zu einem lang zurückliegendes Ereignis. Dennoch besteht durch diese, trotz allem retrospektive Erstellung, die Gefahr einer möglichen Erinnerungsverzerrung, sog. recall bias.

Leider konnte auf die präoperativ aufgenommenen Röntgenaufnahmen nicht mehr zurückgegriffen werden, da diese bereits vernichtet worden waren. So war kein Vergleich der prä- und postoperativen Aufnahmen möglich und die präoperative Arthroserate ist nicht bekannt.

5. Zusammenfassung und Ausblick

5.1. Zusammenfassung

Im Zeitraum Dezember 1996 bis Dezember 2000 wurden 165 arthroskopische Bankart-Operationen in der Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar durchgeführt. Zur Beurteilung der klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse insb. der sekundären Arthroseentwicklung konnten 96 Patienten (100 Schultern) nach durchschnittlich 13 Jahren für eine Nachuntersuchung gewonnen werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass nach arthroskopischen Bankartoperationen häufig arthrotische Veränderungen am Glenohumeralgelenk im Röntgenbild zu finden sind (69%). Diese stellten sich aber im Großteil der Fälle (59%) als mild dar. Dies ist vergleichbar mit Ergebnissen zu offenen Stabilisierungsverfahren und der konservativen Therapie.

Der Großteil der untersuchten Patienten (93%) war mit dem Operationsergebnis zufrieden und 66% beklagten keinerlei Schmerzen in der operierten Schulter. Zu einer erneuten Luxation kam es bei 21% der Patienten.

Mit Blick auf die funktionellen Aspekte, wie Beweglichkeit und Kraft der Schulter zeigte sich, dass die meist milden, degenerativen Veränderungen den Patienten im Alltag kaum einschränken. So erzielten die Patienten im Rowe sowie im Constant- und ASES-Score sehr gute Ergebnisse.

Als wichtigste Risikofaktoren für die Entwicklung der Omarthrose können präoperative Einflüsse, wie das Ausmaß des Luxationstraumas und das Alter des Patienten gelten.

Das operative Vorgehen selbst scheint für die Arthrose von eher geringer Bedeutung. Dies setzt allerdings eine korrekt durchgeführte Stabilisierungsoperation voraus. Dabei sollte versucht werden, die natürlichen Gegebenheiten wieder herzustellen und das operative Trauma zu minimieren.

Vermeehrt eingebrachtes Fremdmaterial ist in unserer Studie mit einer erhöhten Arthroserate vergesellschaftet. Ob eingebrachtes Fremdmaterial ein Risikofaktor für eine Arthroseentwicklung oder ein indirekter Indikator für eine schwere prä-operative Gelenkschädigung ist kann anhand unserer Daten nicht beurteilt werden

Die Länge des Instabilitätsintervalls scheint bei der Entwicklung der Arthrose nur zweitrangig zu sein. Hingegen ist das Vermeiden einer erneuten Luxation ein wichtiger Faktor in der Prävention der sekundären Omarthrose. Eine Stabilisierungsoperation dient somit vor allem der Vermeidung einer erneuten Instabilität und der Verbesserung der Schulterfunktion des Patienten

Die Einschränkung der Außenrotation zeigt bei unseren Untersuchungen keinen signifikanten Zusammenhang zur Arthrose. Wir führen dies auf das sehr geringe Ausmaß der Einschränkung von 5° im Vergleich zur Gegenseite zurück.

Trotz des minimal-invasiven Vorgehens einer arthroskopischen Operation scheint sich aber auf lange Sicht kein geringeres Risiko für die Entwicklung einer Omarthrose gegenüber einer offenen Operation zu ergeben.

Aufgrund unserer Daten muss unsere Hypothese, wonach eine arthroskopische Stabilisierungsoperation das Risiko für die Entwicklung einer Omarthrose minimiert, abgelehnt werden.

5.2. Ausblick

Die arthroskopische Bankartoperation zeigt mittel- bis langfristig gute bis sehr gute klinische Ergebnisse. Unsere Daten tragen dazu bei Risikofaktoren, wie das Alter des Patienten, die Schwere des Luxationstraumas und die Zahl der verwendeten Anker zu erkennen. Außerdem helfen sie die Entwicklung einer Arthrose nach einer Bankartoperation zu identifizieren und besser einzuschätzen.

Nichtsdestotrotz wurden unsere Ergebnisse mittels einer retrospektiven Datenanalyse gewonnen, die immer das Risiko einer Verzerrung mit sich bringt. Die Aussagekraft unserer Daten stellt sich deswegen begrenzt dar. Es ist daher notwendig zusätzliche langfristige Follow-up Studien mit einem besseren Studiendesign (prospektiv, kontrolliert) durchzuführen, um Risikofaktoren noch besser abschätzen zu können und dem Patienten auf lange Sicht eine bestmögliche Schulterfunktion zu ermöglichen.

A. Anhang

a. Abbildungsverzeichnis

- Abb.: 1-1** Schnittanatomie eines rechten Schultergelenkes (Tischer et al., 2004)
- Abb.: 1-2** Struktureller Aufbau des Labrums glenoidale mit Darstellung des zirkulären und radiären Faserverlaufs (Habermeyer et al., 2010; Tamai et al., 1986)
- Abb.: 1-3** Foramen sublabrale; Sicht auf die Glenoidfläche eines rechten Schultergelenks (Lichtenberg et al., 2008)
- Abb.: 1-4** Schemazeichnung der Kapsel mit dem glenohumeralen Bändern: Bizepssehne (B), superiores glenohumerales Ligament (SGHL), mediales glenohumerales Ligament (MGHL), inferiore glenohumerales ligamentäre Komponenten (IGHLC), anteriores Band (AB), posteriores Band (PB), axilläre Tasche (AP), posteriore Kapsel (O'Brien et al., 1990)
- Abb.: 1-5** Der Buford-Komplex, schematische Darstellung midem seilartigen (cord-like) MGHL aus „The Buford Complex- The „cord like“ middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: A normal capsulabral variant“ (Williams et al., 1994)
- Abb.: 1-6** Läsionsformen bei der vorderen unteren Schulterinstabilität; Habermeyer P (Ed.), „Schulterchirurgie“ 3.Aufl., Urban und Fischer, München und Jena, 2001, S.242
- Abb.: 1-7** Klassifikation der SLAP-Läsionen nach Snyder I-IV (1990) und Maffet V-VII (1995) (Habermeyer et al., 2010)
- Abb.: 1-8** Klassifikation der Glenoidrandläsionen nach Bigliani; I: abgesprenktes Fragment mit der Kapsel verbunden; II: medial disloziertes und dort verwachsenes Fragment; III: Pfannenrandverlust Typ A <25%; Typ B >25% (Habermeyer et al., 2006)
- Abb.: 1-9** Der sicher Winkel ϕ_1 in dem die Pfanne axiale Kräfte aufnehmen kann wird durch einen Knochendefekt auf den Winkel ϕ_2 verringert.(Burkhart & De Beer, 2000)
- Abb.: 1-10** Phänomen der „inverted pear“ nach Burkhart und DeBeer; links: normale Pfanne, mitte:Bankart Fraktur; rechts: umgekehrte Birnenform (Wiedemann et al., 2009)
- Abb.: 1-11** Schubladentest (Habermeyer et al., 2010)
- Abb.: 1-11** Sulkustest (Habermeyer et al., 2010)
- Abb.: 1-12** Load-and Shift-Test (Habermeyer et al., 2010)
- Abb.: 1-13** Apprehension-Test (Habermeyer et al., 2010)
- Abb.: 1-14** Relocation-Test (Habermeyer et al., 2010)

- Abb.: 1-15** Röntgenaufnahme einer rechten Schulter links: a.-p., mitte: axial, rechts: Skapula-Y-View aus dem Archiv der Sportorthopädie Klinikum rechts der Isar
- Abb.: 2-1** links: Anfrischen des Glenoidrandes, Blick durch das dorsale Standardportal (linke Schulter) Archiv der Sportorthopädie, Klinikum rechts der Isar; rechts: Darstellung der Ankerpositionen in 3:00-, 4:30- und 5:30-Uhr-Position über den tiefen anterioren Zugang
- Abb.: 2-2** Einteilung der Arthrosegrade nach Samilson-Prieto anhand der Größe der kaudalen Osteophyten (Brunner, 2009)
- Abb.: 2-3** Röntgenaufnahme (a.p.) der rechten Schulter mit fortgeschrittener Omarthrose; der obere rote Kreis markiert den aufgehobenen Gelenkspalt, der untere rote Kreis markiert den kaudalen Osteophyten, der blaue Kreis illustriert das Ausmaß der Deformierung des Humeruskopfes zur sphärischen Ergänzung in Bezug zur erhaltenen Geometrie der Tuberkula und der Metaphyse (Kircher, 2012)

b. Literaturverzeichnis

- Ahmad, C. S., Wang, V. M., Sugalski, M. T., Levine, W. N., & Bigliani, L. U. (2005). Biomechanics of shoulder capsulorrhaphy procedures. *J Shoulder Elbow Surg*, 14(1 Suppl S), 12s-18s. doi: 10.1016/j.jse.2004.09.015
- Allain, J., Goutallier, D., & Glorion, C. (1998). Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 80(6), 841-852.
- Altchek, D. W., Warren, R. F., Skyhar, M. J., & Ortiz, G. (1991). T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types. *J Bone Joint Surg Am*, 73(1), 105-112.
- Anetzberger, H., & Putz, R. (1996). The scapula: principles of construction and stress. *Acta Anat (Basel)*, 156(1), 70-80.
- Arciero, R. A., Wheeler, J. H., Ryan, J. B., & McBride, J. T. (1994). Arthroscopic Bankart repair versus nonoperative treatment for acute, initial anterior shoulder dislocations. *Am J Sports Med*, 22(5), 589-594.
- Badet, R., Boileau, P., Noel, E., & Walch, G. (1995). Arthrography and computed arthrotomography study of seventy patients with primary glenohumeral osteoarthritis. *Rev Rhum Engl Ed*, 62(9), 555-562.
- Balg, F., & Boileau, P. (2007). The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation. *J Bone Joint Surg Br*, 89(11), 1470-1477. doi: 10.1302/0301-620x.89b11.18962
- Bankart, A. S. (1923). RECURRENT OR HABITUAL DISLOCATION OF THE SHOULDER-JOINT. *Br Med J*, 2(3285), 1132-1133.
- Bankart, A. S. (1938). The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder-joint. *British Journal of Surgery*, 26(101), 23-29. doi: 10.1002/bjs.18002610104
- Barthel, T., Konig, U., Bohm, D., Loehr, J. F., & Gohlke, F. (2003). [Anatomy of the glenoid labrum]. *Orthopade*, 32(7), 578-585. doi: 10.1007/s00132-003-0487-1
- Bayley, J. (2002). *The classification of shoulder instability – new light through old windows*. . Paper presented at the 16th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow Budapest, Ungarn.
- Berendes, T. D., Wolterbeek, R., Pilot, P., Verburg, H., & te Slaa, R. L. (2007). The open modified Bankart procedure: outcome at follow-up of 10 to 15 years. *J Bone Joint Surg Br*, 89(8), 1064-1068. doi: 10.1302/0301-620x.89b8.19280
- Bigliani, L. U., Newton, P. M., Steinmann, S. P., Connor, P. M., & McIlveen, S. J. (1998). Glenoid rim lesions associated with recurrent anterior dislocation of the shoulder. *Am J Sports Med*, 26(1), 41-45.
- Bigliani, L. U., Pollock, R. G., Soslowsky, L. J., Flatow, E. L., Pawluk, R. J., & Mow, V. C. (1992). Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament. *J Orthop Res*, 10(2), 187-197. doi: 10.1002/jor.1100100205

- Blachut, P. A., & Day, B. (1989). Arthroscopic anatomy of the shoulder. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 5(1), 1-10. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0749-8063\(89\)90083-2](http://dx.doi.org/10.1016/0749-8063(89)90083-2)
- Bottoni, C. R., Smith, E. L., Berkowitz, M. J., Towle, R. B., & Moore, J. H. (2006). Arthroscopic versus open shoulder stabilization for recurrent anterior instability: a prospective randomized clinical trial. *Am J Sports Med*, 34(11), 1730-1737. doi: 10.1177/0363546506288239
- Bottoni, C. R., Wilckens, J. H., DeBerardino, T. M., D'Alleyrand, J. C., Rooney, R. C., Harpstrite, J. K., & Arciero, R. A. (2002). A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations. *Am J Sports Med*, 30(4), 576-580.
- Broca, A., & Hartmann, H. (1890). *Contribution à l'étude des luxations de l'épaule (luxations anciennes, luxations récidivantes)*. Paris.
- Brunner, U. H. (2009). [Arthropathy of instability. Causes, treatment options and results]. *Orthopade*, 38(1), 83-92. doi: 10.1007/s00132-008-1359-5
- Bui-Mansfield, L. T., Banks, K. P., & Taylor, D. C. (2007). Humeral avulsion of the glenohumeral ligaments: the HAGL lesion. *Am J Sports Med*, 35(11), 1960-1966. doi: 10.1177/0363546507301081
- Burkhart, S. S., & De Beer, J. F. (2000). 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(7), 677-694.
- Buscayret, F., Edwards, T. B., Szabo, I., Adeleine, P., Coudane, H., & Walch, G. (2004). Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med*, 32(5), 1165-1172. doi: 10.1177/0363546503262686
- Calandra, J. J., Baker, C. L., & Uribe, J. (1989). The incidence of Hill-Sachs lesions in initial anterior shoulder dislocations. *Arthroscopy*, 5(4), 254-257.
- Callaghan, J. J., McNiesh, L. M., DeHaven, J. P., Savory, C. G., & Polly, D. W., Jr. (1988). A prospective comparison study of double contrast computed tomography (CT) arthrography and arthroscopy of the shoulder. *Am J Sports Med*, 16(1), 13-20.
- Cameron, M. L., Kocher, M. S., Briggs, K. K., Horan, M. P., & Hawkins, R. J. (2003). The prevalence of glenohumeral osteoarthritis in unstable shoulders. *Am J Sports Med*, 31(1), 53-55.
- Castagna, A., Markopoulos, N., Conti, M., Delle Rose, G., Papadakou, E., & Garofalo, R. (2010). Arthroscopic bankart suture-anchor repair: radiological and clinical outcome at minimum 10 years of follow-up. *Am J Sports Med*, 38(10), 2012-2016. doi: 10.1177/0363546510372614
- Chalmers, P. N., Mascarenhas, R., Leroux, T., Sayegh, E. T., Verma, N. N., Cole, B. J., & Romeo, A. A. (2014). Do Arthroscopic and Open Stabilization Techniques Restore Equivalent Stability to the Shoulder in the Setting of Anterior Glenohumeral Instability? A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Arthroscopy*. doi: 10.1016/j.arthro.2014.07.008
- Chandnani, V. P., Yeager, T. D., DeBerardino, T., Christensen, K., Gagliardi, J. A., Heitz, D. R., . . . Hansen, M. F. (1993). Glenoid labral tears: prospective evaluation with MRI

- imaging, MR arthrography, and CT arthrography. *AJR Am J Roentgenol*, 161(6), 1229-1235. doi: 10.2214/ajr.161.6.8249731
- Chapnikoff, D., Besson, A., Chantelot, C., Fontaine, C., Migaud, H., & Duquennoy, A. (2000). [Bankart procedure: clinical and radiological long-term outcome]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 86(6), 558-565.
- Ciccione, W. J., 2nd, Weinstein, D. M., & Elias, J. J. (2007). Glenohumeral chondrolysis following thermal capsulorrhaphy. *Orthopedics*, 30(2), 158-160.
- Clark, J. M., & Harryman, D. T., 2nd. (1992). Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. *J Bone Joint Surg Am*, 74(5), 713-725.
- Clarke, M. G., Dewing, C. B., Schroder, D. T., Solomon, D. J., & Provencher, M. T. (2009). Normal shoulder outcome score values in the young, active adult. *J Shoulder Elbow Surg*, 18(3), 424-428. doi: 10.1016/j.jse.2008.10.009
- Cole, B. J., L'Insalata, J., Irrgang, J., & Warner, J. J. (2000). Comparison of arthroscopic and open anterior shoulder stabilization. A two to six-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 82-a(8), 1108-1114.
- Conboy, V. B., Morris, R. W., Kiss, J., & Carr, A. J. (1996). An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br*, 78(2), 229-232.
- Constant, C. R., & Murley, A. H. (1987). A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*(214), 160-164.
- Cooper, D. E., Arnoczky, S. P., O'Brien, S. J., Warren, R. F., DiCarlo, E., & Allen, A. A. (1992). Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*, 74(1), 46-52.
- Craig, E. V. (1984). The posterior mechanism of acute anterior shoulder dislocations. *Clin Orthop Relat Res*(190), 212-216.
- Dähnert, W., & Bernd, W. (1986). Computertomographische Bestimmung des Torsionswinkels am Humerus. [CT Measurement of Humeral Torsion]. *Z Orthop Unfall*, 124(01), 46-49. doi: 10.1055/s-2008-1044522
- Dawson, J., Fitzpatrick, R., & Carr, A. (1999). The assessment of shoulder instability. The development and validation of a questionnaire. *J Bone Joint Surg Br*, 81(3), 420-426.
- De Simoni, C., Burkart, A., & Imhoff, A. B. (2000). Ein neuer inferiorer (5.30-Uhr-) Zugang für die arthroskopische Reparatrice des Bankart-Schadens. *Arthroskopie*, 13(5), 217-219. doi: 10.1007/s001420050161
- Deutsch, A., Ramsey, M. L., & Williams, G. R., Jr. (2006). Loss of passive external rotation at 90 degrees abduction is predictive of a medially healed Bankart lesion. *Arthroscopy*, 22(7), 710-715. doi: 10.1016/j.arthro.2006.02.008
- Ebert, T., Gramlich, H., & Habermeyer, P. (1999). Arthroskopische Befunde bei der traumatischen vorderen Schultererstluxation. *Arthroskopie*, 12(4), 171-176. doi: 10.1007/s001420050095
- Elmlund, A. O., Ejerhed, L., Sernert, N., Rostgard, L. C., & Kartus, J. (2012). Dislocation arthropathy and drill hole appearance in a mid- to long-term follow-up study after arthroscopic Bankart repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(11), 2156-2162. doi: 10.1007/s00167-012-2076-5

- Fabbriciani, C., Milano, G., Demontis, A., Fadda, S., Ziranu, F., & Mulas, P. D. (2004). Arthroscopic versus open treatment of Bankart lesion of the shoulder: a prospective randomized study. *Arthroscopy*, *20*(5), 456-462. doi: 10.1016/j.arthro.2004.03.001
- Fabre, T., Abi-Chahla, M. L., Billaud, A., Geneste, M., & Durandeau, A. (2010). Long-term results with Bankart procedure: a 26-year follow-up study of 50 cases. *J Shoulder Elbow Surg*, *19*(2), 318-323. doi: 10.1016/j.jse.2009.06.010
- Franceschi, F., Papalia, R., Del Buono, A., Vasta, S., Maffulli, N., & Denaro, V. (2011). Glenohumeral osteoarthritis after arthroscopic Bankart repair for anterior instability. *Am J Sports Med*, *39*(8), 1653-1659. doi: 10.1177/0363546511404207
- Gagey, O. J., & Gagey, N. (2001). The hyperabduction test: AN ASSESSMENT OF THE LAXITY OF THE INFERIOR GLENOHUMERAL LIGAMENT. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, *83-B*(1), 69-74. doi: 10.1302/0301-620x.83b1.10628
- Gerber, C. (1997). Observations on the classification of instability. In I. J. Warner JP, Gerber C (eds) (Ed.), *Complex and recision problems in shoulder surgery* (pp. 9-19). Philadelphia: Lippincott-Raven.
- Gerber, C., & Ganz, R. (1984). Clinical assessment of instability of the shoulder. With special reference to anterior and posterior drawer tests. *J Bone Joint Surg Br*, *66*(4), 551-556.
- Gerber, C., & Nyffeler, R. W. (2002). Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res*(400), 65-76.
- Gohlke, F. (2000). Biomechanik der Schulter. *Orthopade*, *29*(10), 834-844. doi: 10.1007/s001320050534
- Gohlke, F., & Eulert, J. (1991). [Surgical treatment of anterior shoulder instability]. *Orthopade*, *20*(4), 266-272.
- Gohlke, F., Janßen, E., Leidel, J., Heppelmann, B., & Eulert, J. (1998). Histomorphological findings on proprioception in the shoulder. *Orthopade*, *27*(8), 510-517. doi: 10.1007/PL00003524
- Good, C. R., Shindle, M. K., Kelly, B. T., Wanich, T., & Warren, R. F. (2007). Glenohumeral chondrolysis after shoulder arthroscopy with thermal capsulorrhaphy. *Arthroscopy*, *23*(7), 797.e791-795. doi: 10.1016/j.arthro.2007.03.092
- Greiner, S., Herrmann, S., Gerhardt, C., & Scheibel, M. (2009). [Classification and diagnostics of unstable shoulders]. *Orthopade*, *38*(1), 6-8, 10-15. doi: 10.1007/s00132-008-1349-7
- Greis, P. E., Scuderi, M. G., Mohr, A., Bachus, K. N., & Burks, R. T. (2002). Glenohumeral articular contact areas and pressures following labral and osseous injury to the anteroinferior quadrant of the glenoid. *J Shoulder Elbow Surg*, *11*(5), 442-451.
- Groh, G. I., & Rockwood, C. A., Jr. (1995). The terrible triad: anterior dislocation of the shoulder associated with rupture of the rotator cuff and injury to the brachial plexus. *J Shoulder Elbow Surg*, *4*(1 Pt 1), 51-53.
- Gross, M. L., & Distefano, M. C. (1997). Anterior release test. A new test for occult shoulder instability. *Clin Orthop Relat Res*(339), 105-108.
- Gumina, S., & Postacchini, F. (1997). Anterior dislocation of the shoulder in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*, *79*(4), 540-543.

- Habermeyer, P., Gleyze, P., & Rickert, M. (1999). Evolution of lesions of the labrum-ligament complex in posttraumatic anterior shoulder instability: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg*, 8(1), 66-74.
- Habermeyer, P., Lichtenberg, S., & Magosch, P. (2010). *Schulterchirurgie 4. Auflage*. München: UrbanFischer.
- Habermeyer, P., Magosch, P., & Lichtenberg, S. (2004). [Shoulder instability. Classification and treatment]. *Orthopade*, 33(7), 847-872; quiz 873. doi: 10.1007/s00132-004-0687-3
- Habermeyer, P., Magosch, P., & Lichtenberg, S. (2006). Classifications of instability *Classifications and Scores of the Shoulder* (pp. 49-90). Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Habermeyer, P., & Schuller, U. (1990). [Significance of the glenoid labrum for stability of the glenohumeral joint. An experimental study]. *Unfallchirurg*, 93(1), 19-26.
- Halder, A. M., Kuhl, S. G., Zobitz, M. E., Larson, D., & An, K. N. (2001). Effects of the glenoid labrum and glenohumeral abduction on stability of the shoulder joint through concavity-compression : an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am*, 83-a(7), 1062-1069.
- Harris, J. D., Gupta, A. K., Mall, N. A., Abrams, G. D., McCormick, F. M., Cole, B. J., . . . Verma, N. N. (2013). Long-term outcomes after Bankart shoulder stabilization. *Arthroscopy*, 29(5), 920-933. doi: 10.1016/j.arthro.2012.11.010
- Harris, J. D., & Romeo, A. A. (2013). Arthroscopic management of the contact athlete with instability. *Clin Sports Med*, 32(4), 709-730. doi: 10.1016/j.csm.2013.07.007
- Harryman, D. T., 2nd, Sidles, J. A., Harris, S. L., & Matsen, F. A., 3rd. (1992). The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 74(1), 53-66.
- Hawkins, R. J., & Angelo, R. L. (1990). Glenohumeral osteoarthritis. A late complication of the Putti-Platt repair. *J Bone Joint Surg Am*, 72(8), 1193-1197.
- Hawkins, R. J., & Bokor, D. J. (1990). Clinical Evaluation of shoulder problems. In Rockwood CA Jr & Matsen FA III (Eds.), *The shoulder* (Vol. 2nd edition). Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo: W.B. Saunders Company.
- Healey, J. H., Barton, S., Noble, P., Kohl, H. W., 3rd, & Ilahi, O. A. (2001). Biomechanical evaluation of the origin of the long head of the biceps tendon. *Arthroscopy*, 17(4), 378-382.
- Helmig, P., Sojbjerg, J. O., Sneppen, O., Loehr, J. F., Ostgaard, S. E., & Suder, P. (1993). Glenohumeral movement patterns after puncture of the joint capsule: An experimental study. *J Shoulder Elbow Surg*, 2(4), 209-215. doi: 10.1016/1058-2746(93)90064-n
- Henry, J. H., & Genung, J. A. (1982). Natural history of glenohumeral dislocation--revisited. *Am J Sports Med*, 10(3), 135-137.
- Hill, H. A., & Sachs, M. D. (1940). The Grooved Defect of the Humeral Head. *Radiology*, 35(6), 690-700. doi: doi:10.1148/35.6.690
- Hippocrates, & Adams, F. (1886). *The genuine works of Hippocrates*. New York: W. Wood.
- Hirschfelder, H., & Kirsten, U. (1991). Biometrische Analyse des instabilen Schultergelenkes. [Biometric Analysis of the Instable Shoulder]. *Z Orthop Unfall*, 129(06), 516-520. doi: 10.1055/s-2008-1040282

- Hovellius, L. (1978). Shoulder dislocation in Swedish ice hockey players. *Am J Sports Med*, 6(6), 373-377.
- Hovellius, L. (1982). Incidence of shoulder dislocation in Sweden. *Clin Orthop Relat Res*(166), 127-131.
- Hovellius, L. (1987). Anterior dislocation of the shoulder in teen-agers and young adults. Five-year prognosis. *J Bone Joint Surg Am*, 69(3), 393-399.
- Hovellius, L., Augustini, B. G., Fredin, H., Johansson, O., Norlin, R., & Thorling, J. (1996). Primary anterior dislocation of the shoulder in young patients. A ten-year prospective study. *J Bone Joint Surg Am*, 78(11), 1677-1684.
- Hovellius, L., Eriksson, K., Fredin, H., Hagberg, G., Hussenius, A., Lind, B., . . . Weckstrom, J. (1983). Recurrences after initial dislocation of the shoulder. Results of a prospective study of treatment. *J Bone Joint Surg Am*, 65(3), 343-349.
- Hovellius, L., & Saeboe, M. (2009). Neer Award 2008: Arthropathy after primary anterior shoulder dislocation--223 shoulders prospectively followed up for twenty-five years. *J Shoulder Elbow Surg*, 18(3), 339-347. doi: 10.1016/j.jse.2008.11.004
- Hovellius, L. K., Sandstrom, B. C., Rosmark, D. L., Saebo, M., Sundgren, K. H., & Malmqvist, B. G. (2001). Long-term results with the Bankart and Bristow-Latarjet procedures: recurrent shoulder instability and arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg*, 10(5), 445-452. doi: 10.1067/mse.2001.117128
- Howell, S. M., & Galinat, B. J. (1989). The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. *Clin Orthop Relat Res*(243), 122-125.
- Huber, H., & Gerber, C. (1994). Voluntary subluxation of the shoulder in children. A long-term follow-up study of 36 shoulders. *J Bone Joint Surg Br*, 76(1), 118-122.
- Huber, W., & Putz, R. (1997). Periarticular fiber system of the shoulder joint. *Arthroscopy*, 13(6), 680-691.
- Iannotti, J. P., Gabriel, J. P., Schneck, S. L., Evans, B. G., & Misra, S. (1992). The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *J Bone Joint Surg Am*, 74(4), 491-500.
- Ilahi, O. A., Labbe, M. R., & Cosculluela, P. (2002). Variants of the anterosuperior glenoid labrum and associated pathology. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 18(8), 882-886. doi: 10.1053/jars.2002.36119
- Imhoff, A. B., Ansah, P., Tischer, T., Reiter, C., Bartl, C., Hench, M., . . . Vogt, S. (2010). Arthroscopic repair of anterior-inferior glenohumeral instability using a portal at the 5:30-o'clock position: analysis of the effects of age, fixation method, and concomitant shoulder injury on surgical outcomes. *Am J Sports Med*, 38(9), 1795-1803. doi: 10.1177/0363546510370199
- Imhoff, A. B., Beitzel, K., Stamer, K., & Klein, E. (2010). Schulter: OP-Verfahren/Nachbehandlung. In A. B. Imhoff, K. Beitzel, K. Stamer, & E. Klein (Eds.), *Rehabilitationskonzepte in der orthopädischen Chirurgie* (pp. 13-33): Springer Berlin Heidelberg.
- Imhoff, A. B., & Schmid, A. (2001). [Arthroscopic shoulder stabilization]. *Kongressbd Dtsch Ges Chir Kongr*, 118, 349-351.
- Itoi, E., Hatakeyama, Y., Sato, T., Kido, T., Minagawa, H., Yamamoto, N., . . . Nozaka, K. (2007). Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk

- of recurrence. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 89(10), 2124-2131. doi: 10.2106/jbjs.f.00654
- Itoi, E., Lee, S. B., Berglund, L. J., Berge, L. L., & An, K. N. (2000). The effect of a glenoid defect on anteroinferior stability of the shoulder after Bankart repair: a cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am*, 82(1), 35-46.
- Itoi, E., Sashi, R., Minagawa, H., Shimizu, T., Wakabayashi, I., & Sato, K. (2001). Position of immobilization after dislocation of the glenohumeral joint. A study with use of magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am*, 83-a(5), 661-667.
- Jakobsen, B. W., Johannsen, H. V., Suder, P., & Sojbjerg, J. O. (2007). Primary repair versus conservative treatment of first-time traumatic anterior dislocation of the shoulder: a randomized study with 10-year follow-up. *Arthroscopy*, 23(2), 118-123. doi: 10.1016/j.arthro.2006.11.004
- Jerosch, J., & Marquardt, M. (1993). [Sonographic diagnosis in shoulder joint instability. Possibilities and limitations]. *Orthopade*, 22(5), 294-300.
- Jobe, F., Tibone, J., Jobe, C., & RS, K. (1990). The shoulder in sports. In R. C. Jr & M. F. III (Eds.), *The shoulder*. Philadelphia: WB Saunders
- Kaar, T. K., Schenck, R. C., Jr., Wirth, M. A., & Rockwood, C. A., Jr. (2001). Complications of metallic suture anchors in shoulder surgery: A report of 8 cases. *Arthroscopy*, 17(1), 31-37.
- Kavaja, L., Pajarinen, J., Sinisaari, I., Savolainen, V., Bjorkenheim, J. M., Haapamaki, V., & Paavola, M. (2012). Arthrosis of glenohumeral joint after arthroscopic Bankart repair: a long-term follow-up of 13 years. *J Shoulder Elbow Surg*, 21(3), 350-355. doi: 10.1016/j.jse.2011.04.023
- Kibler, W. B., Sciascia, A., & Wilkes, T. (2012). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg*, 20(6), 364-372. doi: 10.5435/jaaos-20-06-364
- Kim, S. H., Ha, K. I., Cho, Y. B., Ryu, B. D., & Oh, I. (2003). Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 85-a(8), 1511-1518.
- Kircher, J. (2012). Die Omarthrose: Einteilung, Morphologie und Diagnostik. *Obere Extremität*, 7(2), 91-99. doi: 10.1007/s11678-012-0164-2
- Kirkley, A., Griffin, S., McLintock, H., & Ng, L. (1998). The development and evaluation of a disease-specific quality of life measurement tool for shoulder instability. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Am J Sports Med*, 26(6), 764-772.
- Kirkley, A., Griffin, S., Richards, C., Miniaci, A., & Mohtadi, N. (1999). Prospective randomized clinical trial comparing the effectiveness of immediate arthroscopic stabilization versus immobilization and rehabilitation in first traumatic anterior dislocations of the shoulder. *Arthroscopy*, 15(5), 507-514. doi: 10.1053/ar.1999.v15.015050
- Kirkley, A., Werstine, R., Ratjek, A., & Griffin, S. (2005). 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(1), 55-63. doi: 10.1016/j.arthro.2004.09.018

- Konig, D. P., Rutt, J., Treml, O., Kausch, T., & Hackenbroch, M. H. (1996). Osteoarthrosis following the Putti-Platt operation. *Arch Orthop Trauma Surg*, 115(3-4), 231-232.
- Koran, L. M. (1975). The Reliability of Clinical Methods, Data and Judgments. *New England Journal of Medicine*, 293(13), 642-646. doi: doi:10.1056/NEJM197509252931307
- Kralinger, F. S., Golser, K., Wischatta, R., Wambacher, M., & Sperner, G. (2002). Predicting recurrence after primary anterior shoulder dislocation. *Am J Sports Med*, 30(1), 116-120.
- Kumar, V. P., & Balasubramaniam, P. (1985). The role of atmospheric pressure in stabilising the shoulder. An experimental study. *J Bone Joint Surg Br*, 67(5), 719-721.
- Latarjet, M. (1954). [Treatment of recurrent dislocation of the shoulder]. *Lyon Chir*, 49(8), 994-997.
- Lazarus, M. D., Sidles, J. A., Harryman, D. T., 2nd, & Matsen, F. A., 3rd. (1996). Effect of a chondral-labral defect on glenoid concavity and glenohumeral stability. A cadaveric model. *J Bone Joint Surg Am*, 78(1), 94-102.
- Lenters, T. R., Franta, A. K., Wolf, F. M., Leopold, S. S., & Matsen, F. A., 3rd. (2007). Arthroscopic compared with open repairs for recurrent anterior shoulder instability. A systematic review and meta-analysis of the literature. *J Bone Joint Surg Am*, 89(2), 244-254. doi: 10.2106/JBJS.E.01139
- Lerat, J. L., Chotel, F., Besse, J. L., Moyen, B., & Brunet Guedj, E. (1994). [Dynamic anterior jerk of the shoulder. A new clinical test for shoulder instability. Preliminary study]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 80(6), 461-467.
- Levine, W. N., Clark, A. M., D'Alessandro, D. F., & Yamaguchi, K. (2005). *Chondrolysis Following Arthroscopic Thermal Capsulorrhaphy to Treat Shoulder Instability* (Vol. 87).
- Lichtenberg, S., Engel, G., & Habermeyer, P. (2000). Arthroskopische Behandlung der traumatischen Schulterinstabilität (akut – chronisch). *Trauma und Berufskrankheit*, 2(4), S400-S405. doi: 10.1007/PL00014955
- Lichtenberg, S., Habermeyer, P., Magoš, P., & Konopatzki, H. (2008). KAPITEL 3 - Normvarianten des Labrums. In S. Lichtenberg, P. Habermeyer, P. M. von, & H. Konopatzki (Eds.), *Atlas Schulterarthroskopie* (pp. 9-11). Munich: Urban & Fischer.
- Lill, H., Verheyden, P., Korner, J., Hepp, P., & Josten, C. (1998). [Conservative treatment after first traumatic shoulder dislocation]. *Chirurg*, 69(11), 1230-1237.
- Lippitt, S., & Matsen, F. (1993). Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Relat Res*(291), 20-28.
- Lippitt, S. B., Vanderhooft, J. E., Harris, S. L., Sidles, J. A., Harryman, D. T., & Matsen, F. A. r. (1993). Glenohumeral stability from concavity-compression: A quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 2(1), 27-35. doi: 10.1016/s1058-2746(09)80134-1
- Lo, I. K., Parten, P. M., & Burkhart, S. S. (2004). The inverted pear glenoid: an indicator of significant glenoid bone loss. *Arthroscopy*, 20(2), 169-174. doi: 10.1016/j.arthro.2003.11.036
- Loew, M., Thomsen, M., Rickert, M., & Simank, H. G. (2001). Verletzungsmuster bei der Schulterluxation des älteren Patienten. *Unfallchirurg*, 104(2), 115-118. doi: 10.1007/s001130050700

- Loughlin, J. (2005). The genetic epidemiology of human primary osteoarthritis: current status. *Expert Rev Mol Med*, 7(9), 1-12. doi: 10.1017/s1462399405009257
- Lubowitz, J. H., & Poehling, G. G. (2007). Glenohumeral thermal capsulorrhaphy is not recommended--shoulder chondrolysis requires additional research. *Arthroscopy*, 23(7), 687. doi: 10.1016/j.arthro.2007.05.001
- Lusardi, D. A., Wirth, M. A., Wurtz, D., & Rockwood, C. A., Jr. (1993). Loss of external rotation following anterior capsulorrhaphy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 75(8), 1185-1192.
- Maffet, M. W., Gartsman, G. M., & Moseley, B. (1995). Superior labrum-biceps tendon complex lesions of the shoulder. *Am J Sports Med*, 23(1), 93-98.
- Marx, R. G., McCarty, E. C., Montemurno, T. D., Altchek, D. W., Craig, E. V., & Warren, R. F. (2002). Development of arthrosis following dislocation of the shoulder: A case-control study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 11(1), 1-5. doi: 10.1067/mse.2002.119388
- Matsen, F. A. (2002). The biomechanics of glenohumeral stability. *J Bone Joint Surg Am*, 84-a(3), 495-496.
- Matsen, F. A., Lippitt, S., Sidles, J. A., & Harryman, D. T. (1994). *Practical evaluation and management of the shoulder*. Philadelphia- London - Toronto - Montreal - Sydney - Tokyo: W B Saunders.
- Mazzocca, A. D., Brown, F. M., Jr., Carreira, D. S., Hayden, J., & Romeo, A. A. (2005). Arthroscopic anterior shoulder stabilization of collision and contact athletes. *Am J Sports Med*, 33(1), 52-60.
- Mizuno, K., Nabeshima, Y., & Hirohata, K. (1993). Analysis of Bankart lesion in the recurrent dislocation or subluxation of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*(288), 158-165.
- Morgan, C. D., Rames, R. D., & Snyder, S. J. (1991). *Anatomical variations of the glenohumeral ligaments*. Paper presented at the 58th Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Anaheim, California, USA, 1991.
- Nakagawa, Y., Hyakuna, K., Otani, S., Hashitani, M., & Nakamura, T. (1999). Epidemiologic study of glenohumeral osteoarthritis with plain radiography. *J Shoulder Elbow Surg*, 8(6), 580-584.
- Neer, C. S., & Foster, C. R. (2001). *JBJS Classics: Inferior Capsular Shift for Involuntary Inferior and Multidirectional Instability of the Shoulder* (Vol. 83).
- Neer, C. S., Watson, K. C., & Stanton, F. J. (1982). *Recent experience in total shoulder replacement* (Vol. 64).
- Neviaser, T. J. (1993). The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability of the shoulder. *Arthroscopy*, 9(1), 17-21.
- O'Brien, S. J., Neves, M. C., Arnoczky, S. P., Rozbruch, S. R., Dicarlo, E. F., Warren, R. F., . . . Wickiewicz, T. L. (1990). The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. *Am J Sports Med*, 18(5), 449-456. doi: 10.1177/036354659001800501
- Ogawa, K., Yoshida, A., & Ikegami, H. (2006). Osteoarthritis in shoulders with traumatic anterior instability: preoperative survey using radiography and computed tomography. *J Shoulder Elbow Surg*, 15(1), 23-29. doi: 10.1016/j.jse.2005.05.011

- Ogawa, K., Yoshida, A., Matsumoto, H., & Takeda, T. (2010). Outcome of the open Bankart procedure for shoulder instability and development of osteoarthritis: a 5- to 20-year follow-up study. *Am J Sports Med*, 38(8), 1549-1557. doi: 10.1177/0363546510363464
- Osmond-Clarke, H. (1948). Habitual dislocation of the shoulder; the Putti-Platt operation. *J Bone Joint Surg Br*, 30b(1), 19-25.
- Ovesen, J., & Nielsen, S. (1986). Anterior and posterior shoulder instability. A cadaver study. *Acta Orthop Scand*, 57(4), 324-327.
- Owens, B. D., Agel, J., Mountcastle, S. B., Cameron, K. L., & Nelson, B. J. (2009). Incidence of glenohumeral instability in collegiate athletics. *Am J Sports Med*, 37(9), 1750-1754. doi: 10.1177/0363546509334591
- Owens, B. D., DeBerardino, T. M., Nelson, B. J., Thurman, J., Cameron, K. L., Taylor, D. C., . . . Arciero, R. A. (2009). Long-term follow-up of acute arthroscopic Bankart repair for initial anterior shoulder dislocations in young athletes. *Am J Sports Med*, 37(4), 669-673. doi: 10.1177/0363546508328416
- Pagnani, M. J., Deng, X. H., Warren, R. F., Torzilli, P. A., & O'Brien, S. J. (1996). Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cadavera. *J Shoulder Elbow Surg*, 5(4), 255-262.
- Pagnani, M. J., & Warren, R. F. (1994). Stabilizers of the glenohumeral joint. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*.
- Pastor, M. F., Smith, T., Struck, M., & Wellmann, M. (2014). [Stability versus mobility of the shoulder. Biomechanical aspects in athletes]. *Orthopade*, 43(3), 209-214. doi: 10.1007/s00132-013-2142-9
- Paul, J., Vogt, S., Tischer, T., & Imhoff, A. B. (2009). [Arthroscopic ventral shoulder stabilization]. *Orthopade*, 38(1), 31-35. doi: 10.1007/s00132-008-1352-z
- Pauwels, F. (1965). *Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Pelet, S., Jolles, B. M., & Farron, A. (2006). Bankart repair for recurrent anterior glenohumeral instability: results at twenty-nine years' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 15(2), 203-207. doi: 10.1016/j.jse.2005.06.011
- Perthes. (1906). Über Operationen bei habitueller Schulterluxation. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, 85(1), 199-227. doi: 10.1007/BF02894989
- Petrera, M., Patella, V., Patella, S., & Theodoropoulos, J. (2010). A meta-analysis of open versus arthroscopic Bankart repair using suture anchors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(12), 1742-1747. doi: 10.1007/s00167-010-1093-5
- Piasecki, D. P., Verma, N. N., Romeo, A. A., Levine, W. N., Bach, B. R., Jr., & Provencher, M. T. (2009). Glenoid bone deficiency in recurrent anterior shoulder instability: diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg*, 17(8), 482-493.
- Pollock, R. G., Wang, V. M., Bucchieri, J. S., Cohen, N. P., Huang, C. Y., Pawluk, R. J., . . . Mow, V. C. (2000). Effects of repetitive subfailure strains on the mechanical behavior of the inferior glenohumeral ligament. *J Shoulder Elbow Surg*, 9(5), 427-435. doi: 10.1067/mse.2000.108388

- Privitera, D. M., Bisson, L. J., & Marzo, J. M. (2012). Minimum 10-year follow-up of arthroscopic intra-articular Bankart repair using bioabsorbable tacks. *Am J Sports Med*, 40(1), 100-107. doi: 10.1177/0363546511425891
- Provencher, M. T., Frank, R. M., Leclere, L. E., Metzger, P. D., Ryu, J. J., Bernhardson, A., & Romeo, A. A. (2012). The Hill-Sachs lesion: diagnosis, classification, and management. *J Am Acad Orthop Surg*, 20(4), 242-252. doi: 10.5435/jaaos-20-04-242
- Putz, R., & Müller-Gerbl, M. (2010). Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks. In P. Habermeyer (Ed.), *Schulterchirurgie 4. Auflage* (4 ed.). München: Elsevier.
- Rachbauer, F., Ogon, M., Wimmer, C., Sterzinger, W., & Huter, B. (2000). Glenohumeral osteoarthritis after the Eden-Hybbinette procedure. *Clin Orthop Relat Res*(373), 135-140.
- Resch, H. (1989). Die vordere Instabilität des Schultergelenks. *Hefte zur Unfallheilkunde*.
- Resch, H., Povacz, P., Wambacher, M., Sperner, G., & Golser, K. (1997). Arthroscopic extra-articular Bankart repair for the treatment of recurrent anterior shoulder dislocation. *Arthroscopy*, 13(2), 188-200.
- Rhee, K. J., Kim, K. C., Shin, H. D., & Kim, Y. M. (2007). Revision using modified transglenoid reconstruction in recurred glenohumeral instability combined with anchor-induced arthropathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(12), 1494-1498. doi: 10.1007/s00167-007-0329-5
- Richards, R. R., An, K. N., Bigliani, L. U., Friedman, R. J., Gartsman, G. M., Gristina, A. G., . . . Zuckerman, J. D. (1994). A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg*, 3(6), 347-352. doi: 10.1016/s1058-2746(09)80019-0
- Rodosky, M. W., Harner, C. D., & Fu, F. H. (1994). 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(1), 121-130.
- Rosenberg, B. N., Richmond, J. C., & Levine, W. N. (1995). Long-term followup of Bankart reconstruction. Incidence of late degenerative glenohumeral arthrosis. *Am J Sports Med*, 23(5), 538-544.
- Rowe, C. R. (1956). Prognosis in dislocations of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 38-a(5), 957-977.
- Rowe, C. R. (1980). Acute and recurrent anterior dislocations of the shoulder. *Orthop Clin North Am*, 11(2), 253-270.
- Rowe, C. R., Patel, D., & Southmayd, W. W. (1978). The Bankart procedure: a long-term end-result study. *J Bone Joint Surg Am*, 60(1), 1-16.
- Rowe, C. R., & Zarins, B. (1981). *Recurrent transient subluxation of the shoulder* (Vol. 63).
- Rubin, S. A., Gray, R. L., & Green, W. R. (1974). The scapular "Y": a diagnostic aid in shoulder trauma. *Radiology*, 110(3), 725-726. doi: 10.1148/110.3.725
- Ryf, C., & Matter, P. (1993). [The initial traumatic shoulder dislocation. Prospective study]. *Z Unfallchir Versicherungsmed, Suppl 1*, 204-212.
- Saha, A. K. (1971). Dynamic stability of the glenohumeral joint. *Acta Orthop Scand*, 42(6), 491-505.

- Samilson, R. L., & Prieto, V. (1983). Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, 65(4), 456-460.
- Sano, H., Kato, Y., Haga, K., Itoi, E., & Tabata, S. (1996). Magnetic resonance arthrography in the assessment of anterior instability of the shoulder: comparison with double-contrast computed tomography arthrography. *J Shoulder Elbow Surg*, 5(4), 280-285.
- Savoie, F. H., 3rd, Miller, C. D., & Field, L. D. (1997). Arthroscopic reconstruction of traumatic anterior instability of the shoulder: the Caspari technique. *Arthroscopy*, 13(2), 201-209.
- Scheibel, M., & Imhoff, A. (2004). Definition, Klassifikation und klinische Diagnostik der instabilen Schulter. *Arthroskopie*, 17(3). doi: 10.1007/s00142-004-0257-z
- Scheibel, M., Nikulka, C., Dick, A., Schroeder, R. J., Popp, A. G., & Haas, N. P. (2007). Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. *Am J Sports Med*, 35(7), 1153-1161. doi: 10.1177/0363546507299446
- Schulz, C. U., Anetzberger, H., Maier, M., Pfahler, M., & Refior, H. J. (2002). Das Foramen sublabrale. *Unfallchirurg*, 105(12), 1088-1091. doi: 10.1007/s00113-002-0507-3
- Silliman, J. F., & Hawkins, R. J. (1993). Classification and physical diagnosis of instability of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*(291), 7-19.
- Simank, H. G., Dauer, G., Schneider, S., & Loew, M. (2006). Incidence of rotator cuff tears in shoulder dislocations and results of therapy in older patients. *Arch Orthop Trauma Surg*, 126(4), 235-240. doi: 10.1007/s00402-005-0034-0
- Snyder, S. J., Karzel, R. P., Pizzo, W. D., Ferkel, R. D., & Friedman, M. J. (1990). SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 6(4), 274-279. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0749-8063\(90\)90056-J](http://dx.doi.org/10.1016/0749-8063(90)90056-J)
- Snyder, S. J., Karzel, R. P., Pizzo, W. D., Ferkel, R. D., & Friedman, M. J. (2010). SLAP Lesions of the Shoulder. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 26(8), 1117. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2010.06.004>
- Soslowsky, L. J., Flatow, E. L., Bigliani, L. U., & Mow, V. C. (1992). *Articular geometry of the glenohumeral joint*.
- Soslowsky, L. J., Flatow, E. L., Bigliani, L. U., Pawluk, R. J., Ateshian, G. A., & Mow, V. C. (1992). Quantitation of in situ contact areas at the glenohumeral joint: a biomechanical study. *J Orthop Res*, 10(4), 524-534. doi: 10.1002/jor.1100100407
- Steinbeck, J., Witt, K. A., & Marquardt, B. (2009). [Arthroscopic versus open anterior shoulder stabilization. A systematic validation]. *Orthopade*, 38(1), 36-40. doi: 10.1007/s00132-008-1353-y
- Steven, B., Lippitt, S. B., Charles, A., & Rockwood, J. M. F. (2009). *The shoulder - expert consult*: Saunders.
- Tamai, K., Okinaga, S., Ohtsuka, M., & Inokuchi, A. (1986). *Fibrous architecture of the glenoid labrum*. In: *Takagishi N* (T. N Ed.). Tokyo: Professional Postgraduate Services, Tokyo.
- Tischer, T., Anetzberger, H., Müller-Gerbl, M., & Imhoff, A. B. (2004). Arthroskopisch relevante Anatomie der Schulterinstabilität. *Arthroskopie*, 17(3). doi: 10.1007/s00142-004-0262-2

- Tischer, T., Vogt, S., & Imhoff, A. B. (2007). [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(2), 133-154. doi: 10.1007/s00064-007-1199-1
- Turkel, S. J., Panio, M. W., Marshall, J. L., & Girgis, F. G. (1981). Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*, 63(8), 1208-1217.
- Uthoff, H. K., & Piscopo, M. (1985). Anterior capsular redundancy of the shoulder: congenital or traumatic? An embryological study. *J Bone Joint Surg Br*, 67(3), 363-366.
- Valdes, A. M., & Spector, T. D. (2009). The contribution of genes to osteoarthritis. *Med Clin North Am*, 93(1), 45-66, x. doi: 10.1016/j.mcna.2008.08.007
- van der Zwaag, H. M., Brand, R., Obermann, W. R., & Rozing, P. M. (1999). Glenohumeral osteoarthritis after Putti-Platt repair. *J Shoulder Elbow Surg*, 8(3), 252-258.
- Vangsness, C. T., Jr., Ennis, M., Taylor, J. G., & Atkinson, R. (1995). Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. *Arthroscopy*, 11(2), 180-184.
- Waldt, S., & Rummeny, E. J. (2006). [Magnetic resonance imaging of glenohumeral instability]. *Rofo*, 178(6), 590-599. doi: 10.1055/s-2006-926745
- Wallace, D. A., Beard, D. J., Gill, R. H., Eng, B., & Carr, A. J. (1997). Reflex muscle contraction in anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg*, 6(2), 150-155.
- Wang, C., Ghalambor, N., Zarins, B., & Warner, J. J. (2005). Arthroscopic versus open Bankart repair: analysis of patient subjective outcome and cost. *Arthroscopy*, 21(10), 1219-1222. doi: 10.1016/j.arthro.2005.07.004
- Warner, J. J., Bowen, M. K., Deng, X. H., Hannafin, J. A., Arnoczky, S. P., & Warren, R. F. (1998). Articular contact patterns of the normal glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg*, 7(4), 381-388.
- Warner, J. J., Caborn, D. N., Berger, R., Fu, F. H., & Seel, M. (1993). Dynamic capsuloligamentous anatomy of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg*, 2(3), 115-133. doi: 10.1016/s1058-2746(09)80048-7
- Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J., & Kennedy, R. (1992). Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moire topographic analysis. *Clin Orthop Relat Res*(285), 191-199.
- Weber, B. G., Simpson, L. A., & Hardegger, F. (1984). Rotational humeral osteotomy for recurrent anterior dislocation of the shoulder associated with a large Hill-Sachs lesion. *J Bone Joint Surg Am*, 66(9), 1443-1450.
- Weishaupt, D., Zanetti, M., Nyffeler, R. W., Gerber, C., & Hodler, J. (2000). Posterior glenoid rim deficiency in recurrent (atraumatic) posterior shoulder instability. *Skeletal Radiol*, 29(4), 204-210.
- Werner, C. M., Favre, P., & Gerber, C. (2007). The role of the subscapularis in preventing anterior glenohumeral subluxation in the abducted, externally rotated position of the arm. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 22(5), 495-501. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.12.007
- Whelan, D., Litchfield, R., Wambolt, E., & Dainty, K. (2014). External Rotation Immobilization for Primary Shoulder Dislocation: A Randomized Controlled Trial.

- Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 472(8), 2380-2386. doi: 10.1007/s11999-013-3432-6
- Wiedemann, E. (2010). Offene Stabilisierungsverfahren bei der Schulterinstabilität. In P. Habermeyer, S. Lichtenberg, & P. Magosch (Eds.), *Schulterchirurgie 4. Auflage*. München: Elsevier.
- Wiedemann, E., Jager, A., & Nebelung, W. (2009). [Pathomorphology of shoulder instability]. *Orthopade*, 38(1), 16-20, 22-13. doi: 10.1007/s00132-008-1350-1
- Williams, M. M., Snyder, S. J., & Buford Jr, D. (1994). The buford complex—The “cord-like” middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: A normal anatomic capsulolabral variant. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 10(3), 241-247. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-8063\(05\)80105-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-8063(05)80105-7)
- Witney-Lagen, C., Perera, N., Rubin, S., & Venkateswaran, B. (2014). Fewer anchors achieves successful arthroscopic shoulder stabilization surgery: 114 patients with 4 years of follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 23(3), 382-387. doi: 10.1016/j.jse.2013.08.010
- Woertler, K., & Waldt, S. (2006). MR imaging in sports-related glenohumeral instability. *Eur Radiol*, 16(12), 2622-2636. doi: 10.1007/s00330-006-0258-6
- Zemek, M. J., & Magee, D. J. (1996). Comparison of glenohumeral joint laxity in elite and recreational swimmers. *Clin J Sport Med*, 6(1), 40-47.
- Zuckerman, J. D., & Matsen, F. A., 3rd. (1984). Complications about the glenohumeral joint related to the use of screws and staples. *J Bone Joint Surg Am*, 66(2), 175-180.