

**Aus der Klinik für Allgemeine-, Unfall- und  
Wiederherstellungschirurgie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Direktor: Prof. Dr. med. W. Böcker**



**Die laterale Klavikulafraktur:**

**Funktionelles und bildgebendes Outcome nach Therapie mittels 3 unterschiedlicher  
Operationstechniken**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt

von Aryan Keshtgarpoor

aus Dorsten

2016

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München**

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Oliver Pieske

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Volker Braunstein

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. Bianka Rubenbauer

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 13.10.2016

## Inhalt

---

1	Einleitung.....	7
1.1	Bedeutung der lateralen Klavikulafraktur und ihr epidemiologischer Hintergrund .....	7
1.2	Zielsetzung der Arbeit.....	8
2	Grundlagen .....	9
2.1	Anatomie und Funktion der Klavikula .....	9
2.1.1	Anatomische Grundlagen.....	9
2.1.2	Gelenke und Bänder .....	9
2.1.3	Muskeln, Funktion und Topographie.....	11
2.2	Pathogenese, Symptomatik und Diagnostik der lateralen Klavikulafraktur .....	12
2.3	Übersicht über die Klassifikationen der lateralen Klavikulafraktur.....	14
2.4	Therapie der lateralen Klavikulafraktur .....	16
2.4.1	Konservative Therapie .....	16
2.4.2	Operative Therapie .....	16
2.4.3	Nachbehandlung.....	20
2.4.4	Komplikationen.....	20
3	Material und Methodik .....	22
3.1	Patientenkollektiv.....	22
3.2	Follow Up Zeit .....	22
3.3	Patienten-Fragebogen .....	23
3.3.1	SF-12® Health Survey .....	23
3.3.2	DASH-Score.....	24
3.3.3	UCLA Shoulder Rating Scale .....	25
3.3.4	Constant Score.....	26
3.3.5	Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe .....	31
3.4	Nachuntersuchung .....	32
3.4.1	Vorgespräch und Anamnese .....	32
3.4.2	Klinische Untersuchung.....	33
3.4.3	Kraftmessung.....	34
3.4.4	Sonographische Untersuchung.....	34
3.5	Erweiterter Patientenfragebogen .....	36
3.6	Röntgenanalyse.....	38
3.7	Statistik .....	38
4	Ergebnisse.....	39
4.1	Patientenbezogene Daten .....	39

4.1.1	Geschlechterverteilung .....	39
4.1.2	Alter zum Unfallzeitpunkt .....	40
4.1.3	Geschlechtsspezifische Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt .....	41
4.2	Unfallbezogene Daten .....	42
4.2.1	Art des Unfalls .....	42
4.2.2	Unfallspezifische Jahresverteilung der lateralen Klavikulafraktur.....	42
4.2.3	Unfallmechanismus.....	43
4.3	Frakturbezogene Daten .....	45
4.3.1	Frakturseite .....	45
4.3.2	Frakturklassifikation im operativen Kollektiv .....	45
4.4	Grunderkrankungen und Begleitverletzungen.....	46
4.4.1	Allgemeine und spezielle Diagnosen .....	46
4.4.2	Begleitverletzungen .....	47
4.5	Zeitliches Versorgungsmanagement .....	48
4.5.1	Zeitintervall zwischen Unfall und operativer Versorgung.....	48
4.5.2	Dauer des stationären Aufenthalts.....	49
4.6	Therapiebezogene Daten.....	50
4.6.1	Angewandte Operationstechniken .....	50
4.6.2	Operationsdauer und Implantatkosten .....	54
4.6.3	Komplikationen.....	56
4.6.4	Nachbehandlung.....	57
4.6.5	Materialentfernung .....	58
4.7	Funktionelles Outcome.....	59
4.7.1	Outcome anhand des SF-12® Health Surveys.....	59
4.7.2	Outcome anhand des DASH-Scores .....	62
4.7.3	Outcome anhand der UCLA Shoulder Rating Scale.....	64
4.7.4	Outcome anhand des Constant Scores .....	69
4.7.5	Übersicht über die Scores sowie der Implantatkosten .....	77
4.7.6	Übersicht über die Ergebnisse der Plattenosteosynthesen .....	77
4.8	Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe .....	78
4.9	Bildgebendes Outcome.....	79
4.9.1	Outcome anhand der Sonographie.....	79
4.9.2	Outcome anhand von Röntgenanalysen.....	81
5	Diskussion.....	84
5.1	Patientenbezogene Daten .....	84

5.2	Unfallbezogene Daten .....	85
5.3	Frakturbezogene Daten .....	86
5.4	Grunderkrankungen und Begleitverletzungen.....	86
5.5	Zeitliches Versorgungsmanagement .....	87
5.6	Therapiebezogene Daten.....	88
5.7	Diskussion des funktionellen Outcomes .....	89
5.8	Diskussion des bildgebenden Outcomes .....	96
5.9	Vor- und Nachteile der Studie.....	98
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	99
7	Danksagung .....	102
8	Literaturverzeichnis.....	103
9	Abbildungsverzeichnis.....	108
10	Tabellenverzeichnis.....	111
11	Lebenslauf.....	112
12	Studienunterlagen.....	113

## Abkürzungsverzeichnis

---

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
art.	artikulär
Art.	Articulatio
Artt.	Articulationes
bds.	beidseits
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CC	coracoclaviculär
d.h.	das heißt
DG	Dislokationsgrad
DMS	Durchblutung, Motorik, Sensibilität
et al.	et alii
extraart.	extraartikulär
h	Stunde
KHK	koronare Herzkrankheit
li	links
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
m	männlich
M.	Musculus
min	Minuten
Mm.	Musculi
N.	Nervus
n	Anzahl
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
Proc.	Processus
re	rechts
s.	siehe
S.	Seite
SHT	Schädelhirntrauma
transart.	transartikulär
u.	und
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
w	weiblich
zeitl.	zeitlich
ZG	Zuggurtung
Z.n.	Zustand nach

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Bedeutung der lateralen Klavikulafraktur und ihr epidemiologischer Hintergrund

Eine Fraktur (lat.: fractura, das Zerbrechen, Brechen) [1] ist definiert als die unvollständige oder vollständige Kontinuitätsunterbrechung eines Knochens, bei welcher unter Bildung eines Frakturspaltes zwei oder mehr Knochenfragmente entstehen [2]. Dabei sind Frakturen der Klavikula aus epidemiologischer Sicht mit einem Anteil von 2,6-4,0% aller Brüche als häufig anzusehen und sind in allen Altersgruppen anzutreffen. Insbesondere betreffen sie jedoch junge, sportlich aktive Menschen, vor allem männlichen Geschlechts [3-5]. Zwar ist die Fraktur des lateralen Klavikuladrittels mit einer Häufigkeit von bis zu 25% im Vergleich zur prominenteren Schafffraktur (75%) seltener und neigt weniger häufig zu Dislokationen, ist aber zugleich mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Komplikationen (Malunion, Non-Union) verbunden [3, 5].

Laterale Klavikulafrakturen können in seltenen Fällen bedingt durch einen komplizierten Verlauf durchaus zu einer massiven Belastung im Alltag wie im Berufsleben führen, weswegen stets ein auf den Aktivitätsgrad des Patienten abgestimmtes Therapiekonzept erforderlich ist [6]. Während nicht- oder nur gering dislozierte Brüche des lateralen Klavikularandes mit einem konservativen Ansatz therapiert werden können, ist die operative Versorgung der Standard in der Therapie dislozierter Klavikulafrakturen [6]. Die Empfehlung sich einer operativen Behandlung zu unterziehen wird durch das prinzipiell gute Outcome der operativen Versorgung begünstigt [7]. Dabei stehen zahlreiche unterschiedliche Operationstechniken zur Verfügung, die in der vorliegenden Arbeit bearbeitet und hinsichtlich ihrer Unterschiede in Hinblick auf das Outcome analysiert werden sollen.

## 1.2 Zielsetzung der Arbeit

Für die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen einer retrospektiven klinischen Studie zum Thema der lateralen Klavikulafraktur die folgende Zielsetzung herausgearbeitet:

- Statistische Aufarbeitung operativ versorgter Frakturen in einem definierten Zeitraum von 10 Jahren am Klinikum der Universität München - Campus Großhadern.
- Quantifizierung und Objektivierung des funktionellen Outcomes anhand eines Patienten-Fragebogens und klinischer Nachuntersuchung.
- Quantifizierung und Objektivierung des bildgebenden Outcomes anhand von röntgenologischen und sonographischen Analysen.
- Aufzeigen der Unterschiede zwischen den osteosynthetischen Verfahren im vorliegenden Kollektiv hinsichtlich des Outcomes und Vergleich der Ergebnisse im Kontext anhand der bestehenden Literatur.

All dies soll zum Erkenntnisgewinn in der aktuellen Forschungslage lateraler Klavikulafrakturen und letztlich zur Optimierung operativer Versorgungsmethoden der selbigen beitragen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Anatomie und Funktion der Klavikula

#### 2.1.1 Anatomische Grundlagen

Die Klavikula (s. Abb. 1) ist ein sigmoidal geschwungener Röhrenknochen, der als Teil des Schultergürtels über die Artt. acromioclavicularis et sternoclavicularis die knöcherne Verbindung zwischen Arm und Rumpf darstellt [8, 9]. Der im Durchschnitt 140-152mm lange Knochen [10] gehört neben Teilen der Schädelkalotte und der Mandibula zu den entwicklungsgeschichtlich früh ossifizierenden Knochen. Im Rahmen der Embryonalentwicklung setzt in der 6. Woche ihre Verknöcherung ein. Diese erfolgt durch desmale Osteogenese, einem Prozess, bei dem sich Mesenchymzellen inselartig verdichten und über Vorläuferzellen letztlich zu Osteoid synthetisierende Osteoblasten entwickeln [9]. Mit Beginn der medullären Phase ab dem 5. Embryonalmonat ist die Klavikula des Weiteren an der intrauterinen Hämatopoese beteiligt [11].

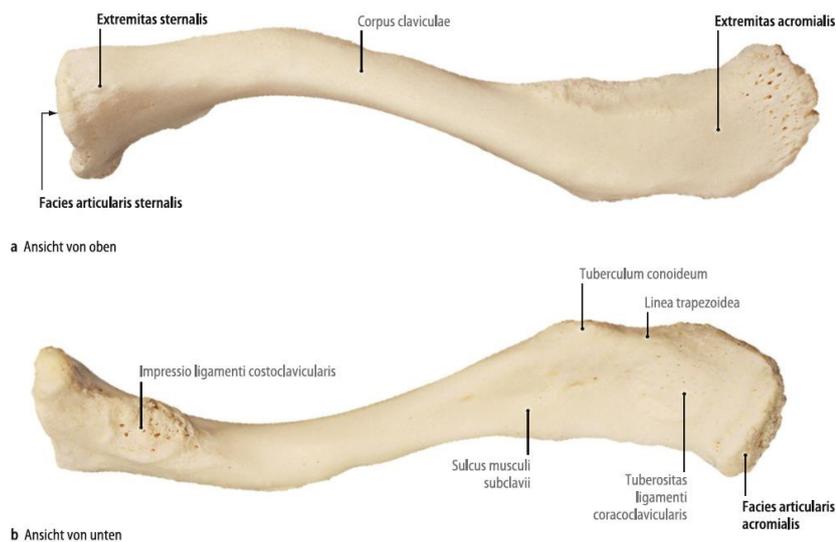
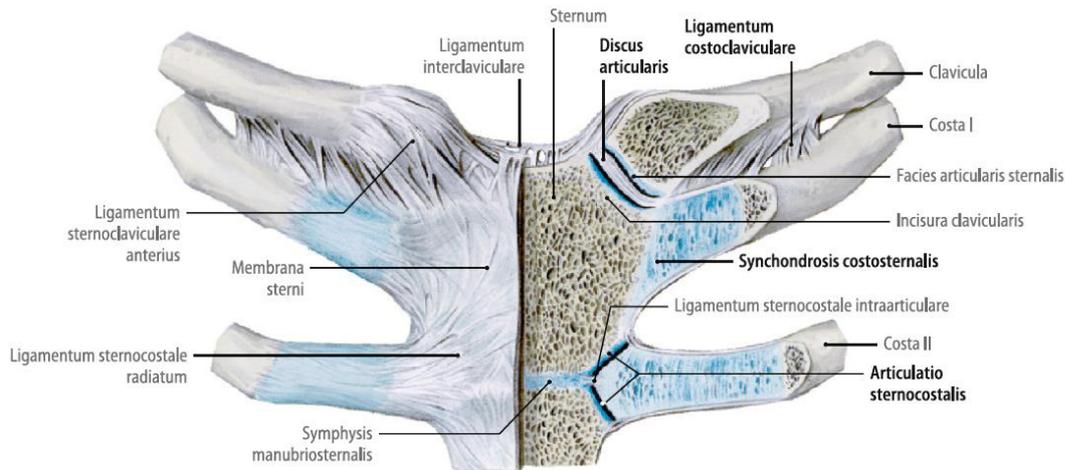


Abb. 1: Linke Klavikula von kranial (a) und kaudal (b) (Quelle: [12], S. 391)

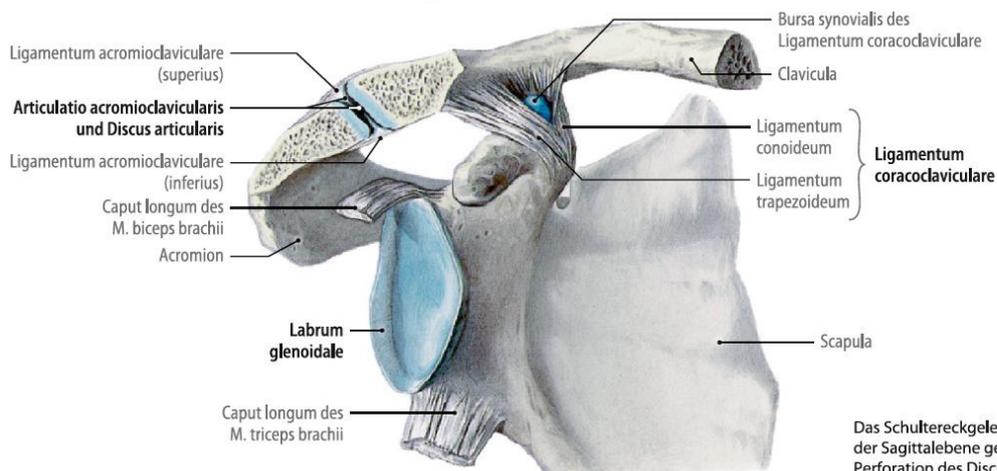
#### 2.1.2 Gelenke und Bänder

Am medialen oder auch sternalen Ende artikuliert die Klavikula über die Facies articularis sternalis mit dem Manubrium sterni zum Sternoklavikulargelenk, welches die einzig echte gelenkige Verbindung zum Rumpfskelett darstellt. Das Gelenk, welches durch einen Discus articularis geteilt ist, wird ventral und dorsal durch die Ligg. sternoclavicularia anterius et posterius verstärkt. Weiterhin ist die Klavikula einerseits mit der 1. Rippe, über das Lig. costoclaviculare, andererseits mit der contralateralen Klavikula, über das Lig. interclaviculare, verbunden (s. Abb. 2). [9]



**Abb. 2: Ausschnitt aus dem Skelett: Das rechte Sternoklavikulargelenk von ventral, das linke Sternoklavikulargelenk im Frontalschnitt (Quelle: [12], S. 397)**

Am lateralen bzw. acromialen Ende der Klavikula befindet sich das Akromioklavikulargelenk (s. Abb. 3), welches die Verbindung zur Scapula bildet. Ein Discus articularis trennt das Gelenk und seine beiden nahezu planen Gelenkflächen, wobei die Stabilität durch das Lig. acromioclaviculare gewährleistet wird. Eine weitere Verbindung zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, genauer dessen Processus coracoideus, besteht durch das zweiteilige Lig. coracoclaviculare, das sich wiederum aus der medialen Pars conoidea und der lateralen Pars trapezoidea zusammensetzt. [9]



**Abb. 3: Ausschnitt aus dem Skelett: Das rechte Akromioklavikulargelenk in der Ansicht von ventral-lateral (Quelle: [12], S. 397)**

### 2.1.3 Muskeln, Funktion und Topographie

Das Schlüsselbein dient sowohl als Ursprungs- wie auch als Ansatzort für diverse Muskeln (s. Abb. 4), welche Bewegungen der Schulter sowie der zervikalen Wirbelsäule ermöglichen. Im lateralen Drittel der Klavikula nehmen Fasern des M. deltoideus ihren Ursprung und ermöglichen die Anteversion, Innenrotation sowie die Adduktion des Arms. Gleichzeitig setzen dort die Pars descendens und transversa des M. trapezius an. Diese sorgen einerseits für die Rotation des Angulus lateralis scapulae nach kranial und andererseits für die Elevation des Schulterblattes. Des Weiteren setzt im lateralen Drittel unterseitig der M. subclavius an, der wiederum das Schlüsselbein in das Sternoklavikulargelenk hineindrückt und somit stabilisiert. Dem medialen Teil der Klavikula entspringen sowohl die Pars clavicularis des M. pectoralis major, welcher ebenfalls die Funktion der Anteversion, Innenrotation und Adduktion hat, als auch der M. sternocleidomastoideus, welcher die Seitenneigung/-rotation des Kopfes bewirkt. Der M. pectoralis minor hingegen setzt am Proc. coracoideus an und ermöglicht sowohl ein Herabsenken der Scapula als auch eine Rotation des Angulus lateralis scapulae nach kaudal. [9]

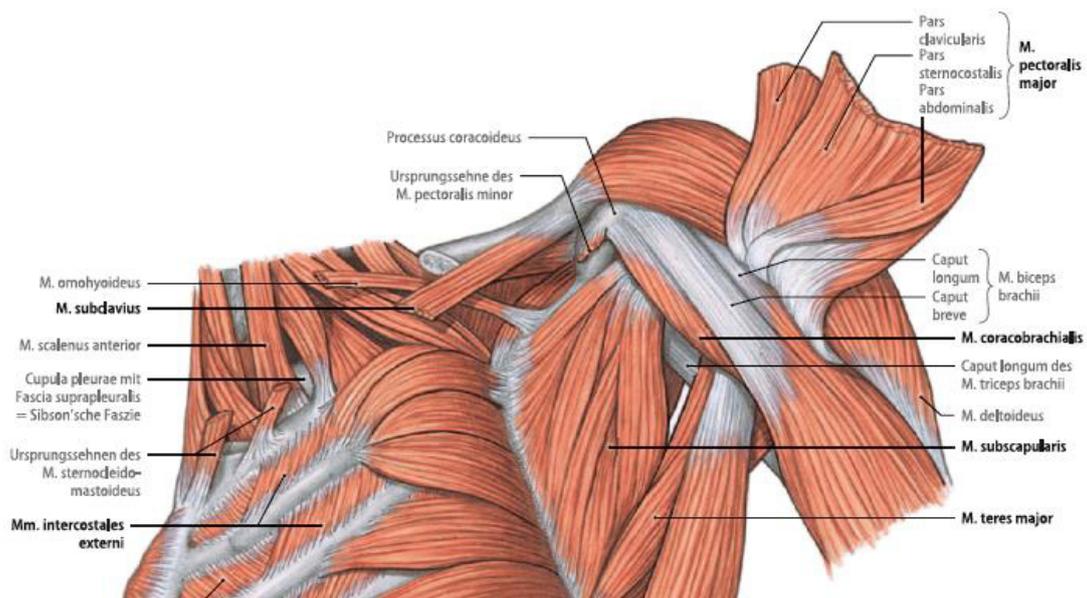


Abb. 4: Frontal-laterale Ansicht von Rumpf- und Schultermuskulatur der linken Körperhälfte (Quelle: [12], S. 407)

Aufgrund seiner anatomischen Lage im Schultergürtel sowie seiner Beziehung zu der Schulter-, Rücken- und Brustwandmuskulatur ist das Schlüsselbein maßgeblich an den Bewegungen der Schulter beteiligt. Das Sternoklavikulargelenk im Besonderen ermöglicht als Kugelgelenk Bewegungen in der Frontalebene (Elevation/Depression der Schulter:  $40^{\circ}/0^{\circ}/10^{\circ}$ ) und der Transversalebene (Protraktion/Retraktion der Schulter:  $25^{\circ}/0^{\circ}/25^{\circ}$ ) sowie Rotationen entlang der Klavikulalängsachse [13]. Seine topographische Beziehung zu den Subclavia-Gefäßen, dem Plexus brachialis und der Pleura ist bezüglich Begleitverletzungen im Rahmen von Frakturen bedeutsam [9].

## 2.2 Pathogenese, Symptomatik und Diagnostik der lateralen Klavikulafraktur

NORDQVIST und PETERSSON [14] beschrieben 1993 die Inzidenz von Klavikulafrakturen und kamen bezüglich ihrer biomechanischen Genese zu der Feststellung, dass Brüche des lateralen Schlüsselbeindrittels in der Regel durch ein direktes Trauma, insbesondere entlang eines vertikalen Vektors in kraniokaudaler Richtung, hervorgerufen werden. Hierbei maßen sie der Geschwindigkeit bzw. dem Ausmaß des Traumas einen hohen Stellenwert bei, so dass ein entsprechend großes Trauma nötig wäre, um in dieser Region eine dislozierte Fraktur herbeizuführen. Zugleich stellten sie die These auf, dass die Verletzung bei entsprechend niedriger Geschwindigkeit möglicherweise eher in einer Sprengung des Akromioklavikulargelenks resultieren könnte. Bereits 1968 beschrieb auch CHARLES S. NEER II [15] das direkte Schultertrauma neben Dezelerationstraumata bei Verkehrsunfällen oder Stürzen aus großer Höhe als Genese dieser Bruchform.

Das Symptomspektrum ist breit gefächert und vor allem abhängig vom Grad der Fraktur. Prinzipiell gehen Knochenbrüche in der Regel mit Läsionen des Weichgewebes einher. So stellen sich Patienten, die eine laterale Klavikulafraktur erleiden, allgemein mit Weichteilschwellung sowie gegebenenfalls einem Hämatom im Bereich der Gewalteinwirkung vor [15, 16]. Schmerzen, in Form von Ruheschmerzen einerseits, aber speziell in Form von Belastungsschmerzen bei Armbewegungen andererseits, einschließlich des Druckschmerzes im lateralen Klavikuladrittel, zählen zu den wichtigsten Symptomen und äußern sich meist schon in der Schonhaltung des Patienten [16]. Des Weiteren zeigen sich Frakturzeichen wie Krepitationen und Stufenbildung, welche im Falle einer Dislokation über die drohende Weichteildurchspießung bis hin zur offenen Fraktur besonders ausgeprägt sein kann [17]. In diesem Zusammenhang beschrieb NEER die Verlagerung und somit die Tastbarkeit des lateralen Endes des proximalen Knochenfragmentes nach posterior [15].

Wichtig ist zudem, dass ein solcher Bruch zu massiven Einschränkungen in der Funktionalität der Schulter führen kann, wobei dieser je nach Verletzungsgrad unterschiedliche Ausmaße annehmen kann. Letztlich können Begleitverletzungen, wie die Verletzung der Subclavia-Gefäße oder des Plexus brachialis, sowie ein Hämato-/Pneumothorax, die Prognose mitbestimmen. [17]

Aus diagnostischer Sicht stehen gemäß dem üblichen Prozedere die Anamnese und die klinische Untersuchung an erster Stelle. Essentiell ist wie bei Verletzung aller Extremitäten die Prüfung der Durchblutung, Motorik und Sensibilität (DMS) sowie der Ausschluss möglicher Begleitverletzung (bspw. durch Lungenauskultation) [17]. Während dislozierte Frakturen zumeist klinisch bereits erkennbar sind, ist eine bildgebende Diagnostik obligatorischer Bestandteil der klinischen Routine. Konventionelle Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen sind dabei der Standard. Zum Teil können derartige Verletzungen jedoch auch bei Polytraumen in der CT-morphologischen

Polytraumadiagnostik auffallen [18]. Insgesamt spielt die Röntgenuntersuchung nicht nur beim exakten Erkennen von Form und Grad der Fraktur, sondern auch in der Planung der Therapie sowie in der Verlaufskontrolle eine wichtige Rolle [19]. Bei Jungen Patienten ist dabei zu beachten, dass die Epiphysenfugen der Klavikula erst ab dem 25. Lebensjahr verknöchern [7]. Die klassische Aufnahme im anterior-posterioren Strahlengang (s. Abb. 5) ist die einfachste Methode. Da ein großer Anteil an der Dislokation jedoch in der axialen Ebene stattfindet, sind alternative Aufnahmen zur bestmöglichen Erfassung der Fraktur erforderlich [15]. Zum einen besteht die Möglichkeit eines kaudokranial gekippten Strahlengangs von anterior (s. Abb. 6), wodurch sich Fehlstellungen besser darstellen lassen [20], zum anderen um 45° gewinkelte Schrägaufnahmen von anterior sowie von posterior [15] (s. Abb. 7).

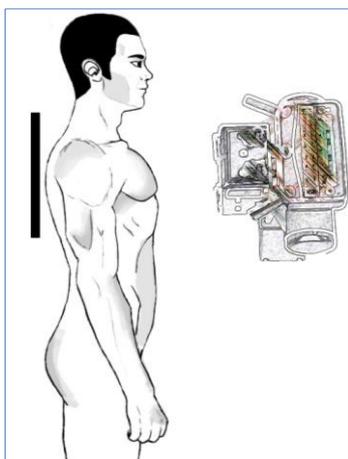


Abb. 5: Röntgenaufnahme anterior-posterior

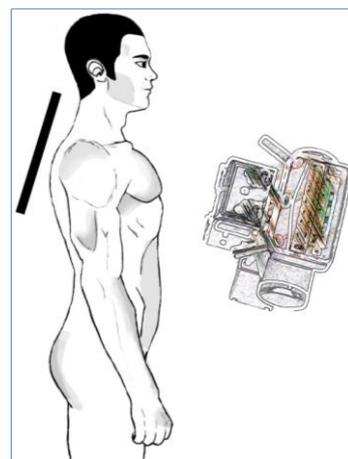


Abb. 6: Röntgenaufnahme kaudokranial

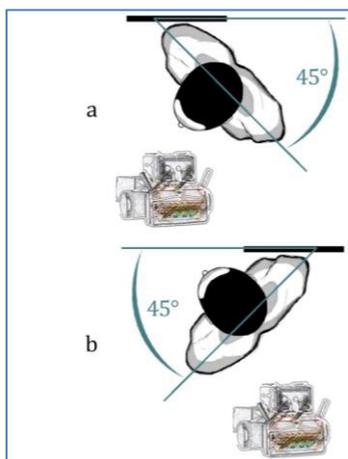


Abb. 7: (a) 45° Schrägaufnahme von anterior  
(b) 45° Schrägaufnahme von posterior

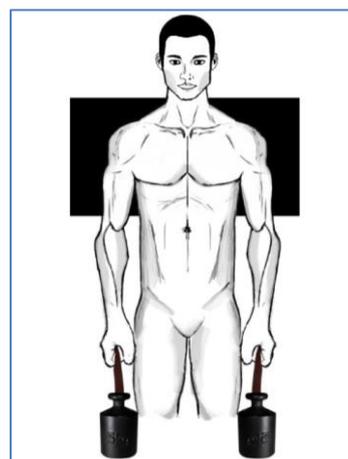


Abb. 8: Belastungsaufnahme (5kg) anterior-posterior

Zudem erachtete NEER eine Übersichtsaufnahme beider Schultern, gegebenenfalls als Stressaufnahme mit einer bilateralen Belastung von 5kg pro Seite, als sinnvoll (s. Abb. 8). Dadurch kann die Fraktur auf Instabilität überprüft werden und eine begleitende ACG-Sprengung ausgeschlossen werden [21]. GRIFKA und KUSTER [7] halten außerdem die axiale Röntgenaufnahme für bedeutsam.

### 2.3 Übersicht über die Klassifikationen der lateralen Klavikulafraktur

Seit vielen Jahren setzten sich Autoren [15, 22, 23] mit dem Thema der "Klavikulafraktur" auseinander und haben diesbezüglich, aufbauend auf den Erkenntnissen vorheriger Arbeiten, unterschiedliche Fraktуреinteilungen geschaffen. Dadurch etablierten sich einige Klassifikationssysteme, welche hinsichtlich der Therapiewahl und Prognose von Bedeutung sind.

In der Klassifikation nach ALLMAN (s. Abb. 9) aus dem Jahre 1967 wird das Schlüsselbein anatomisch in drei Bereiche unterteilt, woraus sich drei Frakturlokalisationen und dementsprechend drei Typen ergeben, wobei Typ I das mittlere Drittel (Schaftbereich), Typ II das laterale (akromiale) und

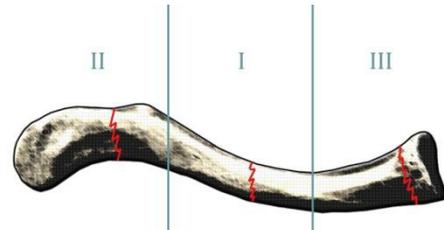


Abb. 9: Allman Klassifikation der Klavikulafraktur

Typ III das mediale (sternale) Drittel betrifft [22]. NEER baut diese Einteilung weiter aus und gliedert die Frakturen des lateralen Endes wiederum in drei Untergruppen (s. Abb. 10) [5]. Ein wichtiges Merkmal ist dabei für ihn die Beteiligung der coracoclaviculären Bänder, deren Stabilität entscheidend für das Ausmaß der Fraktur ist [24]. Aus pathophysiologischer Sicht können verschiedene Kräfte mit unterschiedlichen Vektoren die Bruchfragmente bei Ruptur der CC-Bänder in Fehlstellung versetzen. Der Muskelzug des M. trapezius und des M. sternocleidomastoideus nach kranial sowie der Zug des M. pectoralis major und das Gewicht des Armes nach kaudal sind dabei die Haupteinflussfaktoren [6]. Typ I nach NEER beschreibt somit eine nicht dislozierte laterale Klavikulafraktur mit intaktem coracoclaviculären Bandapparat. Im Gegensatz zur Typ II Fraktur, bei welcher der Bandapparat betroffen ist und einer Dislokation daher nicht entgegen gewirkt werden kann [15]. Bei diesem Typ findet erneut eine Unterteilung je nach Form der Bänderbeteiligung statt. Subtyp IIa steht für den medialen Verlauf der Bruchlinie im Verhältnis zu den coracoclaviculären Bändern und somit für den Verbleib dieser am distalen Frakturstück, wodurch das proximale nach kranial disloziert. Subtyp IIb hingegen beschreibt die isolierte Ruptur des Lig. conoideum. Eine artikuläre Beteiligung ist unter Typ III zusammengefasst [5].

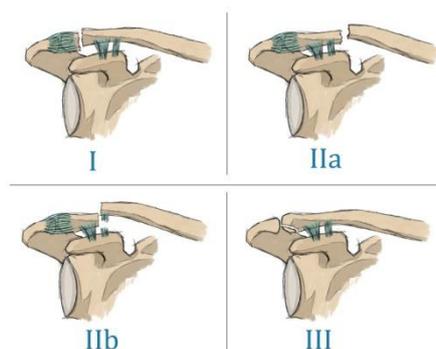
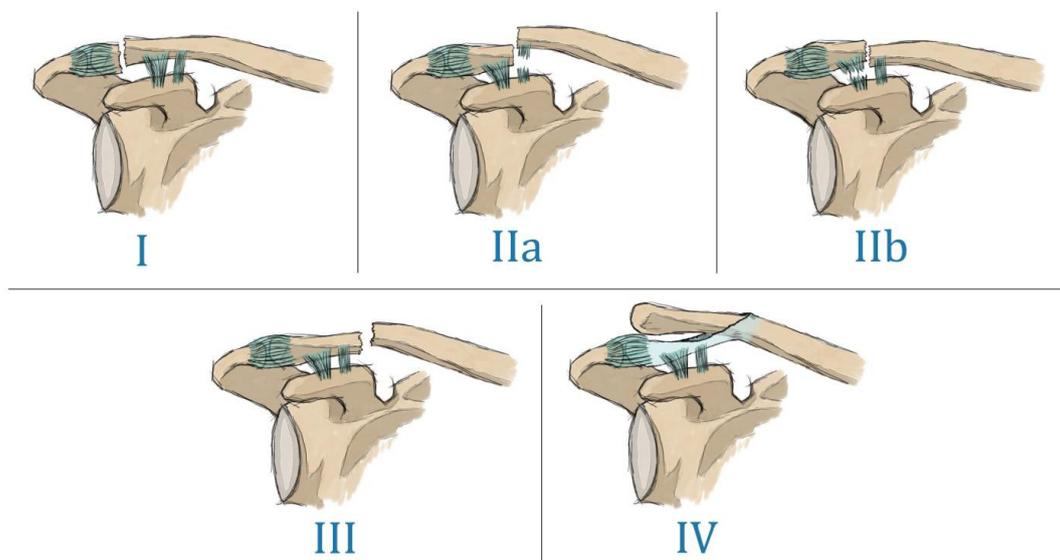


Abb. 10: Neer Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur

Davon unterscheidet sich ROBINSONS Edinburgh Klassifikation einerseits bezüglich der anatomischen Einteilung des Schlüsselbeins, wobei das mediale, das laterale sowie die mittleren drei Fünftel die Hauptfrakturbereiche darstellen. Andererseits fließen zur Subgliederung dieser drei Hauptgruppen das Kriterium der Dislokation, im Bereich beider Gelenke zu dem das der intra-/extrartikulären Beteiligung und im Schaftbereich das der Trümmerfraktur mit ein. [23] In einer weiteren Klassifikation, der nach PIESKE [25], wird die Klavikulafraktur hinsichtlich der Anzahl der Frakturfragmente (A: Einfache Fraktur; B: Stückfraktur; C: Mehrfragmentfraktur) sowie dem jeweiligen Dislokationsgrad (1: Vollständiger Knochenkontakt; 2: Partieller Knochenkontakt; 3: Kein Knochenkontakt) eingeteilt.



**Abb. 11: Jäger und Breitner Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur**

Im europäischen Raum ist bezüglich der lateralen Klavikulafraktur die Klassifikation nach JÄGER und BREITNER geläufig und hat sich besonders im deutschsprachigen Raum etabliert [26, 27] (s. Abb. 11). Basierend auf der Einteilung von NEER werden vier Typen unterschieden, wobei auch hier die Beziehung zwischen der Bruchlinie und den coracoclaviculären Bändern das Hauptmerkmal für die Differenzierung darstellt. Typ I Frakturen verlaufen lateral des unversehrten Bandapparats und sind daher stabil und dislozieren selten. Im Gegensatz dazu stehen Frakturen vom Typ II, die unter partieller Beteiligung der CC-Bänder erfolgen und häufiger zu Fehlstellungen führen. Bedingt wird dies durch den Muskelzug des M. sternocleidomastoideus am medialen Klavikulafragment nach kranial und dorsal. Unterschieden wird dabei zwischen Typ IIa (Ruptur der Pars conoidea, instabil) und Typ IIb (Ruptur der Pars trapezoidea, mäßig stabil). Frakturen, die medial des intakten coracoclaviculären Bandapparats, aber im Bereich des lateralen Klavikuladrittels liegen, werden durch Typ III beschrieben. Typ IV steht für eine Sonderform der Fraktur, der kindlichen lateralen Klavikulafraktur, bei der das distale Schlüsselbein aus seinem rupturierten Periostschlauch nach kranial luxiert, und welche daher auch als Pseudoluxation bezeichnet werden kann. [28]

## 2.4 Therapie der lateralen Klavikulafraktur

Das Ziel in der Therapie lateraler Klavikulafrakturen ist die anatomische Rekonstruktion und Retention der Fraktur. Dabei sollte eine möglichst übungsstabile Situation erreicht werden, da die Fixierung des Bruchs die eigentliche Schwierigkeit darstellt. Hinzukommt, dass die Klavikula aufgrund ihrer anatomischen Lage im Schultergürtel verschiedenen distrahierenden Kräften ausgesetzt ist, welche den Verbleib der Frakturfragmente in reponierter Stellung wiederum ungünstig beeinflussen. Zahlreiche Therapieformen, sowohl konservative als auch operative, haben sich etabliert und stehen daher zur Verfügung.

### 2.4.1 Konservative Therapie

Die konservative Vorgehensweise ist die meist verfolgte Behandlungsmethode bezüglich lateraler Klavikulafrakturen. Insbesondere unkomplizierte Frakturen im Sinne einer nicht- oder nur geringgradig dislozierten Fraktur (Jäger u. Breitner Klassifikation: Typ I, IIb, III) können mit gutem Erfolg konservativ therapiert werden [6, 15, 29, 30]. Bedingt durch eine günstige Durchblutungssituation im Frakturbereich erfolgt die Heilung in der Regel rasch. Dabei ist eine nicht dislozierte Stellung bzw. in Ruhigstellung gute Reposition neben der analgetischen Einstellung des Patienten initial von großer Wichtigkeit [31]. Die Ruhigstellung geschieht dabei üblicherweise in Form einer Armschlinge, eines Rucksack- oder eines Gilchrist-Verbands [31]. Regelmäßige radiologische Kontrollen in zeitlich definierten Abständen sind zur Evaluation des eingeschlagenen Therapieweges unabdingbar. Röntgenkontrollaufnahmen am 3., 7. und 10. Tag nach Therapiebeginn sollen insbesondere Stellung der Bruchfragmente erfassen, so dass bei guter Stellung die konservative Therapie fortgesetzt werden kann [6]. Im Rahmen der Behandlung ist ebenso die krankengymnastische Versorgung von hohem Stellenwert [31]. Beginnend ab der 3. Woche findet die erste Beübung der betroffenen Seite passiv bis zur Horizontalen statt und wird stufenartig ausgeweitet bis ab der 6. Woche die unlimitierte, aktive Beübung in schmerzadaptierter Form durchgeführt werden kann [6]. Erneute radiologische Kontrollen finden nach 6 und 9 Wochen statt, wobei die Therapie nach dokumentierter ossärer Konsolidierung der Klavikula abgeschlossen wird [6].

### 2.4.2 Operative Therapie

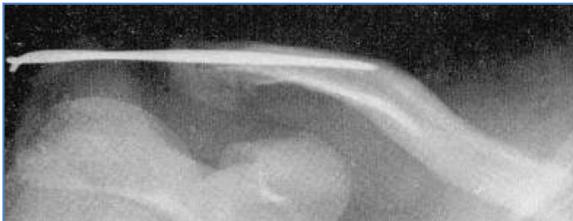
Zur operativen Therapie lateraler Klavikulafrakturen bietet sich ein breites Spektrum an Möglichkeiten bedingt durch eine langjährige Entwicklung verschiedenster - klassischer und moderner/neuerer - Operationstechniken. Die Indikation zur Operation besteht dabei in erster Linie bei instabilen Brüchen mit hohem Fehlstellungsgrad („Schaftbreite“). Besonders bei Jäger u. Breitner Typ IIa, findet sich aber auch im Falle von Polytraumen, offenen Frakturen sowie vaskulären und neuronalen Begleitverletzungen [7]. Ein konservatives Vorgehen bei instabilen

Frakturen ist mit einem erhöhten Risiko für eine verzögerte oder ausbleibende Frakturheilung und somit der Entstehung einer Pseudoarthrose (Non-Union) sowie der Ausheilung in Fehlstellung (Malunion) verbunden [15, 23, 32, 33]. Daher sollte das nichtoperative Vorgehen vor allem bei Patienten in schlechtem Allgemeinzustand oder hohem Alter und damit verbundenem Operations- bzw. Narkoserisiko zum Einsatz kommen [5].

#### 2.4.2.1 Klassische Verfahren

Draht-, Faden und insbesondere Plattenosteosynthesen stellen die klassischen Säulen der operativen Therapie dar. Das gemeinsame Prinzip ist dabei das der offenen Reposition und internen Fixation (Abk. ORIF, engl.: "open reduction and internal fixation") [6], wofür das Einbringen eines Implantates zur Überbrückung der Bruchfragmente notwendig ist. Der Eingriff erfolgt dabei in Allgemeinanästhesie und üblicherweise in der Beach-Chair-Position oder in Rückenlage [34]. Für den Zugang ist in Abhängigkeit von der gewählten osteosynthetischen Versorgung eine Hautinzision entlang der Langer Hautspaltlinien in Form eines Säbelhiebschnitts oder ein Längsschnitt entlang der Klavikulakante erforderlich. Anschließend erfolgt die Eröffnung der deltoideo-trapezoidalen Faszie und der AC-Gelenkscapsel, welche nach stattgefundener Osteosynthese wieder readaptiert werden [6].

#### Intramedulläre Kraftträger



**Abb. 12: Laterale Klavikulafraktur re: Versorgung mittels transakromialer Kirschner-Draht-Osteosynthese (Quelle: [24])**



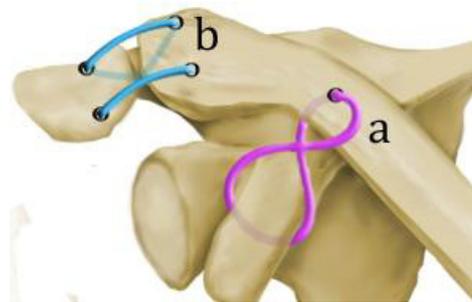
**Abb. 13: Laterale Klavikulafraktur re: Versorgung mittels Draht-Zuggurtungsosteosynthese**

Die Drahtosteosynthese mittels der von DR. MARTIN KIRSCHNER im Jahre 1920 entwickelten Kirschner-Drähte zählt zu den ältesten Methoden der osteosynthetischen Frakturtherapie und wird bis heute noch verwendet. NEER [24] empfahl bereits 1962 ihre Verwendung zur retrograden, transakromialen Reposition und Fixation (s. Abb. 12) bei der lateralen Klavikulafraktur. Dahinter steht das Prinzip der intramedullären Schienung. Aufgrund der gegebenen Biegsamkeit eines dünnen (max. 2mm Durchmesser) Drahtes kann allenfalls eine Übungsstabilität erreicht werden [17]. Ein ähnliches, jedoch jüngeres Verfahren ist die intramedulläre Nagelung mittels eines Titannagels [7]. Bei beiden Verfahren ist allerdings die Schwierigkeit der Implantatsmigration bedingt durch die sigmoide Form der Klavikula gegeben [5]. Eine weitere Methode ist die Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Drahtcerclagen im Rahmen einer Draht-Zuggurtungsosteosynthese (s. Abb. 13), einer Methode,

bei der distrahierende Kräfte (insbesondere durch Muskelzug) durch Umlenkung zur Kompression der Frakturelemente führen.

### Fadenosteosynthese

Wie in der Therapie von ACG-Sprengungen kann auch bei der lateralen Klavikulafraktur der Einsatz einer PDS-Kordel im Sinne einer Fadenosteosynthese (Cerclage) sinnvoll sein. Dabei erfolgt zunächst die mechanische Frakturposition und dann die Fixation durch achtertouriges Anschlingen des Proc. coracoideus und der Klavikula mit einem kräftigen Faden, wobei dieser das Schlüsselbein durch ein vertikales Bohrloch passiert (s.

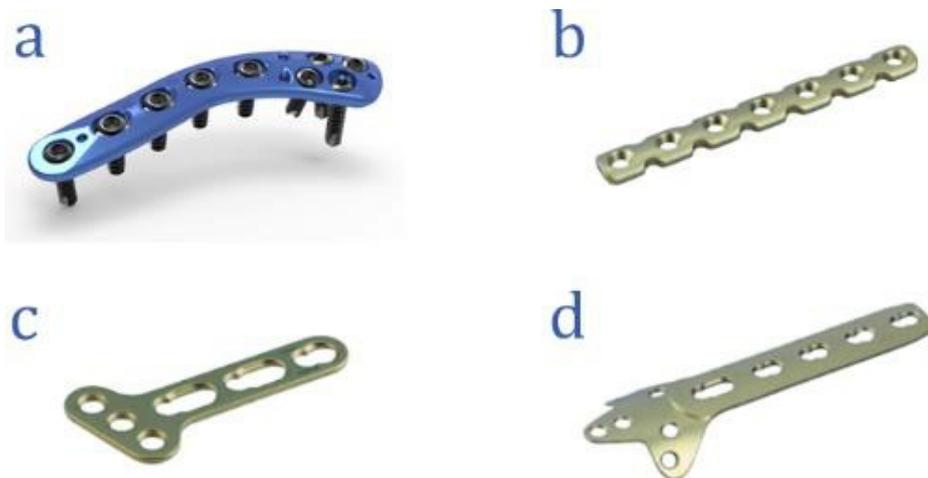


**Abb. 14:**  
**a:** Achtertourige coracoclaviculäre Cerclage  
**b:** Acromioclaviculäre Cerclage

Abb. 14a) [35]. Alternativ kann diese Technik um eine akromioklavikuläre Cerclage (s. Abb. 14b) ergänzt werden. Im Rahmen der Fixierung kann dabei eine provisorische Kirschner-Draht-Athrodese erforderlich werden, die nach erfolgter Fadenosteosynthese per Festziehen und Knüpfen der Kordel, wieder aufgehoben wird. Bei Beteiligung bzw. Ruptur des coracoclaviculären Bandapparats kann dieser durch eine Naht rekonstruiert werden [36]. PDS-Kordeln setzen sich aus Polydioxanon-Filamenten zusammen und sind daher resorbierbar, woraus sich der Vorteil eines fehlenden Sekundäreingriffs zur Materialentfernung ergibt.

### Plattenosteosynthese

Die bedeutendste Säule der operativen Behandlung ist heutzutage allerdings die der plattenosteosynthetischen Versorgung. Wie in Abbildung 15 dargestellt stehen eine Reihe unterschiedlicher Plattensysteme (Winkelstabile Klavikulaplatte, Rekonstruktionsplatte, T-Platte, Kleeblattplatte) hierbei zur Verfügung [7].



**Abb. 15: Osteosyntheseplatten**

- a:** Präformierte winkelstabile Platte der Firma Acumed® zur Therapie der lateralen Klavikulafraktur (Quelle: [37])
- b:** Rekonstruktionsplatte (Quelle: [38], S. 4)
- c:** T-Platte (Quelle: [38], S. 7)
- d:** Kleeblattplatte (Quelle: [38], S. 7)

Auch Spezialplatten wie die Hakenplatte (Balsar-Platte, s. Abb. 16), ursprünglich für die ACG-Sprengung entwickelt, kommen dabei mit gutem Erfolg zum Einsatz [40].



Abb. 16: Hakenplatte (Quelle: [39], S. 1)

Grundsatz der Plattenosteosynthese ist die frakturüberbrückende Fixierung der Bruchfragmente mittels eines Implantates, das auf dem Knochen aufsitzend im Sinne eines extramedullären Kraftträgers gegen diesen gepresst die Fraktur stabilisiert. Für die Kompression ist die Verankerung von Schrauben beidseits des Frakturspaltes im Knochen erforderlich. Hierbei gilt es zwischen zwei Formen der Kraftübertragung zu differenzieren (s. Abb. 17).

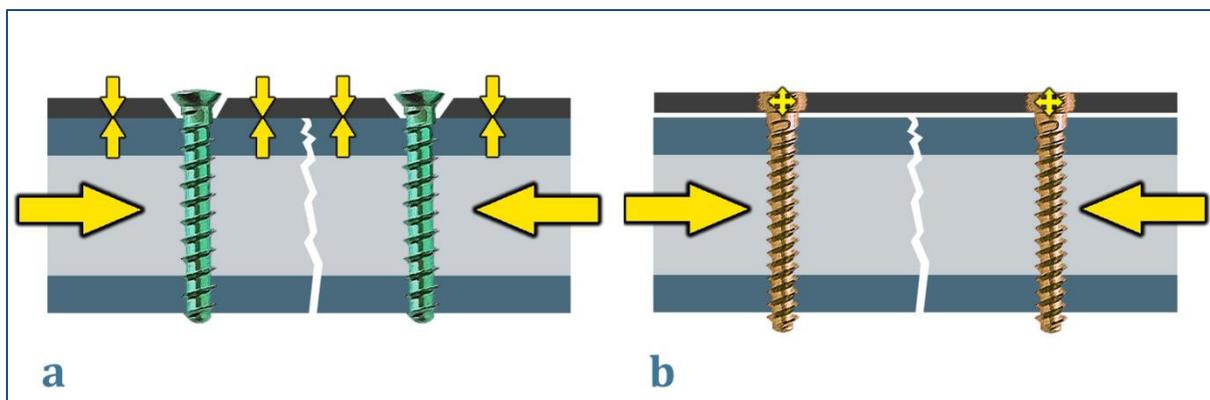


Abb. 17: (a) Kraftübertragung durch Platten-Knochen-Reibung bei konventioneller Platte  
(b) Kraftübertragung durch Fixateur interne bei winkelstabiler Platte

Bei der Versorgung mit konventionellen Platten erfolgt die Übertragung durch Reibungskraft bedingt durch den hohen Kompressionsdruck der Schrauben. Voraussetzung hierfür ist eine der Anatomie der Klavikula gemäß vorgeformte oder formbare Platte, wie beispielsweise die Rekonstruktionsplatte, deren Biegsamkeit zwar den Vorteil der Modellierens und Anpassens bietet, jedoch zugleich die Gefahr des Plattenbruchs in sich birgt. Beim Einsatz winkelstabiler Platten hingegen ist die mechanische Situation eine gänzlich unterschiedliche. Hier wird die Platte durch den Schraubenzug nicht gegen den Knochen gepresst. Grund hierfür ist eine limitierende Fassung im Plattenloch, welche zusammen mit einem Gewinde am Schraubenkopf beim Hineindreuen der Schraube ab einem gewissen Punkt eine Blockade hervorruft (s. Abb. 18). Dadurch entsteht ein stabiler Halt zwischen Schraube und Platte. Daraus resultiert sowohl eine verminderte Plattenbewegung gegen die Schraube als auch ein geringerer Druck der Platte gegen das Periost, was wiederum eine vergleichbar bessere Durchblutungssituation der Knochenhaut gewährleistet. [41, 42]



Abb. 18: Winkelstabile Platte - Gewinde am Schraubkopf und im Plattenloch (Quelle: [41])

#### 2.4.2.2 Athroskopisch assistierte Techniken

Erweitert durch die Technik der Athroskopie stellt das Tight-Rope™-Implantat (s. Abb. 19) eine moderne therapeutische Alternative dar. Reposition und Fixation des medialen Klavikulafragments an die Basis des Proc. coracoideus mittels eines Doppel-Button-Systems werden



**Abb. 19: Laterale Klavikulafraktur li: Versorgung mittels TightRope™-Implantat (Quelle: [43])**

hier indirekt durchgeführt, was durch den limitierten Raum als besonders hohe Herausforderung oftmals nur mit Einschränkungen möglich ist [6, 43]. Da die Fraktur des Weiteren nicht überbrückt wird, ist eine vergleichsweise geringere Stabilität erreichbar, weshalb ein äußerst restriktives Nachbehandlungsregime zur Knochenheilung nötig ist [6].

#### 2.4.3 Nachbehandlung

Anschließend an die operative Versorgung erfolgt stets die Nachbehandlung, gegliedert in vier Abschnitten (Konsolidierung, passive Beübung, aktive Beübung, Kraftaufbau) [6]. In den ersten sechs Wochen ist die passive Abduktion zunächst bis zur Horizontalen, danach unlimitiert erlaubt. Die aktive Beübung und der Kraftaufbau zur Stärkung der Schulter und des Erreichens einer beschwerdefreien Lage schließen die krankengymnastische Behandlung ab.

#### 2.4.4 Komplikationen

Komplikationen der lateralen Klavikulafraktur lassen sich prinzipiell in Früh- und Spätkomplikationen aufteilen. Zu den frühen Komplikationen gehören die frakturassoziierten Begleitverletzungen, die sich aus der engen anatomischen Beziehung zu benachbarten Strukturen ergeben. Hierzu zählt im Besonderen die Verletzung des Gefäßnervenbündels, welches aus den Subclavia-Gefäßen sowie dem Plexus brachialis besteht. Des Weiteren ist die Pleura als Nachbarstruktur gefährdet, was wiederum zu einem Pneumothorax führen kann.

Spätkomplikationen hingegen treten therapieassoziiert auf und sind im Besonderen durch die symptomatische Pseudoarthrose (Non-Union) sowie der Fehlheilung (Malunion) gekennzeichnet. Insbesondere das traditionelle, konservative Vorgehen ist im Vergleich zu der operativen Therapie mit einer erhöhten Inzidenz dieser Komplikationen vergesellschaftet. In Abhängigkeit vom Dislokationsgrad bewegt sich die Pseudoarthroserate bei konservativer Therapie zwischen 6-15% [7]. Darüber hinaus geht die nicht-operative Behandlung bei dislozierten Frakturen im Vergleich zur osteosynthetischen Behandlung mit einer deutlich verzögerten Frakturheilung und einer Fehlheilung einher [23]. Eine intraartikuläre Beteiligung kann wie von NEER beschrieben in

der Folge zu einer Arthrose des Akromioklavikulargelenks führen, welche wiederum eine therapeutische Teilresektion der lateralen Klavikula nach sich ziehen kann [15].

Auch peri- und postoperative Komplikationen sind von großer Bedeutung. Hierzu zählen Wundinfektionen und damit verbundene Wundheilungsstörungen, Implantatversagen bzw. Implantatbruch (s. Abb. 20), sowie implantatassoziierte Schäden [7]. Die Hakenplatte beispielsweise kann aufgrund seiner partiell subakromialen Lage zu subakromialem Impingement sowie Schäden der Rotatorenmanschette führen, weshalb stets eine Plattenentfernung innerhalb von 6 Monaten nach Primär-OP erforderlich ist [32]. Ebenso ist die Implantatprominenz durch die Haut als Komplikation anzusehen, welche für den betroffenen Patienten besonders unangenehm sein kann und daher durch eine Materialentfernung zu behandeln ist [7]. Zuletzt sind Refrakturen nach Entfernen osteosynthetischen Materials mögliche Komplikationen.

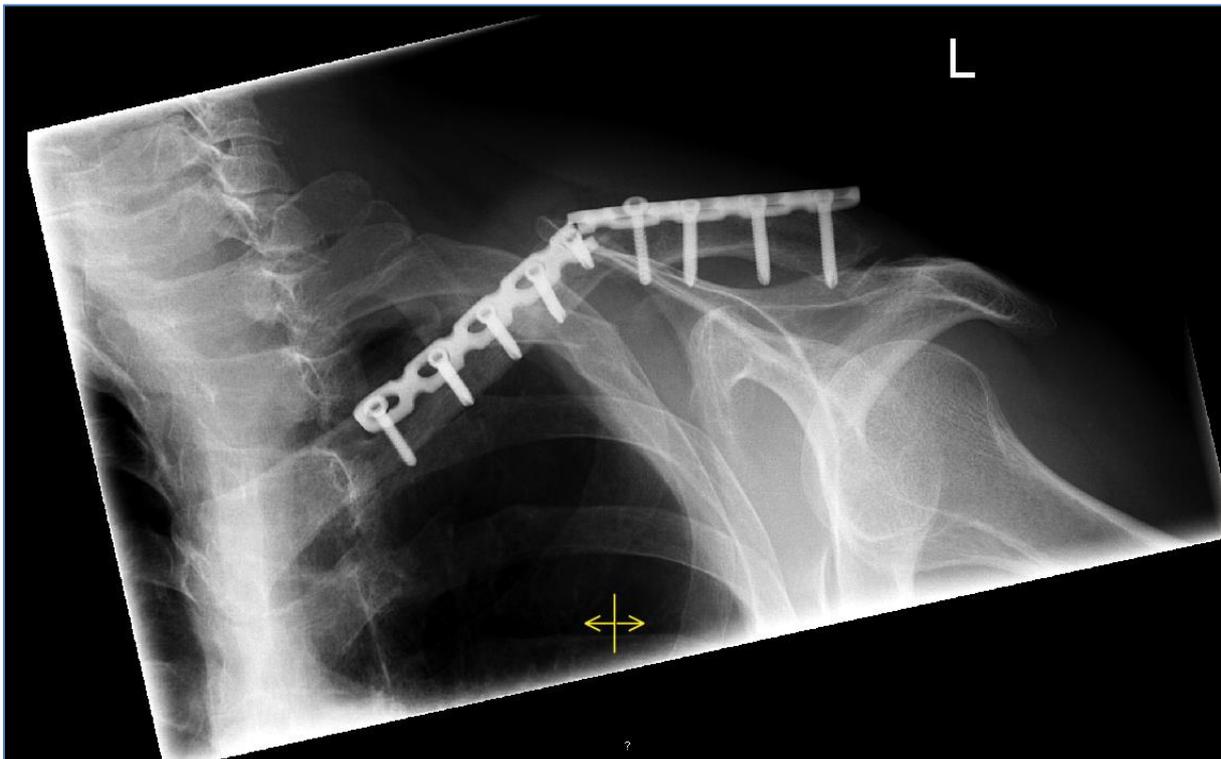


Abb. 20: Bruch einer Rekonstruktionsplatte bei Z.n. Plattenosteosynthese einer Klavikulafraktur links

### 3 Material und Methodik

#### 3.1 Patientenkollektiv

Im Rahmen der Datenerhebung wurden alle Patienten erfasst, die im Zeitraum zwischen dem 28.03.2001 und dem 29.08.2011 an der chirurgischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München - Campus Großhadern aufgrund einer Fraktur im lateralen Drittel der Klavikula operativ versorgt wurden. Einschlusskriterium war die operative Therapie mittels Platten-, Faden- oder Zuggurtungsosteosynthese. Alle Patienten (n=59) wurden mit Studienbeginn zum 01.08.2012 eingeladen an einer Nachuntersuchung, bestehend aus klinischer und sonographischer Untersuchung im Vergleich beider Schultern, in der chirurgischen Poliklinik des Klinikums Großhadern teilzunehmen. In der Einladung enthalten war ein Patienten-Fragebogen, den die Patienten vorab ausfüllen und in einem beiliegenden Rücksendeumschlag an das Klinikum zurückschicken sollten. Von den insgesamt 59 Patienten waren zu Studienbeginn bereits 2 verstorben, 3 lehnten ausdrücklich ihre Teilnahme an der Studie ab und 7 waren bis zum Abschluss der Studie am 11.07.2013 nicht zu erreichen. 35 Patienten folgten der Einladung. Jene Patienten (n=12), die umgezogen waren oder aus anderen Gründen nicht in der Lage waren einen Termin in der Klinik wahrzunehmen, sendeten einen erweiterten Patienten-Fragebogen zurück, der im Rahmen einer Selbstuntersuchung die Erfassung des klinischen Untersuchungsteils ermöglichte. Aufgrund der fehlenden sonographischen Daten wurde diese Gruppe bei der Sonographie-Auswertung nicht berücksichtigt. Somit konnten die funktionellen Ergebnisse von 47 Patienten ausgewertet werden, womit die die Rücklaufquote bei 79,7% lag.

#### 3.2 Follow Up Zeit

Die Follow Up Zeit (s. Abb. 21) betrug im Durchschnitt 77 Monate mit einer Standardabweichung von 39 Monaten. Die minimale Follow Up Zeit lag bei 13 Monaten und die maximale bei 147 Monaten.

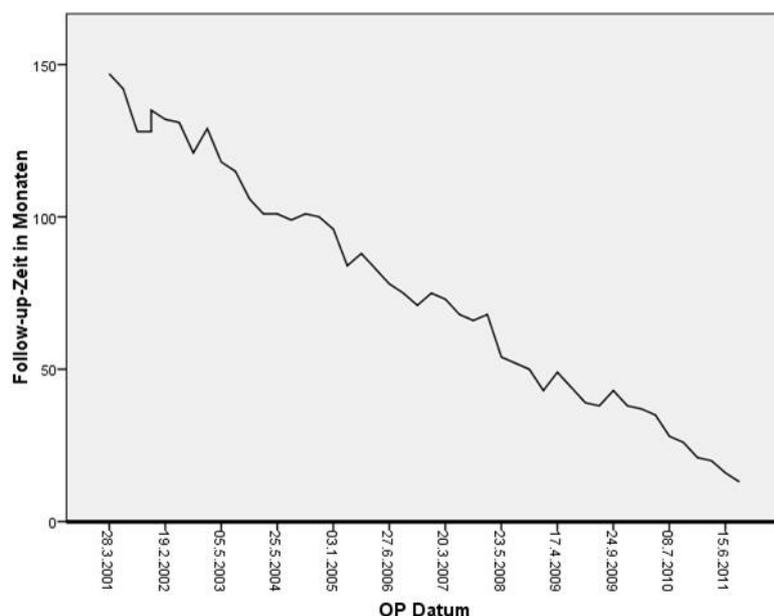


Abb. 21: Follow Up Zeit in Abhängigkeit vom OP-Datum

### 3.3 Patienten-Fragebogen

Zur Quantifizierung und Objektivierung des funktionellen Outcomes der betroffenen Schulter sowie zur Erfassung der Zufriedenheit bezüglich des Operationsergebnisses wurde ein Fragebogen erstellt, welchen die Patienten im Vorfeld vor der Nachuntersuchung ausfüllen und an das Klinikum zurückschicken sollten. Fragen hinsichtlich der Beantwortung des Bogens konnten telefonisch oder im Rahmen des Nachuntersuchungstermins geklärt werden. Der Fragebogen selbst wurde aus vier international anerkannten klinischen Scores (SF-12®, DASH, UCLA, Constant) sowie Fragen zur Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe zusammengesetzt. Inhaltlich gleiche Items (n=3) unter den Scores wurden nur einmal angeführt.

#### 3.3.1 SF-12® Health Survey

Der SF-12® Health Survey (Metric Quality inc.;USA) ist ein aus 12 Items bestehender Fragebogen, der als krankheitsübergreifendes Messinstrument zur Erfassung der allgemeinen Gesundheitsqualität dient. Genauer handelt es sich dabei um eine verkürzte Version des SF-36® Health Surveys, welcher, trotz Kürzung auf ein Drittel der Itemmenge, gleichwertige Validität erreicht und ohne wesentlichen Informationsverlust auskommt [44]. Die Messung erfolgt dabei mittels subjektiver Einschätzung der gesundheitlichen Lebensqualität durch den Patienten, wobei die Bearbeitung des Fragebogens aufgrund seiner Kürze nicht länger als drei Minuten beansprucht. Hierbei erfasst der Fragebogen zum einen die körperliche (PCS = physical component summary score) und zum anderen die psychische Komponente (MCS = mental health component summary score), welche die zwei Hauptsäulen des Scores darstellen. Diese zwei Bereiche setzen sich wiederum aus acht Subskalen zusammen (s. Tabelle 1).

Skala	Itemzahl	Beschreibung
Körperliche Funktionsfähigkeit	2	Ausmaß der Tätigkeitseinschränkungen durch den Gesundheitszustand
Körperliche Rollenfunktion	2	Einschränkungen in den vergangenen Wochen bei der Arbeit oder im Alltag durch die körperliche Gesundheit
Schmerz	1	Einschränkungen in den vergangenen Wochen im Alltag bedingt durch Schmerzen
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	1	Beschreibung des allgemeinen Gesundheitszustands
Vitalität	1	Energisches Gemüt in den vergangenen 4 Wochen
Soziale Funktionsfähigkeit	1	Kontakteinschränkungen in den vergangenen 4 Wochen durch körperliche oder seelische Gesundheit
Emotionale Rollenfunktion	2	Einschränkungen in den vergangenen Wochen bei der Arbeit oder im Alltag durch die seelische Gesundheit
Psychisches Wohlbefinden	2	Ruhe und Gelassenheit, Entmutigung und Traurigkeit in den vergangenen 4 Wochen

Tabelle 1: Messskalen des SF-12® Health Surveys

Im Gegensatz zum SF-36® Health Survey, dessen Auswertung über die acht Subskalen, teils über Transformation, teils über spezielle Gewichtung, erfolgt und, für den sich Werte zwischen 0 (schlechtester Gesundheitszustand) und 100 (bestmöglicher Gesundheitszustand) für die einzelnen Skalen ergeben, geschieht diese im Rahmen des SF-12® Health Survey über direkte Bildung der zwei Summenskalen für körperliche und psychische Gesundheit. Beide Kriterien nehmen dabei normbasierend Werte um die 50 an und können daher mit Werten von Referenzgruppen aus der Bevölkerung verglichen werden.

Die in dieser Arbeit durchgeführte Auswertung des Fragebogens erfolgte auf Basis der offiziellen Online-Demonstration des SF-12® Health Survey [45] (*Weblink:* <http://www.sf-36.org/demos/SF-12.html>; eingesehen am 18.04.2014).

### 3.3.2 DASH-Score

Der Dash-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) ist ein von der American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) gemeinsam mit dem Institute for Work and Health und dem Council of Musculoskeletal Specialty Societies (COMSS) entwickelter Trauma-Score zur Erfassung der Globalfunktion der oberen Extremität. In Form eines Fragebogens ermöglicht er mittels Selbstbeantwortung durch den Patienten die subjektive Beurteilung von Funktion und den damit einhergehenden Folgen für Alltag und Beruf. Die insgesamt 30 Items aus 6 Kategorien fragen insbesondere Alltagsaktivitäten und Sensibilität im Bereich der oberen Extremität, aber auch Einschränkungen sowohl im Sozial- als auch Arbeitsleben sowie Schlafstörungen und psychische Belastung ab. Ein Überblick über die Kategorien ist in Tabelle 2 dargestellt.

Kategorie	Itemzahl	Beschreibung
Alltagsfähigkeiten	21	Beurteilung der Fähigkeiten alltägliche Aktivitäten auszuführen (z.B. Haare waschen, Pullover anziehen)
Soziale Komponente	1	Einschränkung sozialer Aktivität durch die obere Extremität
Berufliche Komponente	1	Einschränkung in der Arbeit durch die obere Extremität
Sensorische Komponente	5	Angabe über Grad bestimmter Empfindungen (z.B. Schmerzen, Kribbeln) der oberen Extremität
Schlafstörungen	1	Angabe über Grad der Schlafstörungen bedingt durch Probleme der oberen Extremität
Psychische Komponente	1	Einfluss der Probleme der oberen Extremität auf das Selbstvertrauen

**Tabelle 2: Zusammenfassung des DASH-Scores in 6 Fragekategorien**

Die Beantwortung von mindestens 27 Fragen ist zur Auswertung und Erhebung des Scores erforderlich, was bei einer Gesamtzahl von 30 Fragen eine Toleranz von drei ( $\leq 10\%$ ) unbeantworteten Fragen bedeutet. Die Punkteverteilung pro Item liegt zwischen 1-5, wobei niedrigere Werte für ein besseres und höhere Werte für ein schlechteres Outcome stehen. Zur Berechnung des Scores wird folgende Formel herangezogen:

$$DASH - Score = \left[ \frac{(Summe\ der\ n\ Antwortpunkte)}{n} - 1 \right] * 25$$

n = Zahl beantworteter Fragen

Dies bedeutet, dass zur Berechnung des Ergebnisses zunächst der Quotient aus der Summe der Antwortpunkte und der Zahl der beantworteten Fragen (n) gebildet werden muss, von diesem dann die 1 subtrahiert und die Differenz wiederum mit dem Faktor 25 multipliziert werden muss. Der Wertebereich erstreckt sich zwischen 0 (keine Einschränkungen) und 100 (höchste Einschränkung).

### 3.3.3 UCLA Shoulder Rating Scale

AMSTUTZ et al. [46] entwickelten im Jahre 1981 an der University Of California Los Angeles im Zuge ihrer Arbeit zum Thema der totalen Schulterarthroplastik die UCLA Shoulder Rating Scale. Ursprünglich für Läsionen der Rotatorenmanschette gedacht, kann dieser Fragebogen ebenso zur Beurteilung von Schulterinstabilitäten angewendet werden [47]. Mit einer überschaubaren Zahl von fünf Items misst dieser Score die Parameter Schmerz, Funktion, aktive Flexion im Schultergelenk, Kraft bei Flexion und die Zufriedenheit des Patienten (siehe Tabelle 3).

Schmerz	
<input type="radio"/> Ständig vorhanden, regelmäßig starke Medikation nötig	0
<input type="radio"/> Ständig vorhanden, aber erträglich, gelegentlich starke Medikation nötig	2
<input type="radio"/> Kein Ruheschmerz, während leichter Aktivitäten vorhanden, regelmäßige NSAR-Einnahme	4
<input type="radio"/> Während schwerer Aktivitäten vorhanden, gelegentliche NSAR-Einnahme	6
<input type="radio"/> Gelegentlich leicht vorhanden	8
<input type="radio"/> keine	10
Funktion	
<input type="radio"/> Nicht in der Lage den betroffenen Arm zu benutzen	0
<input type="radio"/> Nur leichte Aktivitäten möglich	2
<input type="radio"/> In der Lage leichte Hausarbeiten und Alltagsaktivitäten auszuführen	4
<input type="radio"/> Alltagsaktivitäten, Einkaufen, Fahren, Haare kämmen, Bekleiden (inkl. BH)	6
<input type="radio"/> Leichte Einschränkungen. Arbeiten über Schulterhöhe möglich	8
<input type="radio"/> Normale Aktivitäten	10

Aktive Flexion im Schultergelenk	
<input type="radio"/> >150°	5
<input type="radio"/> 120°-150°	4
<input type="radio"/> 90°-120°	3
<input type="radio"/> 45°-90°	2
<input type="radio"/> 30°-45°	1
<input type="radio"/> <30°	0
Kraft bei Flexion im Schultergelenk:	
<input type="radio"/> Normal	5
<input type="radio"/> Gut	4
<input type="radio"/> OK	3
<input type="radio"/> Wenig	2
<input type="radio"/> Muskelkontraktion	1
<input type="radio"/> Nichts	0
Zufriedenheit mit dem OP-Ergebnis	
<input type="radio"/> Zufrieden und besser	5
<input type="radio"/> Nicht zufrieden und schlechter	0

**Tabelle 3: UCLA Rating Scale nach Amstutz et al.**

Bei der Punkteverteilung kommt eine unterschiedliche Gewichtung der Items zum Tragen. Die Kategorien Schmerz und Funktion werden mit jeweils 10 möglichen Punkten im Vergleich zu den restlichen Kategorien und je 5 erreichbaren Punkten schwerer gewichtet. Letztlich wird der Score durch eine einfache Addition der einzelnen Punktwerte berechnet, so dass sich eine maximale Gesamtpunktezahl von 35 Punkten ergibt. Das Ergebnis wird wiederum je nach Punktwert in drei Bereiche gegliedert. Ein exzellentes Ergebnis erzielen Patienten mit einem Wert von 34-35 Punkten, ein gutes mit 29-33 Punkten und ein schwaches Ergebnis bei einer Punktezahl <29.

### 3.3.4 Constant Score

Der Score nach CONSTANT und MURLEY [48] wurde im Jahre 1987 im englischsprachigen Raum vorgestellt, eine deutsche Version des Fragebogens wurde 1991 durch CONSTANT eingeführt. Er gilt als das Standardmessinstrument zur Beurteilung der Schulterfunktion und wird daher sowohl von der Deutschen Gesellschaft für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) als auch von der Europäischen Gesellschaft für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (SECEC) empfohlen [49]. Für die Erhebung des Scores gilt es zehn Items, subjektive (35% der Gesamtpunktezahl) sowie objektive (65% der Gesamtpunktezahl), aus insgesamt vier Funktionsbereichen (s. Tabelle 4, Abb. 22) zu bearbeiten. Die Punkteverteilung erstreckt sich dabei zwischen 0 und 100, wobei 0 Punkte für einen Schulterzustand stärksten Schmerzes ohne relevanter Funktion stehen während die maximal erreichbare Zahl von 100 Punkten einer schmerzlosen, funktionstüchtigen Schulter gleichzusetzen ist.

Funktionsbereich	Itemzahl	Beschreibung
Schmerz	1	Grad des Schmerzes anhand der visuellen Analogskala
Alltagsfunktion	4	Angabe über Grad der Alltagsfähigkeit der Schulter
Bewegungsumfang	4	Flexion (Anteversion), Abduktion, Außenrotation, Innenrotation
Kraft	1	Kraftmessung der Schulter

Tabelle 4: Funktionsbereiche des Constant Scores

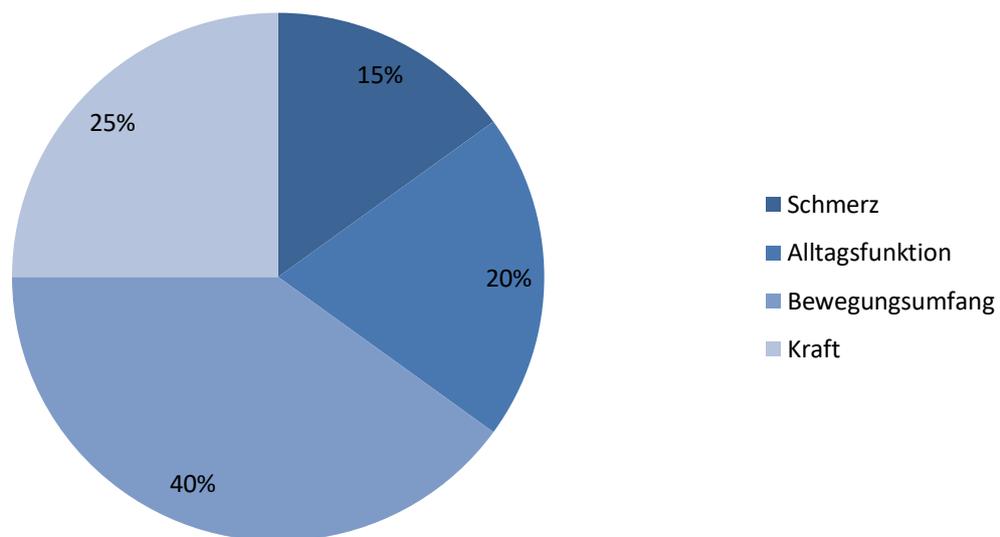


Abb. 22: Punkteverteilung des Constant Scores nach Funktionsbereich

Der Parameter für den Schmerz wird subjektiv anhand einer visuellen Analogskala mit 0-15 erhoben. Die Punkteverteilung erfolgt dabei invers zum Grad des Schmerzes, so dass 15 Punkte bei keinem Schmerz (0 auf der VAS) und 0 Punkte bei stärksten Schmerzen (15 auf der VAS) zu vergeben sind. Das Ergebnis kann des Weiteren in vier Bereiche gegliedert werden (s. Tabelle 5).

Schmerzgrad	Schmerzbereich
0	Keine Schmerzen
1-5	Milde Schmerzen
6-10	Mäßige Schmerzen
11-15	Starke Schmerzen

Tabelle 5: Schmerzbereiche der VAS

Der zweite Funktionsbereich, jener der Alltagsfunktion, wird ebenfalls subjektiv durch den Patienten beurteilt und über vier Items ermittelt. Eine Gesamtzahl von 20 Punkten wird in dieser Kategorie für Arbeitsfähigkeit (0-4 Punkte), Freizeit-/Sportfähigkeit (0-4 Punkte), Schlaffähigkeit (0-2 Punkte) und Handreichweite (10 Punkte) vergeben. Die Punktevergabe bei der Beurteilung von Handreichweite erfolgt im Zweiserschritt (s. Tabelle 6).

Reichweite	Reichweite paraphrasiert im Fragebogen	Punktevergabe
Bis zur Gürtellinie	In der Lage die Hose zuzuknöpfen	2
Bis zum Xiphoid	In der Lage ein Hemd von unten bis zur Brust zuzuknöpfen	4
Bis zum Hals	In der Lage den obersten Hemdknopf zu schließen	6
Bis zum Scheitel	In der Lage die Haare zu kämmen	8
Über den Kopf hinaus	In der Lage etwas aus einem Regal über Kopfhöhe zu nehmen	10

**Tabelle 6: Punktevergabe bei der Beurteilung der Handreichweite**

Die Ermittlung des Bewegungsumfangs erfolgt objektiv im Rahmen einer Untersuchung und wird daher eingehend unter diesem Punkt besprochen. Dabei werden die Parameter für Flexion (Anteversion), Abduktion, Außen- und Innenrotation erhoben. Essentiell ist dabei, dass die Bewegungen aktiv und schmerzfrei zu erfolgen haben. Insgesamt werden hier 40 Punkte vergeben, wodurch dieser Bereich in Anbetracht der Gesamtpunktzahl den größten und wichtigsten Funktionsbereich des Scores ausmacht. Flexion und Abduktion werden in Abhängigkeiten vom erreichten Winkelgrad beurteilt. Dabei werden jeweils 10 Punkte im zweiserschritt vergeben, wobei 0 Punkte bei  $<30^\circ$  und 10 Punkte bei  $>150^\circ$  verteilt werden. Eine genaue Abstufung der Punktevergabe ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Bewegungsumfang	Punktevergabe
$0^\circ-30^\circ$	0
$31^\circ-60^\circ$	2
$61^\circ-90^\circ$	4
$91^\circ-120^\circ$	6
$121^\circ-150^\circ$	8
$151^\circ-180^\circ$	10

**Tabelle 7: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Flexion und Abduktion**

Die Außenrotation wird punktuell durch Einzelbewegungen bewertet. Pro schmerzlos ausführbarer Bewegung werden 2 Punkte vergeben, die dann letztlich zu einer Gesamtpunktezahl von maximal 10 erreichbaren Punkten addiert werden (s. Tabelle 8).

Bewegung	Punktevergabe
Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach vorne	2
Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach hinten	2
Hand auf Scheitel mit Ellenbogen nach vorne	2
Hand auf Scheitel mit Ellenbogen nach hinten	2
Volle Elevation vom Scheitel ausgehend	2

**Tabelle 8: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Außenrotation**

Im Gegensatz dazu wird die Innenrotation stufenweise betrachtet. Ausgehend von der Position des Handrückens an der Oberschenkelaußenseite als minimale Form der Innenrotation bis zur Position des Handrückens zwischen den Schulterblättern als maximale werden die Punkte (insgesamt 10 Punkte) verteilt. Eine Übersicht hierzu ist in Tabelle 9 dargestellt.

Bewegung	Punktevergabe
Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	0
Handrücken auf Gesäß	2
Handrücken auf lumbosakralen Übergang	4
Handrücken auf Gürtellinie (3. Lendenwirbel)	6
Handrücken auf 12. Rückenwirbel	8
Handrücken zwischen den Schulterblättern	10

**Tabelle 9: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Innenrotation**

Den vierten und letzten Funktionsbereich stellt die Kraft dar. Diese wird in Form einer Abduktionskraft beim stehenden Patienten bei 90° Abduktion in der Skapulaebene gemessen. Die Hand der betreffenden Seite ist dabei in pronierter Stellung zu halten. Insgesamt werden in dieser Kategorie 25 Punkte verteilt, weshalb sie mit einem prozentualen Anteil von 25% an der Gesamtpunktzahl den zweitwichtigsten Funktionsbereich bildet. Trotz der anteilmäßig hohen Punktevergabe gibt es bezüglich der Ausführung dieser Messung jedoch keine eindeutige Beschreibung, weshalb in der Literatur [48-51] unterschiedliche Vorgehensweisen vorgeschlagen werden. CONSTANT und MURLEY (1987) selbst empfahlen für die Messung ursprünglich die Verwendung einer Federwaage mit Messpunkt am humeralen Ansatz des M. deltoideus. Gewichte sollen dabei in Pfund (11bm - 25lbs) angegeben werden und dementsprechend solle die Punkteverteilung mit 1 Punkt pro Pfund erfolgen [48]. THOMAS et al. [51] hingegen schlugen eine Messung im Bereich des Handgelenks vor, wo aufgrund der Hebelarmwirkung kleinere Gewichte zur Messung erforderlich werden. Zudem bietet die Messung am Handgelenk den Vorteil einer besseren Reproduzierbarkeit, da beim Messen am Deltaansatz bereits kleine Veränderungen hohe Auswirkungen hinsichtlich des Lastarms zur Folge haben [51]. Um letztlich eine maximale

Punkteausbeute von 25 Punkten zu erzielen gilt es ein Gewicht von 12,5kg im Bereich des Oberarms bzw. 5kg im Bereich des Handgelenks zu überwinden. Für eine erfolgreiche Messung bedarf es, um die Messung einer Kraftspitze zu vermeiden, eines Verbleibes in 90° Abduktion für 5 Sekunden im Sinne einer Plateau- bzw. isometrischen Kraft. In der vorliegenden Arbeit wurde gemäß BUSTAMI [50], dessen Vorgehen wiederum auf den Erkenntnissen von THOMAS et al. basiert, ein Mineralwasserkasten entsprechend Abbildung 23 zur Messung verwendet. Diesen galt es stufenweise mit bis zu maximal 8 leeren 0,75l Glasflaschen zu füllen, was einem Gewicht von 5kg entspricht, und als Gewicht bei der Messung der Abduktionskraft zu nutzen. Dieses Vorgehen entspricht einer Messung mit Messpunkt am Handgelenk. Die Punktevergabe diesbezüglich ist in Tabelle 10 zusammengefasst.

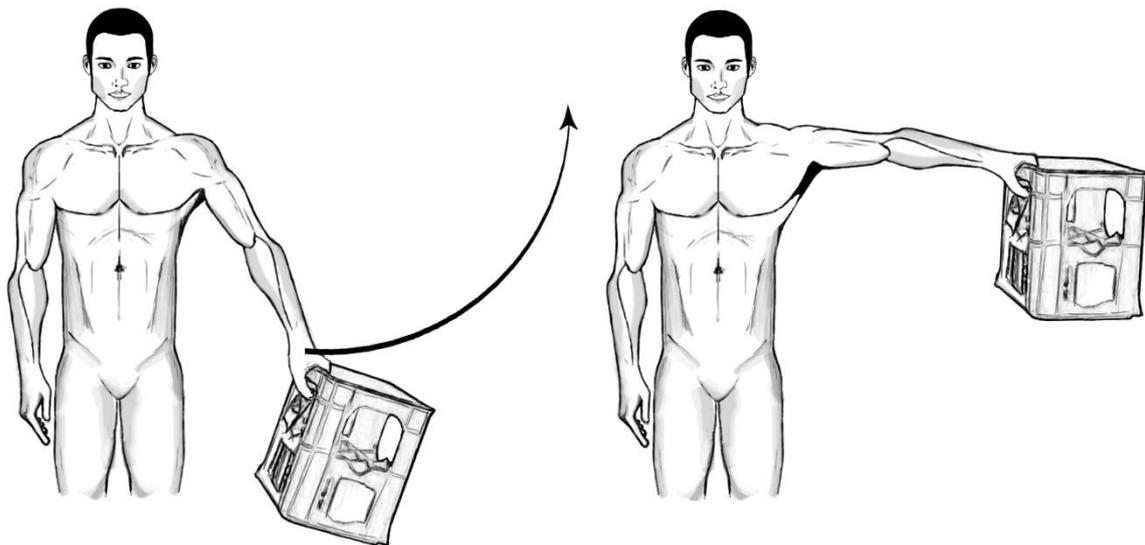


Abb. 23: Constant Score - Kraftmessung mittels eines Mineralwasserkastens

Anzahl der Flaschen	Punktevergabe
0 von 8	0
1 von 8	3
2 von 8	6
3 von 8	9
4 von 8	12
5 von 8	15
6 von 8	18
7 von 8	21
8 von 8	25

Tabelle 10: Punktevergabe der Kraftmessung

Bei der Auswertung wurden im Zuge der Ergebnisbeurteilung die alters- und geschlechtsspezifische Norm von KATOLIK et al. [52] (s. Tabelle 11) sowie die Ergebniseinteilung nach BOEHM [53] (s. Tabelle 12) zum Vergleich herangezogen.

Alter in Jahren	Constant Score (%) der Männer	Constant Score (%) der Frauen
18-29	95	88
30-39	95	87
40-49	96	86
50-59	94	84
60-69	92	83
≥70	88	81

**Tabelle 11: Alters- und geschlechtsspezifische Norm des Constant Scores**

Bewertung	Constant Score (%)
exzellent	91-100
gut	81-90
befriedigend	71-80
ausreichend	61-70
mangelhaft	>60

**Tabelle 12: Ergebnisbereiche /-bewertung in Abhängigkeit vom Constant Score (%) nach BOEHM**

### 3.3.5 Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe

Als letzten Punkt behandelt der Patientenfragebogen die Frage um die Zufriedenheit bezüglich der Operationsnarbe. Narben können sowohl aus ästhetischer als auch aus klinischer Sicht einschränkend für den Patienten sein, insbesondere wenn es sich um hypertrophe, keloidale Formen handelt. Hier ermöglicht der Fragebogen mit einer Itemzahl von 3 die subjektive Bewertung durch den Patienten. Beurteilt werden in diesem Zusammenhang die allgemeine Zufriedenheit, die kosmetische Problematik und letztlich der klinische Aspekt in Form von Aufreibungen durch die Kleidung oder durch Tragen eines Rucksacks, Büstenhalters oder ähnlichem. Pro Item werden 1-5 Punkte verteilt, niedrige Werte stehen für ein schlechteres und hohe Werte für ein besseres Outcome. Aus den Einzelwerten dieser Items wird durch Addition ein Score gebildet, dessen Wertebereich sich zwischen 3 (schlechtes Gesamtergebnis) und 15 Punkten (bestmögliches Ergebnis) erstreckt.

### 3.4 Nachuntersuchung

Sämtliche Nachuntersuchungen fanden nach telefonischer Terminvereinbarung in den Räumlichkeiten der Chirurgischen Poliklinik A des Klinikums Großhadern statt. Diese wurden vor jeder Untersuchung entsprechend vorbereitet. Im Rahmen des Termins wurde ein möglichst einheitliches, reproduzierbares Untersuchungsschema eingehalten. Der Ablauf war dabei in vier Punkte gegliedert:

- Vorgespräch/Anamnese
- Klinische Untersuchung
- Kraftmessung
- Sonographische Untersuchung

Die Untersuchungsdauer betrug 30-40 Minuten pro Patient.

#### 3.4.1 Vorgespräch und Anamnese

Zu Beginn einer jeden Untersuchung wurden die Patienten nochmals bezüglich der Studie, im Besonderen hinsichtlich ihres Sinn und Zwecks, aufgeklärt. Ebenso wurde den Patienten eine Übersicht über den Ablauf der Untersuchung und ihrer voraussichtlichen Dauer gegeben. Die vorab erhaltenen Fragebögen wurden beim Termin von neuem auf Vollständigkeit kontrolliert und Unklarheiten bezüglich der Beantwortung konnten gemeinsam mit dem Patienten behoben werden. In der Anamnese wurde nochmals gezielt nach der Schulterfunktion und der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis gefragt. Von besonders großem Interesse waren in diesem Zusammenhang die Reintegration im Beruf, die Alltagsfähigkeit sowie die Wiederaufnahme von Freizeitaktivitäten. Im Gegensatz zum Fragebogen, in dem all diese Punkte ebenfalls abgefragt werden, ermöglichte dies den Patienten die Antworten in eigene Worte zu fassen und unter Umständen ergänzende Informationen zu liefern. Ein weiterer Punkt, der von Bedeutung war, war die Frage nach dem Unfallhergang bzw. des Unfallmechanismus. In dem Fall, dass diese Information nicht deutlich aus den Unterlagen hervorging, wurden die Patienten gebeten den Ablauf des Unfalls so genau wie möglich zu rekonstruieren. Das Ziel dieser anamnestischen Unfallrekonstruktion war zum einen die Erfassung der Art des Traumas, d.h. die Frage nach direkter oder indirekter Gewalteinwirkung, zum anderen die Erfassung des Kraftvektors.

### 3.4.2 Klinische Untersuchung

Zum Zwecke der klinischen Untersuchung wurden die Patienten gebeten den Oberkörper so freizumachen, dass beide Schultern beurteilt werden konnten. Gemäß der klassischen Untersuchungsreihenfolge erfolgte die Inspektion als erstes. Auffälligkeiten hinsichtlich der Oberkörperhaltung, insbesondere des Schulterstandes, sowie der Schlüsselbeinkontur wurden dabei berücksichtigt. In diesem Zusammenhang galt es gegebenenfalls das Bild eines Schulterhoch- oder -tiefstands, oder das einer Schulterverkürzung zu erfassen. Bei der Beurteilung der Klavikulakontur wurde auf Deformitäten, überschießende Kallusbildung oder prominentes Osteosynthesematerial geachtet. Auch die Operationsnarbe wurde inspektorisch begutachtet. Hierbei wurden Verlauf, Länge, Reizzustand und das Hautniveau der Narbe beurteilt.

Im zweiten Punkt der Untersuchung, der Palpation, wurde das Narbengewebe auf die Sensibilität geprüft um etwa Hyp-, Par- oder Dysästhesien auszuschließen. Auch das Schlüsselbein wurde nochmals unter den Gesichtspunkten der Form und des Verlaufs sowie unter dem Gesichtspunkt subkutan hervorstehender Platten palpatorisch untersucht. Zur besseren Differenzierung wurde dies im Seitenvergleich mit der nicht betroffenen Gegenseite durchgeführt.

Anschließend daran wurde die Schulter bezüglich ihres Bewegungsumfanges untersucht. Hauptsächlich als Teil des Constant Scores, aber zu einem gewissen Grad auch als Teil der UCLA Shoulder Rating Scale, erfolgte die Beurteilung stets in einer strikten Reihenfolge:

- Anteversion/Retroversion
- Kraft bei Anteversion
- Adduktion/Abduktion
- Außenrotation/Innenrotation

Dabei wurden beide Schultern im Seitenvergleich nach der Neutral-Null-Methode geprüft, wobei eine Bewegung erst dann als durchführbar galt, wenn sie aktiv und schmerzfrei ausgeführt werden konnte. Die Kriterien der Retroversion und Adduktion waren für die hier verwendeten Scores zwar nicht relevant, wurden aber für ein besseres Verständnis der Schultergesamtfunktion trotzdem betrachtet. Die Untersuchung erfolgte stehend, wobei sich der Patient und der Untersuchende gegenüberstanden. Hierfür demonstrierte der Untersucher jede Bewegung in spiegelverkehrter Form und leitete den Patienten an dies, beginnend mit der nicht betroffenen Seite, zu kopieren. Ein einfaches Goniometer wurde als Instrument zur Messung des Winkelgrades bei der Flexion und Abduktion verwendet. Die Flexionskraft wurde beidseitig ausgehend von der Neutral-Null-Stellung gegen den Widerstand des Untersuchers gemessen und subjektiv durch diesen bewertet.

### 3.4.3 Kraftmessung

Das Kriterium der Kraft ist ein wesentlicher Bestandteil des Constant Scores. In einem objektiven Verfahren wurde hierfür die Abduktionskraft beider Schultern im Vergleich gemessen. Wie in Punkt 3.3.4 bereits beschrieben wurde dabei die Methodik nach BUSTAMI [50] verwendet, die den Einsatz eines herkömmlichen Mineralwasserkastens und einer maximalen Anzahl von acht leeren 0,75l Glasflaschen als Gewichte vorsah. Um eine schmerzbedingte Reduktion der Kraft und somit eine Verfälschung des Ergebnisses zu vermeiden, wurde der Griff des Kastens entsprechend gepolstert. Eine Messung galt erst dann als erfolgreich, wenn der Patient in der Lage war das Gewicht für 5 Sekunden in 90° Abduktion zu halten. Die Last, welche die Schulter dabei zu überwinden hatte, wurde nach jeder erfolgreichen Messung schrittweise bis zu einem Maximum von 8 Flaschen gesteigert, welche einem Gesamtgewicht von 5kg entsprachen. Hierbei wurde stets die Gegenseite als erstes und darauffolgend die betroffene Seite untersucht.

### 3.4.4 Sonographische Untersuchung

Die sonographische Beurteilung der Schulter (s. Abb. 24-29) erfolgte anschließend an die Kraftmessung als abschließender Punkt der Nachuntersuchung. Dieses Verfahren stellt mit dem Prinzip des bewegten Bildes eine einfache, zugleich unschädliche Methode der bildgebenden Diagnostik dar und ist aufgrund seiner leichten Zugänglichkeit schnell einsetzbar und somit zeitsparend. Hierfür wurde das Ultraschallgerät der Firma Toshiba aus der Chirurgischen Poliklinik A verwendet. Für die Untersuchung wurde der Patient gebeten, mit freiem Oberkörper, den Rücken dem Untersucher zugewandt, auf einem Untersuchungshocker Platz zu nehmen. Die Arme sollten dabei beide seitlich hängen gelassen werden. Zur Darstellung wurde eine lineare Ultraschallsonde mit einer Frequenz von 7,5MHz eingesetzt. Auch hier wurde eine einheitliche Reihenfolge eingehalten. Dem Grundsatz des Seitenvergleichs folgend wurde als erstes die betroffene Schulter und danach die Gegenseite, jeweils in zwei Ebenen beurteilt. Zu diesem Zweck wurden im ersten Schritt Bilder entlang der Frontal- bzw. Coronarebene aufgenommen, wobei zwei Parameter erhoben wurden: Die Breite des ACG-Spalt und der Höhenunterschied zwischen Klavikulaoberkante und Akromionoberkante. Im zweiten Schritt wurde die ACG-Spaltbreite nochmals in der Axialebene analysiert.

Bei der folgenden Datenauswertung, wurden zur Quantifizierung des sonographischen Ergebnisses Differenzen aus den korrespondierenden Parametern beider Seiten gebildet und diese wiederum in Abhängigkeit vom Operationsverfahren verglichen.

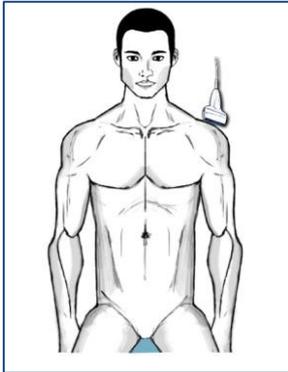


Abb. 24: Ultraschallaufnahme der linken Schulter in der Coronarebene



Abb. 25: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks coronar

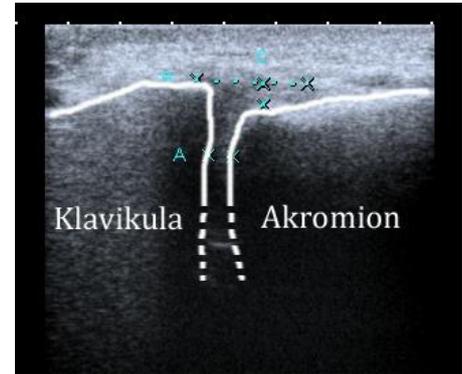


Abb. 26: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks coronar mit hervorgehobener Kortikaliskontur

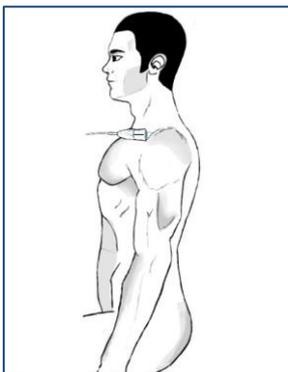


Abb. 27: Ultraschallaufnahme der linken Schulter in der Axialebene



Abb. 28: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks axial

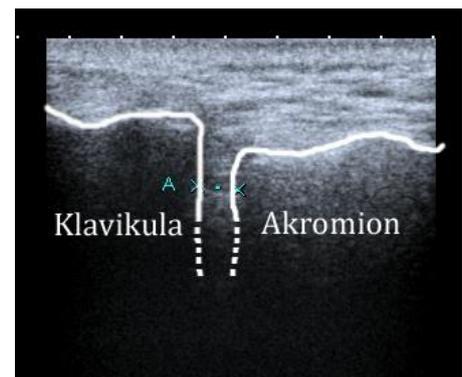
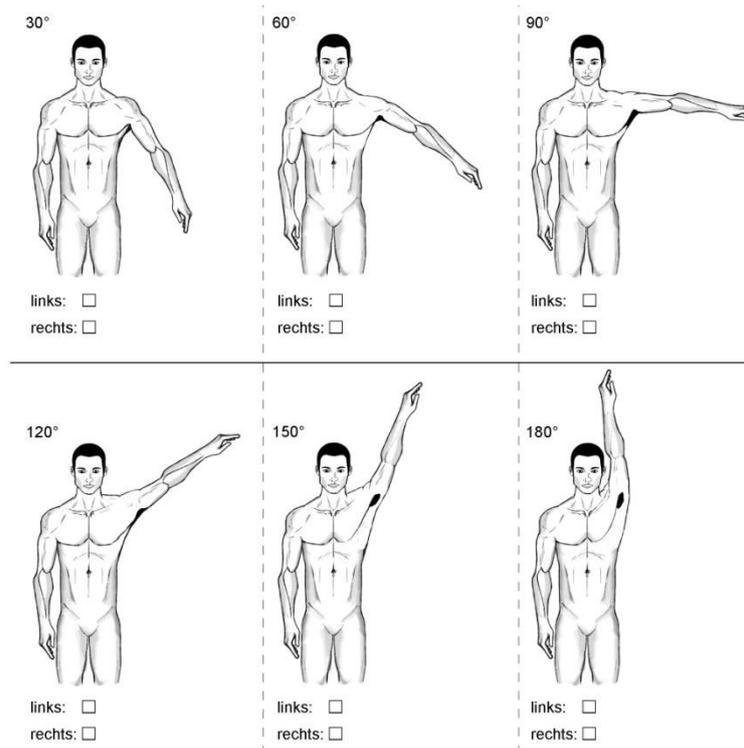


Abb. 29: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks axial mit hervorgehobener Kortikaliskontur

### 3.5 Erweiterter Patientenfragebogen

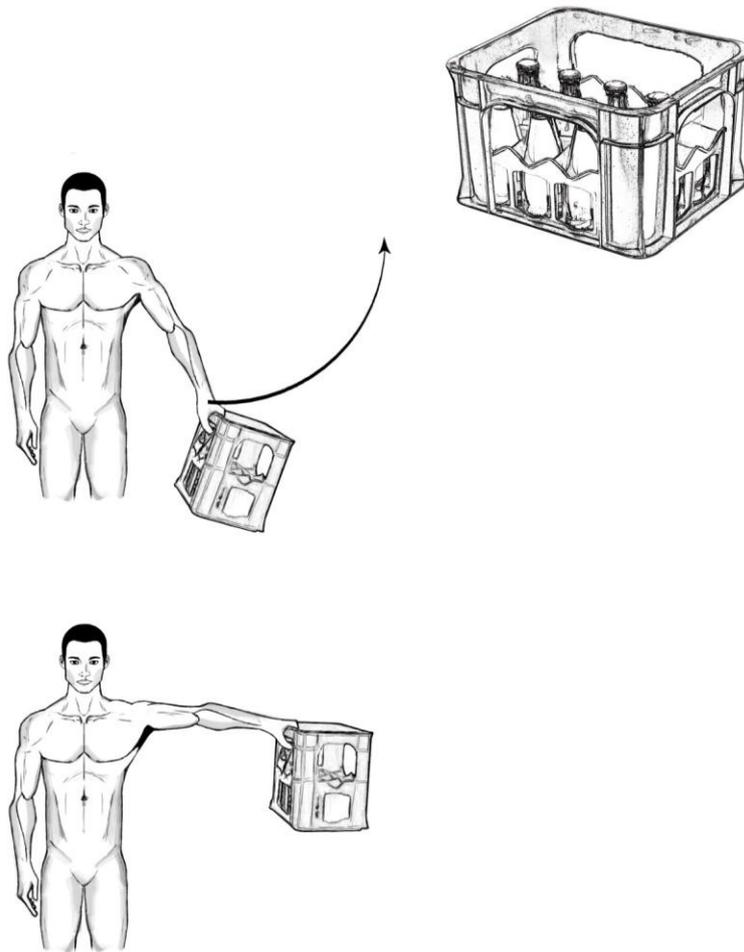
Der erweiterte Fragebogen wurde für all jene Patienten konzipiert, die während des Nachuntersuchungszeitraums aufgrund eines Wohnortwechsels oder wegen anderer Gründe nicht in der Lage waren einen Termin vor Ort in der Klinik wahrzunehmen. Es handelt sich hierbei um den bereits beschriebenen Patienten-Fragebogen, der jedoch um den klinischen Untersuchungsteil (Bewegungsumfang, Kraft) erweitert wurde. Zweck dieser Erweiterung war es den Patienten die Möglichkeit zu geben in einer Selbstevaluation die betroffene Schulter im Vergleich zur Gegenseite zu untersuchen. Dabei wurden gemäß einer normalen Untersuchung die Kriterien Flexion, Abduktion, Außenrotation, Innenrotation und Kraft betrachtet. Das Ziel dieser Methodik war die Erfassung der nötigen Parameter zur Vervollständigung des Constant Scores und der UCLA Shoulder Rating Scale. Dies erfolgte im Detail durch eigens per Adobe Photoshop 7.0 (© 1990-2002 Adobe Systems Inc.) angefertigte Zeichnungen, mittels derer sich der Patient nach dem Prinzip von Demonstration und Kopie selbst beurteilen sollte. Anhand des Kriteriums der Abduktion (s. Abb. 30) bspw. lässt sich das Konzept wie folgt erläutern:



**Abb. 30: Schematische Darstellung einer Abduktion in 30°-Schritten**

In Anlehnung an die Punkteverteilung des Constant Scores, die in Abhängigkeit vom Winkelgrad erfolgt (s. Tabelle 7), stellt die Figur den Ablauf einer Abduktion von 0°-180° in 30°-Schritten dar. Der Patient soll dies für beide Schultern, sofern möglich, nachahmen und für jeden erreichten Schritt ein Kreuz setzen.

Die Anleitung zur Kraftmessung beinhaltete dieselbe Vorgehensweise, welche auch im Rahmen eines normalen Nachuntersuchungstermins stattfand. Beginnend mit einer Flasche galt es die in Abbildung 31 dargestellte Bewegung für beide Schultern durchzuführen, den Arm jedoch 5 Sekunden in der Horizontalen zu halten. Bei erfolgreicher Durchführung sollte das Gewicht um eine Flasche gesteigert und der Vorgang maximal bis zum Erreichen von 8 Flaschen wiederholt werden. Das Ergebnis sollte dann durch die Angabe der maximal erreichten Flaschen festgehalten werden.



**Abb. 31: Darstellung der Abduktionskraftmessung**

Ein Mineralwasserkasten sowie leere 0,75l Glasflaschen sind genormt und nahezu überall in der Bundesrepublik Deutschland verfügbar. Deren Verwendung als Gewichte zur Messung der Abduktionskraft bot darüber hinaus den Vorteil der optimalen Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus den Nachuntersuchungsterminen in der Klinik.

### 3.6 Röntgenanalyse

Neben den Resultaten aus der sonographischen Untersuchung flossen die Ergebnisse aus retrospektiven Röntgenanalysen mittels des PACS Viewers in das bildgebende Outcome ein. Dabei wurden die Aufnahmen hinsichtlich der Frakturheilung sowie des prä- und postoperativen Dislokationsgrades beurteilt. Als Vergleichspole fungierten in diesem Zusammenhang prä- und postoperative Röntgenbilder sowie Verlaufsaufnahmen zur Beurteilung einer sekundären progredienten Dislokation.

### 3.7 Statistik

Im Rahmen der statistischen Auswertung wurde das Programm SPSS® für Windows (Version 22.0, SPSS inc., Chicago; Il, USA) verwendet. Dabei wurden Methoden der deskriptiven Statistik zum Errechnen von Häufigkeiten, Mittelwert, Median, Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwert angewendet. Das Messniveau der Variablen lag als Nominal-, Ordinal-, Intervall- und Verhältnisskala vor. Die graphische Darstellung erfolgte in Form von Tabellen, Balkendiagrammen, Box-Plots und Graphen.

Je nach Messniveau und Stichprobenzahl wurden unterschiedliche Tests zur Analyse von Signifikanzen angewandt. Bei mehr als zwei Stichproben (unabhängig) wurde für nicht normalverteilte stetige Messwerte der Kruskal-Wallis oder auch H-Test herangezogen. Bei Einzelstichproben wurde zur Messung des Unterschieds zwischen zwei Ergebnissen der Test auf Binominalverteilung angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Patientenbezogene Daten

#### 4.1.1 Geschlechterverteilung

Die Geschlechterverteilung verhielt sich für das Gesamtkollektiv von 59 Patienten, die im Zeitraum zwischen dem 28.03.2001 und dem 29.08.2011 aufgrund einer lateralen Klavikulafraktur operiert worden waren, mit 47 männlichen und 12 weiblichen Patienten nahezu 4:1 (s. Tabelle 13 u. Abb. 32). Somit waren Männer signifikant ( $p < 0,05$ ) häufiger betroffen als Frauen.

		Geschlecht		
		Häufigkeit	Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	männlich	47	79,7	79,7
	weiblich	12	20,3	100,0
Gesamtsumme		59	100,0	

Tabelle 13: Geschlechterverteilung (n=59)

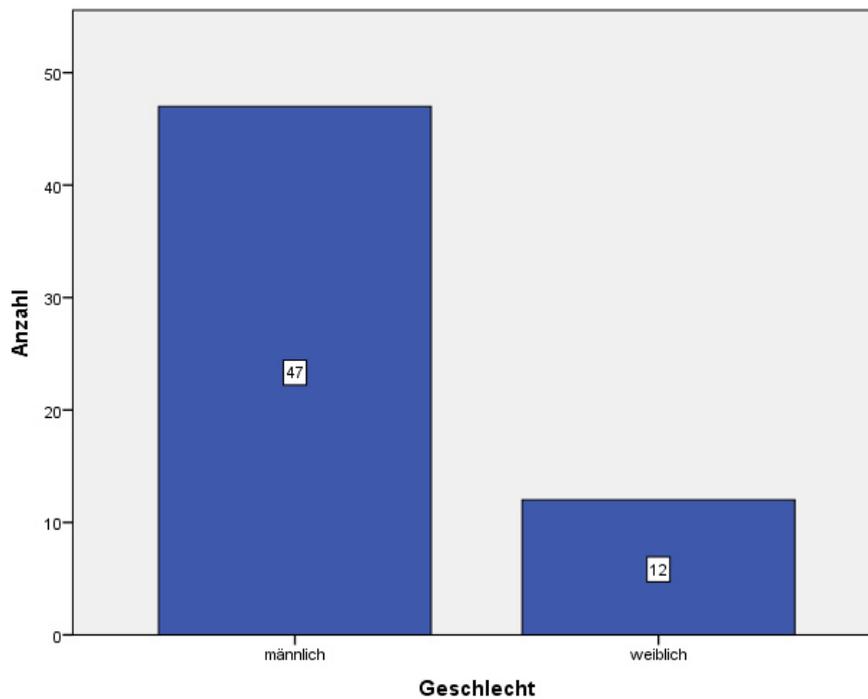


Abb. 32: Geschlechterverteilung (n=59)

#### 4.1.2 Alter zum Unfallzeitpunkt

Hinsichtlich des Alters zum Zeitpunkt des Unfalls ergab sich für das gesamte Patientenkollektiv (n=59) ein Durchschnittswert von 43,4 Jahren mit einer Standardabweichung von 15,42 Jahren. Das Minimum lag bei 17 und das Maximum bei 81 Jahren, für den Median ergab sich ein Alter von 41,0 Jahren. Des Weiteren wurden die Patienten einer Altersklasse zugeordnet (s. Abb. 33), wobei die Aufteilung des Alters zum Unfallzeitpunkt in acht Bereiche (<19; 20-29; 30-39; 40-49; 50-59; 60-69; 70-79; >80) erfolgte.

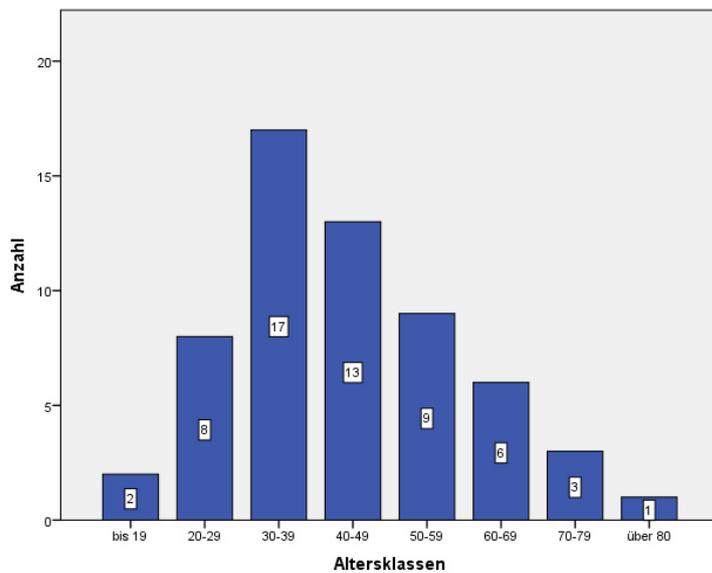


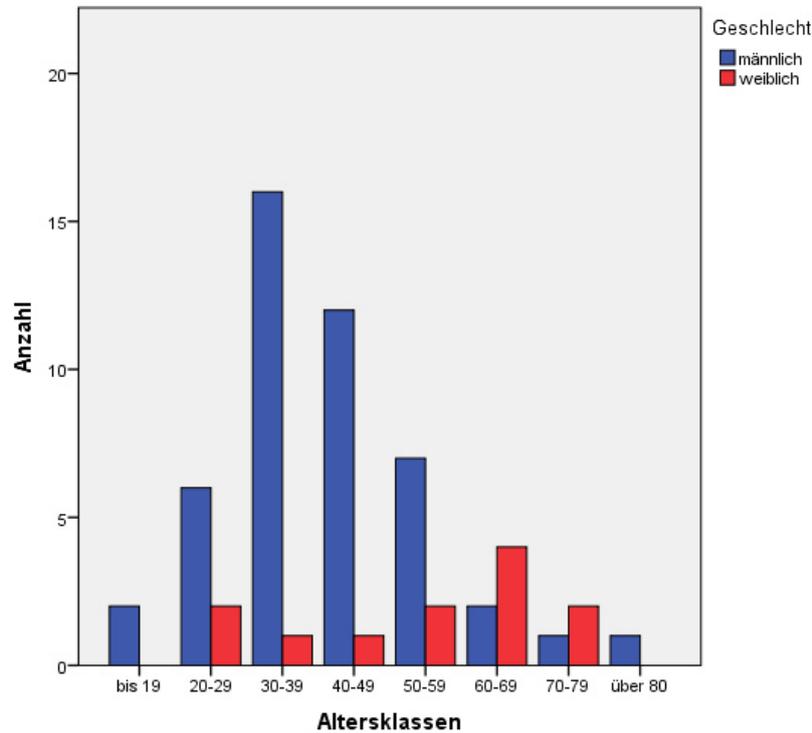
Abb. 33: Altersklassen des Patientenkollektivs zum Unfallzeitpunkt (n=59)

Altersklasse	Häufigkeit	Prozent
bis 19	2	3,4
20-29	8	13,6
30-39	17	28,8
40-49	13	22,0
50-59	9	15,3
60-69	6	10,2
70-79	3	5,1
über 80	1	1,7
Gesamtsumme	59	100,0

Tabelle 14: Altersklassen des Patientenkollektivs zum Unfallzeitpunkt (n=59)

Aus dem Balkendiagramm und der Tabelle 14 geht hervor, dass die Altersklasse der 30 bis 39 Jährigen mit 28,8% den größten Anteil ausmachte, gefolgt von der Gruppe der 40-49 Jährigen mit 22,0% an zweiter Stelle. Die Gruppe der 50-59 Jährigen mit 15,3% und die Gruppe der 20-29 Jährigen mit 13,6% standen dicht hintereinander an dritter und vierter Stelle. Den fünften und sechsten Rang belegten die Altersklassen der 60-69 Jährigen (10,2%) und der 70-79 Jährigen (5,1%). Das untere Extrem umfasste all jene unter 19 Jahren und stand mit 3,4% an vorletzter Stelle vor dem oberen Extrem, dass durch die über 80 Jährigen (1,7%) gebildet wurde. Insgesamt ließ sich daraus eine leicht nach links verschobene Normalverteilung des Alters zum Unfallzeitpunkt erkennen.

#### 4.1.3 Geschlechtsspezifische Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt



männlich	2	6	16	12	7	2	1	1
weiblich	0	2	1	1	2	4	2	0

Abb. 34: Geschlechtsspezifische Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt (n=59)

Bei der geschlechtsspezifischen Altersverteilung (s. Abb. 34) zeigte sich für das Gesamtkollektiv ein Altersgipfel für Männer im Bereich zwischen 30 und 39 Jahren, was zugleich den Altersgipfel des gesamten Patientenguts bestätigte. Dabei lag der Mittelwert für Männer bei 41,0 Jahren. Das weibliche Geschlecht hingegen zeigte seine größte Präsenz bei den 60 bis 69 Jährigen, wobei in der Grafik bei den 20-29 Jährigen ein Gipfel im Sinne einer zweigipfeligen Verteilungskurve angedeutet ist. Insgesamt lag das mittlere Alter für Frauen bei 53,0 Jahren.

## 4.2 Unfallbezogene Daten

### 4.2.1 Art des Unfalls

Bei der Klassifizierung des Unfalltyps (s. Abb. 35) konnte festgestellt werden, dass der Radsturz mit 40,7% der häufigste ursächliche Unfalltyp war, gefolgt von den Verkehrsunfällen mit 22,0% an zweiter Stelle. Eine wichtige Ursache stellte des Weiteren der Wintersport dar, welcher mit 15,3% an dritter Stelle stand. Mit 11,9% reihte sich der Sturz dahinter an vierter Stelle ein. Die restlichen 10,1% teilten sich auf die Säulen Fußball, Extremsport und Arbeitsunfall auf.

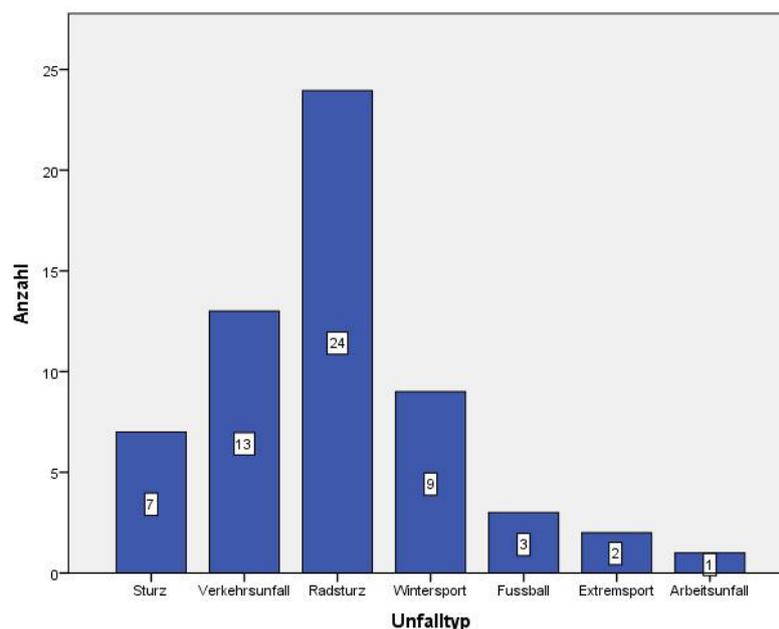


Abb. 35: Art des Unfalls (n=59)

### 4.2.2 Unfallspezifische Jahresverteilung der lateralen Klavikulafraktur

Bei Betrachtung der Verteilung lateraler Klavikulafrakturen über das ganze Jahr (s. Abb. 36) fiel eine erhöhte Frakturinzidenz in den späten Frühlings- sowie frühen Sommermonaten, insbesondere im Mai und Juni, auf. In Abhängigkeit von der Art des Unfalls ließ sich der Radsturz gefolgt vom Verkehrsunfall als Hauptursachen ausmachen. Insgesamt war jedoch ein ganzjähriges Vorkommen von Radstürzen, mit Ausnahme des Februars im vorliegenden Patientenkollektiv (n=57), und von Verkehrsunfällen festzustellen. Was den letzteren Punkt anbelangt bildeten die Wintermonate Dezember und Januar jedoch eine Ausnahme, da sich hier keine verkehrsbedingten Unfälle aufzeigten. Wintersportunfälle hatten ihre größte Inzidenz typischerweise zwischen Dezember und März mit einem Gipfel über den Jahreswechsel. Fußball-assoziierte Verletzungen (n=3) traten dem Balkendiagramm nach eher in den Herbstmonaten September und Oktober auf.

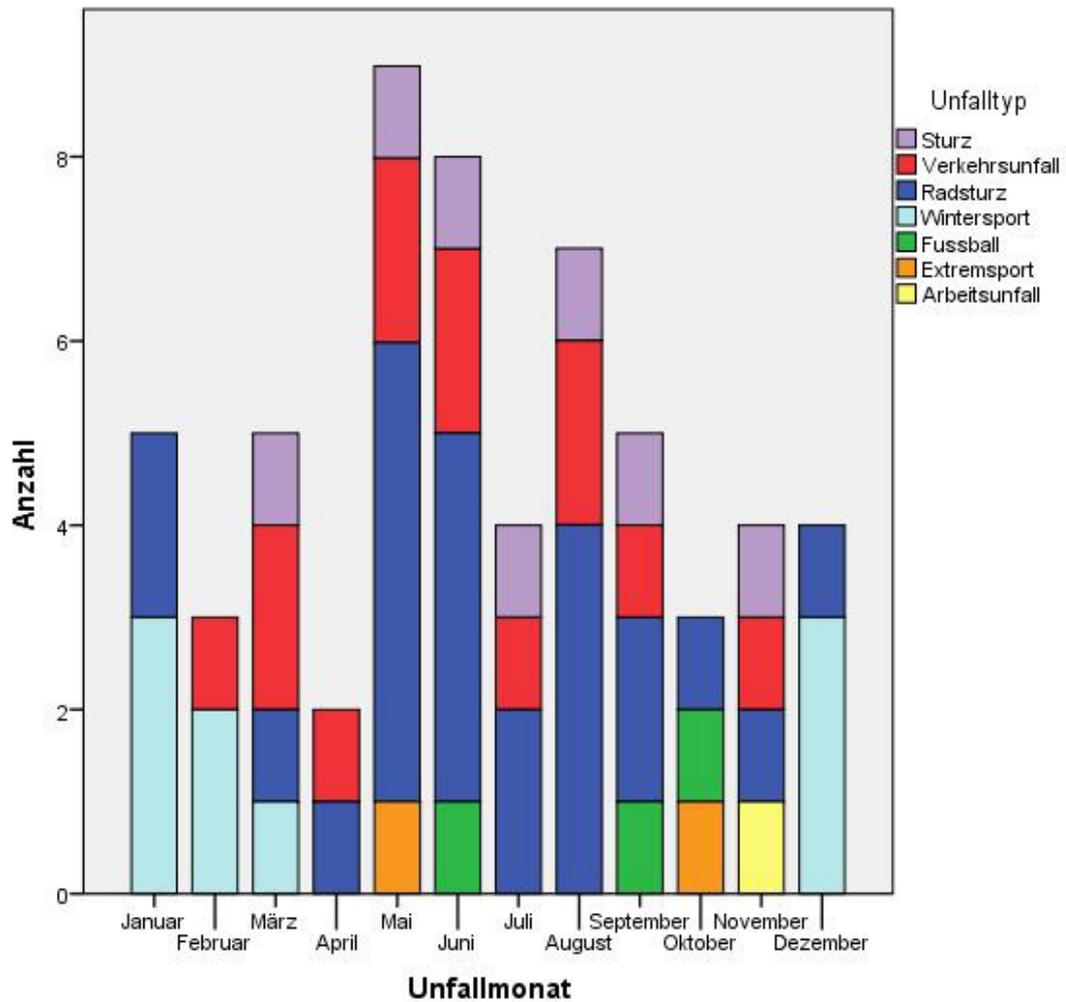


Abb. 36: Unfallspezifische Jahresverteilung der lateralen Klavikulafraktur (n=59)

#### 4.2.3 Unfallmechanismus

Bei der Erfassung des Unfallmechanismus konnten von insgesamt 59 Patienten lediglich 29 in die Auswertung einfließen. Der Grund für das Fehlen der restlichen 30 Daten war zu einem großen Teil eine mangelhafte Unfallrekonstruktion durch den Patienten bedingt durch Gedächtnislücken bezüglich des Unfallgeschehens, teils aufgrund von Begleitverletzungen mit Schädelhirntrauma. Dabei wurde in erste Linie der Frage nach der Form der Gewalteinwirkung (direkt/indirekt) nachgegangen. In allen 29 Fällen handelte es sich um ein direktes Trauma (s. Abb. 37).

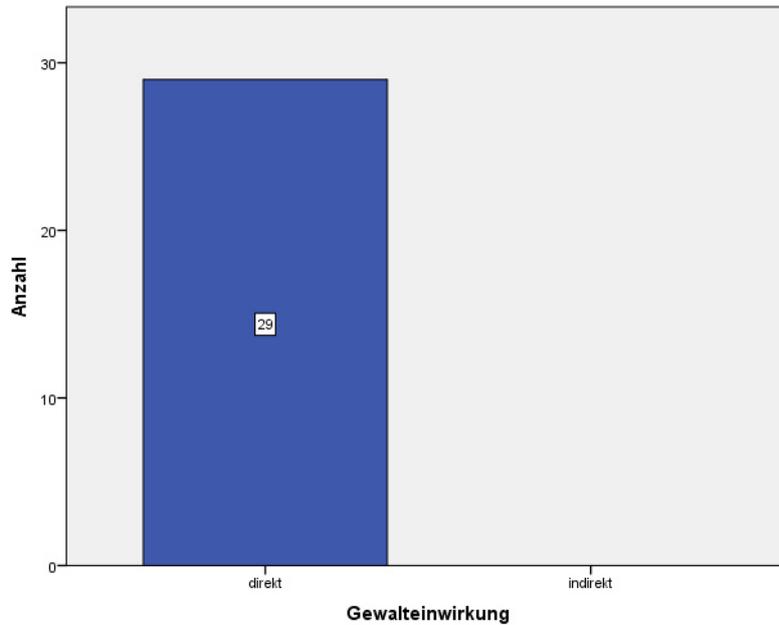


Abb. 37: Form der Gewalteinwirkung (n=29)

Im nächsten Schritt wurde der Kraftvektor genauer betrachtet. Wie in Abbildung 38 und Tabelle 15 dargestellt, ergaben sich vier wichtige Kraftvektoren. Den wichtigsten stellte dabei das direkt laterale Trauma mit 48,3% dar, gefolgt vom direkt ventrolateralen Trauma (13,8%) an zweiter Stelle. Dahinter reihten sich mit jeweils 10,3% das direkt kraniale und direkt dorsale Trauma ein. Das direkt ventrale Trauma stand mit 6,9% an vierter Stelle. Die restlichen Vektoren (kranio-lateral, ventrokränial, dorsolateral) setzten sich aus jeweils zwei Hauptvektoren zusammen und waren mit je 3,4% seltener vertreten.

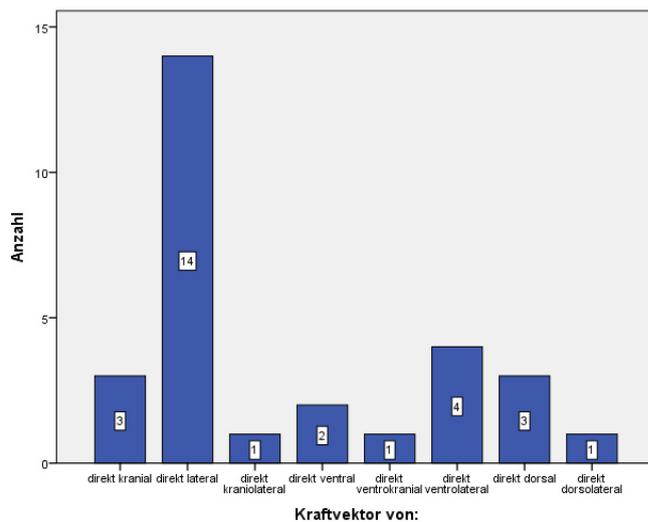


Abb. 38: Form des Kraftvektors (n=29)

	Kraftvektor	Prozent	Gültige Prozent
Gültig	direkt kranial	5,1	10,3
	direkt lateral	23,7	48,3
	direkt kranio-lateral	1,7	3,4
	direkt ventral	3,4	6,9
	direkt ventrokränial	1,7	3,4
	direkt ventrolateral	6,8	13,8
	direkt dorsal	5,1	10,3
	direkt dorsolateral	1,7	3,4
	Gesamtsumme	49,2	100,0
Fehlend	keine Angabe	50,8	
Gesamtsumme		58	

Tabelle 15: Häufigkeiten der Kraftvektoren (n=29)

### 4.3 Frakturbezogene Daten

#### 4.3.1 Frakturseite

Die Verteilung der Frakturseite ergab für das Gesamtkollektiv von 59 Patienten mit 36 Fällen auf der linken und 23 Fällen auf der rechten Seite eine linksdominante Verteilung mit einem Verhältnis (li : re) von ca. 3:2 (s. Abb. 39). Der Unterschied war jedoch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

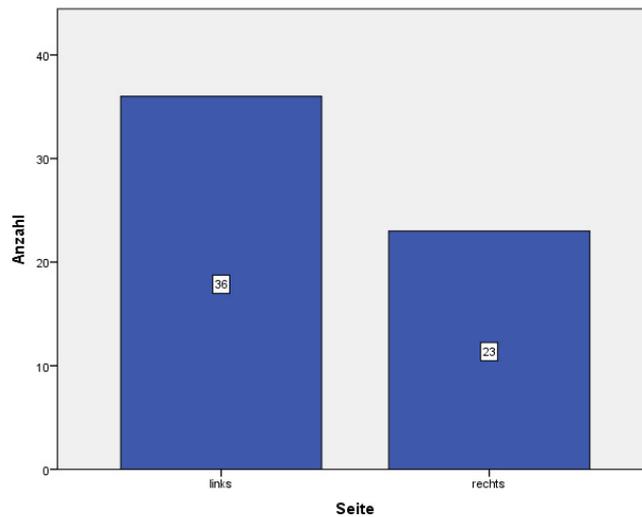


Abb. 39: Verteilung der Frakturseite (n = 59)

#### 4.3.2 Frakturklassifikation im operativen Kollektiv

Alle Frakturen der lateralen Klavikula (n=59) wurden nach der Jäger und Breitner Klassifikation eingeteilt. Wie in Abbildung 40 dargestellt, lag die Typ IIa Fraktur mit 52,5% am häufigsten vor, gefolgt von der Typ I und Typ III Fraktur mit jeweils 16,9%. An letzter Stelle stand die Typ IIb Fraktur mit 13,6%. Typ IV Frakturen lagen im vorliegenden Patientenkollektiv nicht vor.

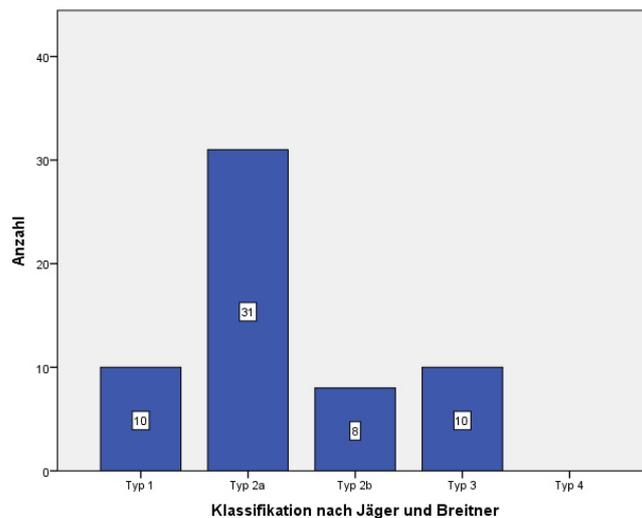


Abb. 40: Häufigkeit der Frakturtypen nach Jäger und Breitner (n = 59)

## 4.4 Grunderkrankungen und Begleitverletzungen

### 4.4.1 Allgemeine und spezielle Diagnosen

Informationen zu Grund- bzw. Vorerkrankungen wurden den Akten entnommen. Ausschlaggebend war dabei der zeitliche Zusammenhang, so dass Erkrankungen als relevant erachtet wurden, die bereits zum Zeitpunkt des Unfalls bestanden haben. Dabei wurde zwischen zwei Formen differenziert: Zwischen allgemeinen Vorerkrankungen und Vorerkrankungen, die sich in der Schulterregion befanden. Allgemeine Diagnosen waren im vorliegenden Patientenkollektiv insbesondere von internistischer Natur, wie beispielsweise eine arterielle Hypertonie oder Schilddrüsenfunktionsstörungen. Auch waren Diagnosen wie der C2-Abusus sowie Infektionskrankheiten (Virushepatitiden B/C) vertreten. Eine weitere wichtige Diagnose, besonders mit Blick auf die ossäre Heilung, war die Osteoporose. Auch wurde der Frage nach bekanntem Diabetes mellitus oder bekannter pAVK nachgegangen, also Diagnosen, welche die Wundheilung negativ hätten beeinflussen können. Vorerkrankungen der Schulter wurden nach den Kriterien "traumatisch" und "degenerativ" eingeteilt. In diesem Zusammenhang wurden die Seite und die genaue Diagnose sowie die angewandte Therapie erfasst.

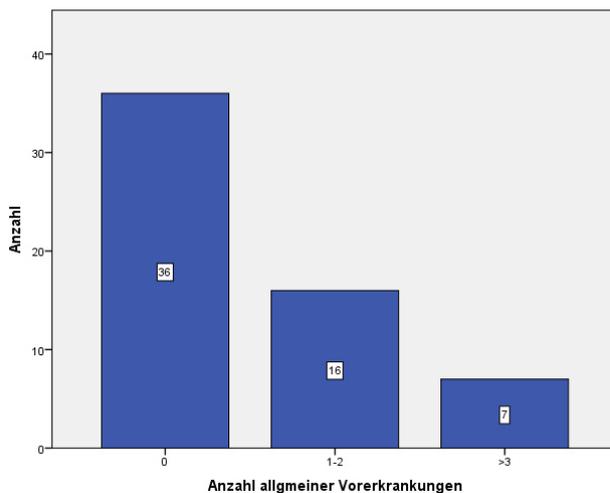


Abb. 41: Anzahl allgemeiner Vorerkrankungen

Diagnose	Anzahl
Art. Hypertonie	10
Malignom	3
Infektionskrankheiten	3
Schilddrüsenfunktionsstörung	3
Kardiovaskuläre Diagnosen	4
Diabetes Mellitus	0
Osteoporose	1
pAVK	0

Tabelle 16: Häufigkeit allgemeiner Diagnosen

Alle Patienten wurden bezüglich ihrer allgemeinen Vorerkrankungen in drei Kategorien eingeteilt (0, 1-2 und >3 Diagnosen). Aus Abbildung 41 ist ersichtlich, dass 36 Patienten (61,0%) keine Diagnosen vorwiesen, 16 hatten 1-2 Diagnosen (27,1%) und 7 Patienten hatten 3 oder mehr Vorerkrankungen (11,9%). Tabelle 16 zeigt eine Übersicht der allgemeinen Diagnosen. Die häufigste Diagnose war die arterielle Hypertonie (n=10) gefolgt von weiteren kardiovaskulären Diagnosen, wie bspw. Herzrhythmusstörungen, KHK oder Z.n. Apoplex (n=4). Wundheilungsbeeinflussende Diagnosen wie der Diabetes mellitus oder die pAVK waren im vorliegenden Patientengut nicht vorhanden. In einem Fall lag eine Osteoporose vor.

Ein weiterer mit den allgemeinen Diagnosen einhergehender Punkt war die Medikation. Im Rahmen operativer Therapien ist insbesondere die blutverdünnende Medikation, im Sinne einer Thrombozytenaggregationshemmung oder einer oralen Antikoagulation, wie sie in der Therapie der koronaren Herzkrankheit oder von Herzrhythmusstörungen vorkommt, von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang gab es jeweils zwei Fälle mit ASS- und Marcumar-Einnahme. Unter dem gleichen Gesichtspunkt wurde ein Fall relevant, der die Diagnose eines von Willebrand-Jürgens-Syndroms vorwies.

Bezüglich der speziellen Schultervorerkrankungen auf der frakturierten Seite fanden sich im vorliegenden Kollektiv drei Fälle. Von diesen drei Fällen hatten zwei eine traumatische Genese; genauer handelte es sich um Zustände nach Schafffrakturen der Klavikula, die in der Folge mit plattenosteosynthetischen Verfahren therapiert worden waren. In beiden Fällen war die rechte Seite betroffen. Beim dritten Fall handelte es sich um einen degenerativen Prozess der ebenfalls rechten Schulter, wodurch es zu einem Impingement Syndrom gekommen war.

#### 4.4.2 Begleitverletzungen

Nach der Anzahl und dem Grad der Begleitverletzungen wurde das Patientengut in drei Gruppen (keine, leichte, schwere Begleitverletzungen) aufgeteilt. 55,9% und somit die meisten Patienten wiesen keine Begleitverletzungen auf, 13,6% hatten lediglich leichte und 30,5% schwere Begleitverletzungen (s. Abb. 42, Tabelle 17). Leichte Begleitverletzungen waren Hautschürfungen, Hämatome und Platzwunden (n=8). Schwere Verletzungen waren hingegen Thoraxtraumata (Pneumothorax, Hämatothorax, Rippenserienfraktur, Lungenkontusion), Wirbelsäulentraumata, Beckentraumata (z.B. Beckenringfraktur) sowie die Beteiligung intraabdomineller Organe, insbesondere bei resultierender innerer Blutung (z.B. Milzruptur). Zusätzliche Knochenverletzungen waren hierbei am häufigsten zu finden.

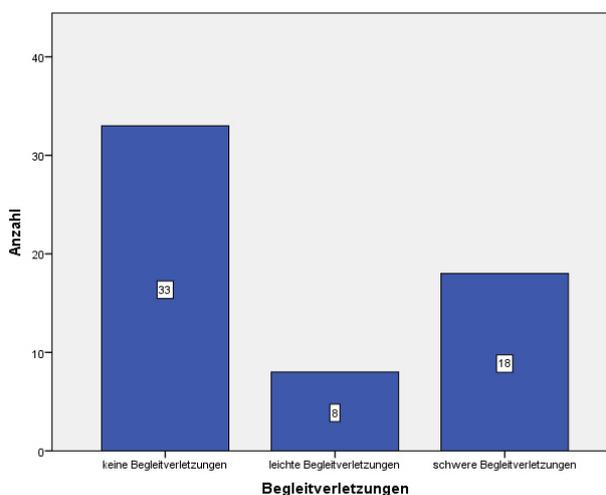


Abb. 42: Anzahl der Patienten mit Begleitverletzungen (n=59)

Begleitverletzung	Häufigkeit
Hautschürfung/Hämatom/Platzwunde	9
Thoraxtrauma	12
SHT	6
Fraktur der oberen Extremität	8
Wirbelsäulentrauma	3
Beckentrauma	3
Fraktur der unteren Extremität	2
Beteiligung intraabdomineller Organe	4

Tabelle 17: Art/Häufigkeit der Begleitverletzungen

## 4.5 Zeitliches Versorgungsmanagement

### 4.5.1 Zeitintervall zwischen Unfall und operativer Versorgung

Das zeitliche Intervall zwischen dem Unfallzeitpunkt und dem Zeitpunkt der operativen Versorgung konnte bei 55 von 59 Patienten erhoben werden. Bei den restlichen 4 Patienten ging weder aus den Akten noch aus der Anamnese ein taggenaues Unfalldatum hervor, sodass das genaue Zeitintervall für diese Patienten nicht berechnet werden konnte. Der Median für die Dauer bis zur Operation lag bei 4 Tagen, der Mittelwert bei 5,4 Tagen mit einer Standardabweichung von 5,0 Tagen. Das Minimum lag bei 1 Tag und das Maximum bei 24 Tagen.

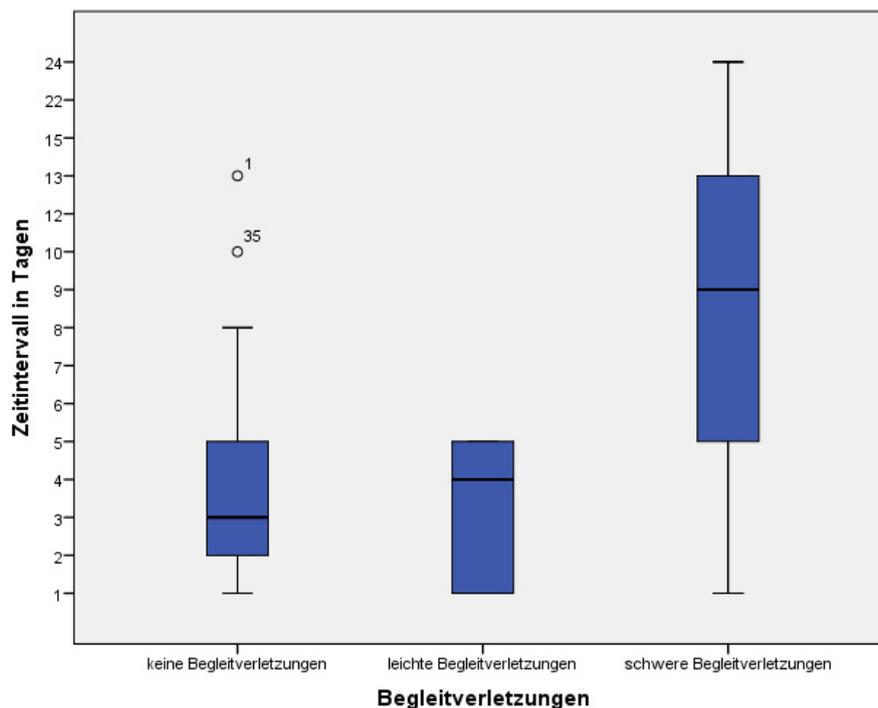


Abb. 43: Zeitintervall zwischen Unfall und Operation in Abhängigkeit vom Grad der Begleitverletzung

Aus Abb. 43 lässt sich erkennen, dass eine Operation in den meisten Fällen innerhalb der ersten 5 Tage nach dem Unfall stattfand. Bei Betrachtung der Begleitverletzungen, insbesondere ihrer Schwere, lässt sich feststellen, dass die Patienten, die innerhalb von 5 Tagen operiert wurden, keine oder nur leichte Begleitverletzungen im Sinne von Hautschürfungen und Platzwunden hatten. Des Weiteren ist zu beobachten, dass jene Patienten, deren Zeitintervall bis zur operativen Versorgung größer als 5 Tage war, eher schwere Begleitverletzungen vorwiesen (Spearman = 0,424;  $p < 0,05$ ). Als schwere Begleitverletzungen wurden beispielsweise ein Hämatothorax, eine Milzruptur, oder Beckenringfrakturen erachtet. In einem Fall, der hinsichtlich der Begleitverletzungen als unkompliziert angesehen werden konnte, wurde zunächst eine konservative Therapie mit einem Rucksackverband begonnen, die aber nach fortschreitender Frakturdislokation beendet wurde. Hier fand die Operation nach 13 Tagen statt, womit es sich in diesem Fall um einen Ergebnisausreißer handelte.

#### 4.5.2 Dauer des stationären Aufenthalts

Die Dauer des stationären Aufenthalts betrug im Durchschnitt 8,2 Tage mit einer Standardabweichung von 8,4 Tagen. Das Minimum lag bei 1 Tag und das Maximum bei 49 Tagen. Der Median lag bei 5 Tagen.

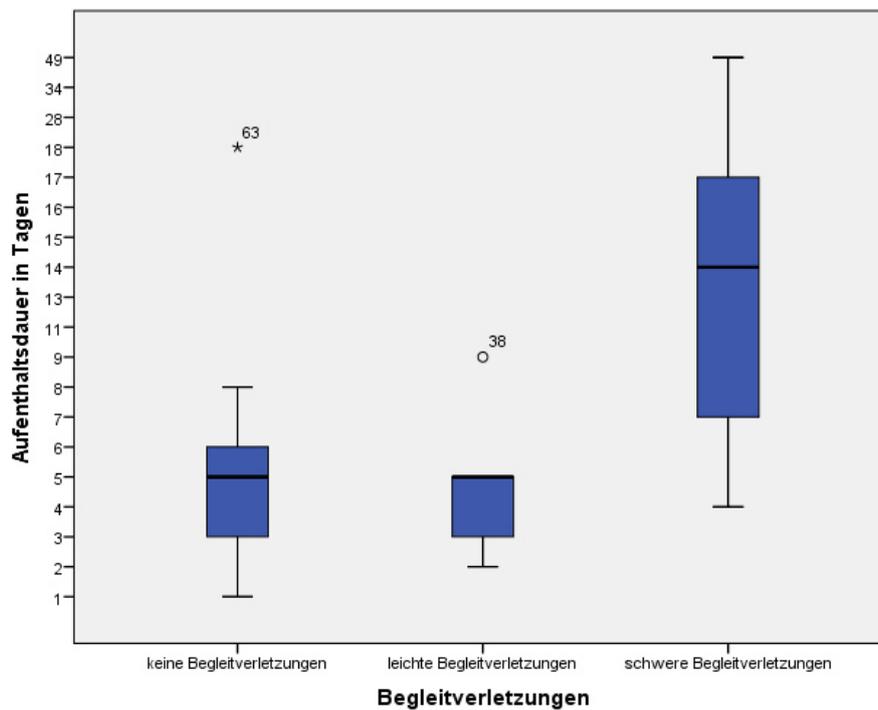


Abb. 44: Dauer des stationären Aufenthaltes in Abhängigkeit vom Grad der Begleitverletzung

In Abbildung 44 ist die Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Grad der Begleitverletzung dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass die mediane Aufenthaltsdauer für jene Patienten mit keinen oder nur leichten Begleitverletzungen bei 5 Tagen lag während sie bei Patienten mit schwerer Begleitverletzung bei 14 Tagen lag. Hier war also eine Korrelation zwischen Aufenthaltsdauer und Grad der Begleitverletzungen (Spearman = 0,52;  $p < 0,05$ ) festzustellen. Die meisten Patienten ( $n=39$ ) befanden sich nicht länger als 6 Tage in stationärer Behandlung

## 4.6 Therapiebezogene Daten

### 4.6.1 Angewandte Operationstechniken

Die Rahmenbedingungen für die operative Frakturversorgung war für alle Operationstechniken gleich. Dabei erfolgte die Operation in Allgemeinanästhesie am in der Beach-Chair-Position und in Rückenlage gelagerten Patienten. Eine Hautinzision und das Spalten der M. deltoideus Fasern waren die Voraussetzung für die Frakturdarstellung. Für die Reposition der Knochenfragmente wurden Weber- oder Lambottzangen verwendet und sie wurden teils durch temporäre Kirschner-Draht-Athrodesen in Stellung gehalten. Nach erfolgreicher Frakturversorgung wurden eine Redondrainage regelhaft eingeführt, die Weichteile adaptiert und eine Hautnaht angelegt.

#### 4.6.1.1 Plattenosteosynthese

##### Rekonstruktionsplatte

Rekonstruktionsplatten (s. Abb. 45 u. 46) sind Osteosyntheseplatten, die es dem Operateur durch ihre besonderen Biegeeigenschaften erlauben die Platte individuell auf den zu versorgenden Knochen zurechtzubiegen und damit eine anatomisch korrekte Kontur zu erreichen. Bei der Bearbeitung werden Werkzeuge wie Schränkeisen, Biegepressen, Flach- sowie Spitzzangen verwendet. [54] Von den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten (n=59) wurden insgesamt sechs mit einer Rekonstruktionsplatte versorgt. Dabei lag die Lochzahl zwischen 7 und 10 Löchern. Zeitlich wurden diese Platten tendenziell zu Beginn des Beobachtungszeitraums eingesetzt und im Verlauf zunehmend durch die winkelstabile Klavikulaplatte ersetzt. Die letzte Platte fand ihren Einsatz am 11.07.2008.



Abb. 45: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ



Abb. 46: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Rekonstruktionsplatte

### T-Platte

Im beobachteten Patientengut (n=59) kam die T-Platte (s. Abb. 47 u. 48) im Zeitraum zwischen 2001 und 2004 in insgesamt vier Fällen (1 x 5-Loch, 1 x 6-Loch, 2 x 7-Loch) zum Einsatz. Die T-Platte ist eine abgewinkelte Osteosyntheseplatte, die normalerweise zur Versorgung dislozierter proximaler Humerusfrakturen oder bei distalen Radiusfrakturen verwendet wird [55].



**Abb. 47: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ**



**Abb. 48: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer T-Platte**

### Kleeblattplatte

Die Kleeblattplatte (s. Abb. 49 u. 50) ist eine der T-Platte ähnliche Osteosyntheseplatte, die üblicherweise bei Humerusfrakturen, genauer bei Humeruskopffrakturen ihren Einsatz findet [56]. Bei den zu untersuchenden Patienten dieser Arbeit (n=59) fand die Kleeblattplatte in einem Fall ihren Einsatz. Dabei wurde eine 5-Loch Variante gewählt, wobei die Platte im Rahmen der Operation durch den Operateur bearbeitet wurde. Im Detail wurde die Platte durch Abknipsen eines Lochs und durch Verbiegen in eine bessere Passform gebracht.



**Abb. 49: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ**



**Abb. 50: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Kleeblattplatte**

### LCP winkelstabile Klavikulaplatte

Die LCP (locking compression plate) winkelstabile Klavikulaplatte (s. Abb. 51 u. 52) wurde in 25 Fällen verwendet und stellt somit das Osteosynthesematerial dar, das beim vorliegenden Patientengut (n=59) am häufigsten zur Therapie der lateralen Klavikulafraktur eingesetzt wurde. Dabei wurden präformierte Platten der Firma Acumed<sup>®</sup> verwendet, die den Einsatz winkelstabiler Schrauben ermöglichen.



Abb. 51: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ



Abb. 52: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer LCP winkelstabilen Klavikulaplatte

### Hakenplatte

Die Hakenplatte (s. Abb. 53 u. 54) oder auch Balsler-Platte wurde ursprünglich für die Versorgung von Akromioklavikulargelenkssprengungen entwickelt, wird aber auch in der Therapie von lateralen Klavikulafrakturen eingesetzt. Dabei überbrückt sie den Frakturspalt in der distalen Klavikula und hakt sich in den Subacromialraum ein, womit sie im Gegensatz zu den übrigen Platten unter Gelenkbeteiligung eingesetzt wird. Insgesamt kam die Hakenplatte im vorliegenden Patientengut (n=59) in sechs Fällen zum Einsatz. Zeitlich gesehen, wurde sie gegen Ende des Beobachtungszeitraums (ab dem 13.11.2009) zunehmend eingesetzt obwohl sie nach drei Monaten bereits wieder entfernt werden muss.



Abb. 53: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

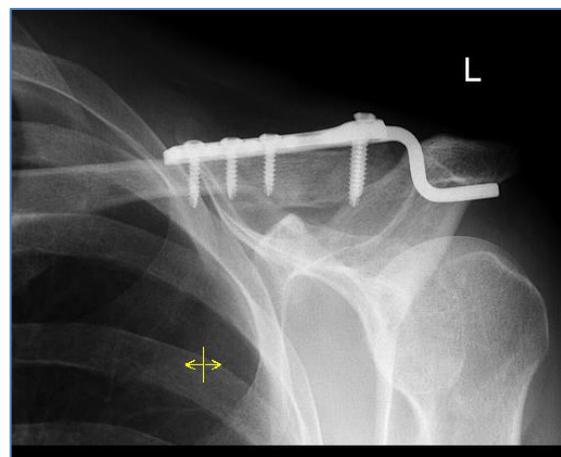


Abb. 54: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Hakenplatte

#### 4.6.1.2 Fadenosteosynthese

Für die Frakturretention im Rahmen der Fadenosteosynthese (s. Abb. 55 u. 56) werden kräftige, mehrfach geflochtene PDS-Kordeln mit transossären Durchzugshilfen verwendet. Die aus Polydioxanon-Filamenten bestehende PDS-Kordel wird dabei durch achtertouriges Einbringen durch die Klavikula mit gleichzeitiger Umschlingung des Proc. coracoideus angebracht (siehe 2.4.2.1 Klassische Verfahren). Hierfür ist das Anlegen eines Bohrlochs im medialen Fraktursegment der Klavikula nötig. Erweiterend kann die Kordel zusätzlich zwischen Akromion und Klavikulaende im Sinne einer doppelt geführten Achtercerclage fixiert werden. Zusätzlich kann eine provisorische Kirschnerdraht-Ahtrödeuse erforderlich werden, die im Intervall aufgehoben wird. Die Fadenosteosynthese kam in der vorliegenden Arbeit in 9 Fällen zum Einsatz.



Abb. 55: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ



Abb. 56: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Fadenosteosynthese

#### 4.6.1.3 Zuggurtungsosteosynthese

Die Zuggurtungsosteosynthese ist eine Methodik, welche durch die Kombination aus Kirschner-Drähten und Cerclagen erfolgt. Dieses Verfahren fand in fünf der untersuchten Fälle seinen Einsatz. Dabei fungieren die Drähte als intramedulläre Kraftträger, während die Cerclage fragmentüberbrückend zur Kraftumlenkung (Zugkraft → Kompressionskraft) beiträgt. Im Detail, wurden zwei unterschiedliche Varianten angewandt. Kombiniert mit dem Fiberwire Faden, einem Faden bestehend aus einem Polyethylen-Kern ummantelt von einer Polyester-Hülle, wurden drei Fälle mit einer extraartikulären Zuggurtungsosteosynthese versorgt. Dabei wurden zwei Kirschner-Drähte durch das distale und proximale Knochenfragment unter Schonung des AC-Gelenks geführt und von einem Fiberwire Faden als Cerclage dienend achtertourig umfahren (s. Abb. 57 u. 58). Durch Verzwirbelung der Cerclage wurden die Knochenfragmente anschließend zur Kompression gebracht. In zwei Fällen wurde eine transartikuläre Zuggurtungsosteosynthese (s. Abb. 59 u. 60) durchgeführt, bei welcher zwei Kirschner-Drähte transacromial durch die Knochenfragmente der Klavikulafraktur hindurch eingeführt und von einer Drahtcerclage überbrückt wurden.



Abb. 57: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ



Abb. 58: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. extraartikulärer Zuggurtungsosteosynthese



Abb. 59: Laterale Klavikulafraktur re präoperativ

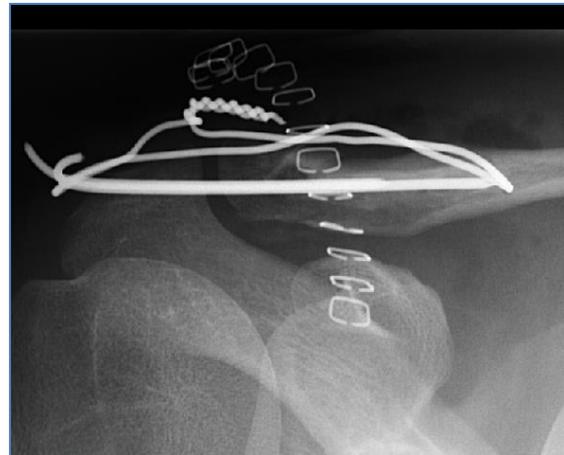


Abb. 60: Laterale Klavikulafraktur re postoperativ bei Z.n. transartikulärer Zuggurtungsosteosynthese

#### 4.6.2 Operationsdauer und Implantatkosten

Die Dauer einer Operation ist nicht nur hinsichtlich des OP-Managements sondern vor allem aus Kostengründen relevant. Dabei hängt die Operationsdauer von vielen Faktoren ab. Ein wichtiger Faktor ist die Erfahrung des Operateurs. Für die folgende Analyse ist es daher zu beachten, dass es sich beim Klinikum der Universität München Campus Großhadern um eine Ausbildungsklinik handelt.

Die Operationsdauer lag für das Gesamtkollektiv (n=59) durchschnittlich bei 1:13:15h mit einer Standardabweichung von 0:20:21h. Bei Betrachtung der hier angewendeten Operationsverfahren, der Plattenosteosynthese, der Fadenosteosynthese und der Zuggurtungsosteosynthese, ergaben sich dezent unterschiedliche Werte. Eine Übersicht hierzu bietet Tabelle 18, wonach sich für die plattenosteosynthetischen Verfahren insgesamt ein Mittelwert von 1:12:32h mit einer Standardabweichung von 0:19:51h ergab. Betrachtet man die

Operationsdauer getrennt nach den einzelnen Platten, ist zu erkennen, dass der Einsatz der Hakenplatte mit einem Mittelwert von 1:05:50h die kürzeste Operationsdauer aufwies. Dahinter standen die LCP winkelstabile Klavikulaplatte mit 1:09:28h und die T-Platte mit 1:10:00h. Der Einsatz der Rekonstruktionsplatte dauerte im Vergleich hierzu mit 1:30:20h etwas länger. Mit 1:40:00h war die Implantation der Kleeblattplatte mit der längsten Operationsdauer verbunden, wobei das Anpassen der Platte durch den Operateur in diesem Fall besonders ausgeprägt war. Die fadenosteosynthetische Therapie mittels PDS-Kordel dauerte im Mittel 1:13:06h und war somit im Vergleich zur Plattenosteosynthese im Allgemeinen mit einer längeren Operationsdauer verbunden. Die Zuggurtungsosteosynthesen (1:23:20h) reihten sich an dritter und letzter Stelle ein. Dabei wies die Variante mit extraartikulärer Zuggurtung (1:11:40h) die durchschnittlich kürzeste Operationsdauer auf, gefolgt von der transartikulären Zuggurtung (1:32:30).

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>45</b>	<b>0:30:00</b>	<b>1:55:00</b>	<b>1:12:32</b>	<b>0:19:51</b>
• Rekonstruktionsplatte	9	1:05:00	1:50:00	1:23:33	0:14:26
• T-Platte	4	1:00:00	1:20:00	1:10:00	0:08:09
• Kleeblattplatte	1	1:40:00	1:40:00	1:40:00	-
• LCP	25	0:30:00	1:55:00	1:09:28	0:22:23
• Hakenplatte	6	0:50:00	1:30:00	1:05:50	0:14:38
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>9</b>	<b>0:38:00</b>	<b>1:40:00</b>	<b>1:13:06</b>	<b>0:22:02</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>5</b>	<b>0:50:00</b>	<b>1:45:00</b>	<b>1:20:00</b>	<b>0:25:14</b>
• extraartikulär	3	0:50:00	1:45:00	1:11:40	0:29:17
• transartikulär	2	1:20:00	1:45:00	1:32:30	0:17:40

Tabelle 18: Übersicht über die Operationsdauer in Abhängigkeit vom Operationsverfahren /-material (in h:mm:ss)

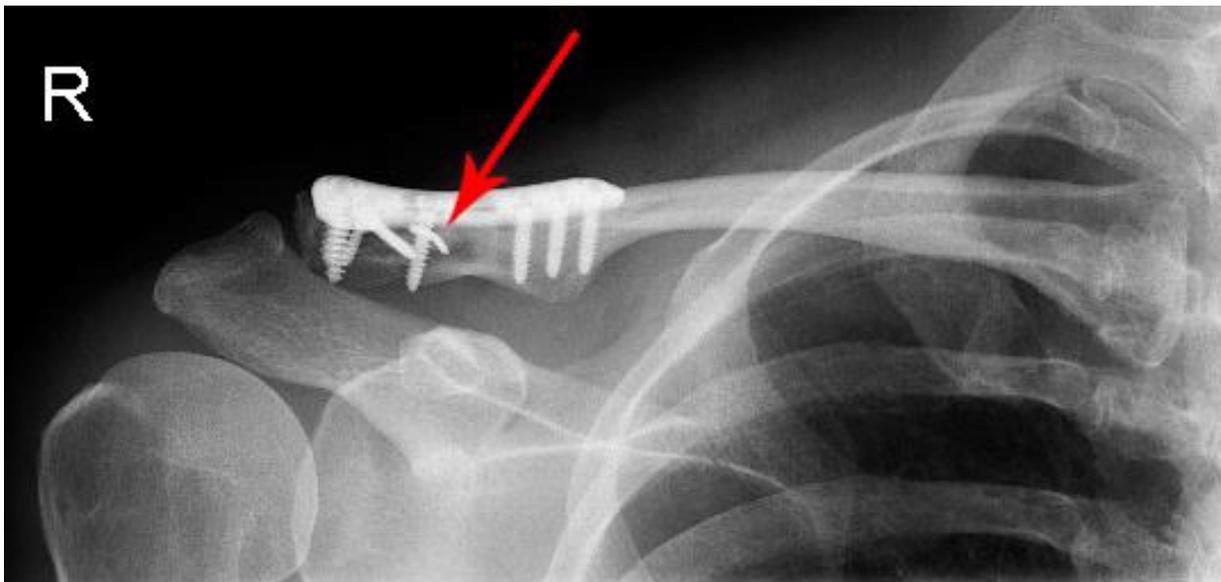
In Tabelle 19 sind die mittleren Operationszeiten der angewendeten Operationstechniken und die jeweiligen Kosten dargestellt. Bei den Kosten wurden ausschließlich die Implantatkosten herangezogen und jene für das Operationssetup unter der Annahme, dass diese unter den verschiedenen Operationstechniken nahezu konstant sind, ausgeblendet. Bei den Implantatkosten handelt es sich um die orientierenden Listenpreise. Es zeigt sich, dass die Kosten der Zuggurtungsosteosynthese mit ca. 6,00€ am günstigsten sind. Dahinter reißen sich mit deutlichen Abständen die Rekonstruktionsplatte (40,00€), die T-Platte (80,00€) und die Kleeblattplatte (100,00€) ein. Am teuersten ist die Hakenplatte mit (280,00€) gefolgt von der winkelstabilen Klavikulaplatte und der PDS-Kordel (Fadenosteosynthese) mit jeweils 250€.

	n	Mittlere OP-Dauer	Orientierende Implantatkosten
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>45</b>	<b>1:12:32</b>	<b>-</b>
• Rekonstruktionsplatte	9	1:23:33	40,00€
• T-Platte	4	1:10:00	80,00€
• Kleeblattplatte	1	1:40:00	100,00€
• LCP	25	1:09:28	250,00€
• Hakenplatte	6	1:05:50	280,00€
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>9</b>	<b>1:13:06</b>	<b>250,00€</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>5</b>	<b>1:20:00</b>	<b>2,00€/K-Draht; 2,00€/Cerclage</b>
• extraartikulär	3	1:11:40	6,00€
• transartikulär	2	1:32:30	6,00€

Tabelle 19: Übersicht über die mittlere Operationsdauer (in h:mm:ss) in Abhängigkeit vom Operationsverfahren /-material mit Gegenüberstellung der orientierenden Implantatkosten

### 4.6.3 Komplikationen

Im Rahmen der Komplikationsanalyse galt es zwischen peri- und postoperativen Komplikationen zu unterscheiden. Perioperative Komplikationen traten in einem Fall, bei der Versorgung mittels einer winkelstabilen Platte, auf, bei der es im Rahmen einer zusätzlichen K-Draht-Spickung eines Frakturfragments zum Bruch des Drahtes auf Knochenniveau kam, welcher sich nicht mehr entfernen ließ (s. Abb. 61).



**Abb. 61:** Perioperative Komplikation durch Drahtbruch auf Knochenniveau bei Spickung eines Knochenfragments

Postoperative Komplikationen waren hingegen bei drei Patienten zu beobachten. In einem Fall kam es postoperativ nach der Versorgung mit einer Rekonstruktionsplatte zu einem Wundhämatom, welches eine Revision zur Hämatomausräumung und Lavage nötig machte. In einem zweiten Fall kam es bedingt durch einen Plattenbruch einer Rekonstruktionsplatte zur Pseudoarthrose des Knochens, was einen zweiten Eingriff mit erneuter Implantation einer Rekonstruktionsplatte nach sich zog. Bei einem weiteren Fall wurde ein Patient mit einer Rekonstruktionsplatte versorgt und entwickelte anschließend eine Wundheilungsstörung, die durch ein Debridement und einer Jet-Lavage sowie einer Sulmycin-Einlage in einem zweiten Eingriff therapiert wurde. Beim selben Patienten kam es im weiteren Verlauf jedoch insgesamt noch zwei Mal zu einem Plattenbruch. Beide Male erfolgte die Versorgung jeweils mittels erneuter Rekonstruktionsplattenimplantation. Bei einem letzten Fall war eine Schraubenlockerung nach Versorgung mit einer T-Platte zu verzeichnen, welche wiederum eine Materialentfernung nach sich zog. Insgesamt ergab sich für die winkelstabile Platte eine Komplikationsrate von 4,0% (1/25). Bei Betrachtung der Primäroperationen wurde neun Mal die Rekonstruktionsplatte zur Versorgung gewählt. Unter Einbeziehung der Komplikationen und der Revisionen mit erneutem Rekonstruktionsplatteneinsatz ergab sich bei vier Komplikationen aus zwölf Fällen eine Komplikationsrate von 33,3%. Dabei handelte es sich bei drei von vier Fällen um ein Materialversagen, womit die Rate eines Plattenbruchs insgesamt bei 25,0% lag.

#### 4.6.4 Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgte nach hauseigenem Schema. Ein Vorteil der operativen Frakturversorgung ist das Herbeiführen einer übungsstabilen Situation. Dadurch war es den Patienten möglich Flexionen und Abduktionen bis maximal 60° durchzuführen. Die Dauer dieser Bewegungslimitierung wiederum wurde regelhaft auf 6 Wochen begrenzt. Nur in zwei Fällen (winkelstabile Klavikulaplatte) wurde die Dauer der Limitierung auf 9 Wochen angesetzt. In fünf Fällen (2 x T-Platte, 1 x Kleeblattplatte, 1 x winkelstabile Klavikulaplatte, 1 x PDS) wurde die Limitierung auf 4 Wochen begrenzt. Postoperativ erfolgte gemäß dem Hausschema eine physiotherapeutische Betreuung mit aktiver Finger-, Hand- und Ellenbogenbewegung sowie die schrittweise Steigerung der aktiven Bewegung im Schultergelenk bis zum Limitierungsgrad. In 24 von 59 Fällen erfolgte eine postoperative Ruhigstellung des operierten Schultergelenks. Dabei erhielten zwölf Patienten einen Gilchrist-Verband und zwölf Patienten eine Armschlinge. Die Dauer der Ruhigstellung ist in Abbildung 62 zu erkennen. Die Dauer der Versorgung mit einem Gilchrist-Verband variierte zwischen 1-28 Tagen, während die Armschlinge mit 7-42 Tagen mit einer längeren Dauer einherging. Der Median für beide Ruhigstellungsmethoden lag bei 14 Tagen. Eine Besonderheit in der Nachbehandlung ergibt sich bei der Hakenplatte, wo die Abduktion, Ante- und Retroversion auf 90° bis zur Metallentfernung nach ca. 3 Monaten limitiert ist.

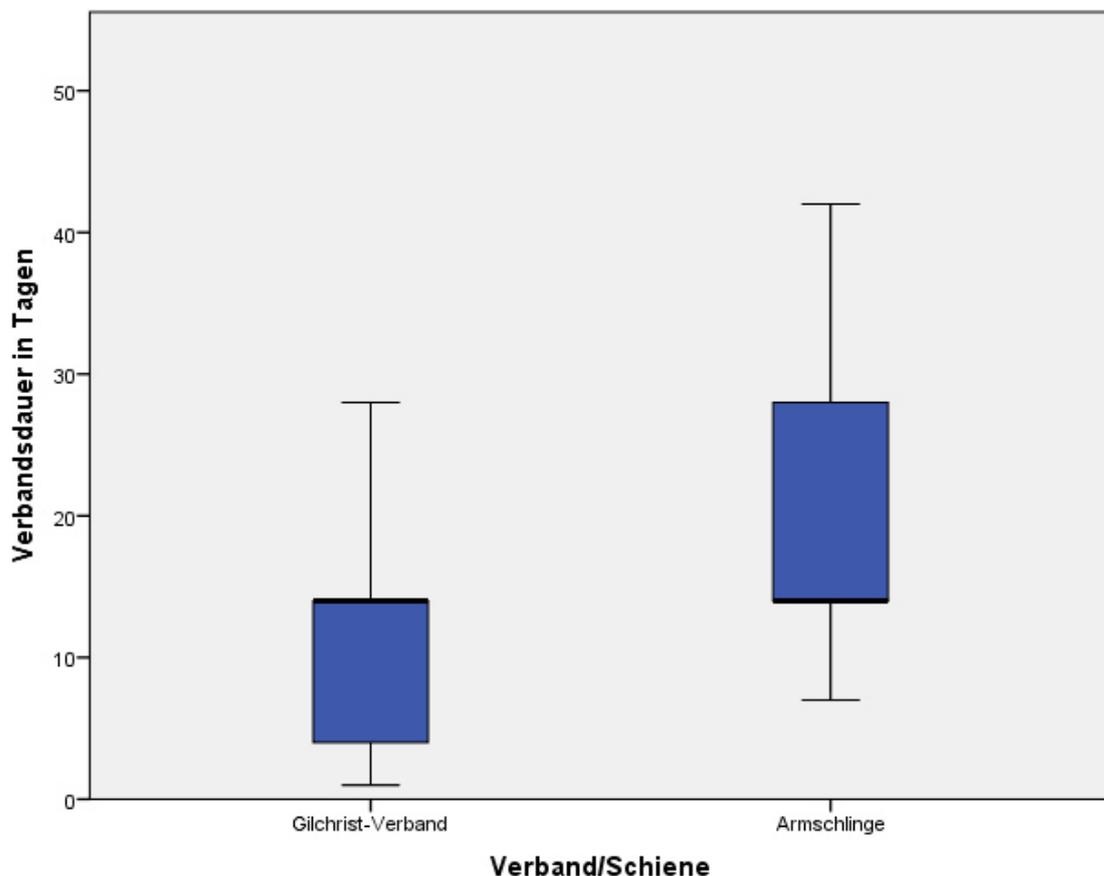


Abb. 62: Ruhigstellung in Tagen in Abhängigkeit von der Verbandsform

#### 4.6.5 Materialentfernung

Bei der retrospektiven Analyse wurden bei insgesamt 59 Patienten 28 Materialentfernungen verzeichnet. Das zeitliche Intervall zwischen Primäroperation und Materialentfernung war dabei abhängig von Operationsverfahren und eingesetztem Osteosynthesematerial. Als besondere Indikationen ergaben sich einerseits eine Schraubenlockerung, wie sie in 4.6.3 Komplikationen beschrieben wurde, andererseits eine kosmetische Indikation bei Plattenprominenz. Die transartikuläre Zuggurtungsosteosynthese und die Hakenplatte wiesen mit 2,5 bzw. 3 Monaten im Durchschnitt das kürzeste Zeitintervall auf. Dahinter reihten sich die Kleeblattplatte (4 Monate), die T-Platte (12 Monate), die LCP winkelstabile Klavikulaplatte (12,2 Monate) und die Rekonstruktionsplatte (18,8 Monate) ein. Das längste mittlere Zeitintervall fand sich bei der extraartikulären Zuggurtungsosteosynthese (25 Monate) (s. Tabelle 20).

	n	ME	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>11,29</b>	<b>8,730</b>
• Rekonstruktionsplatte	9	5	11	29	18,80	6,611
• T-Platte	4	3	3	19	12,00	8,815
• Kleeblattplatte	1	1	4	4	4,00	-
• LCP	25	10	2	27	12,20	9,151
• Hakenplatte	6	5	2	4	3,00	0,707
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	-	-	-	-
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>46</b>	<b>13,75</b>	<b>21,515</b>
• extraartikulär	3	2	4	46	25,00	29,698
• transartikulär	2	2	2	3	2,50	0,707

Tabelle 20: Übersicht über die Zahl der Materialentfernungen und dem mittleren zeitl. Abstand zwischen ME und OP in Monaten in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik

## 4.7 Funktionelles Outcome

In der vorliegenden Arbeit konnte das funktionelle Outcome für 47 Patienten erhoben werden. In Abhängigkeit der verschiedenen Therapieverfahren ergab sich die in Tabelle 21 aufgeführte Verteilung.

	n	Prozent
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>76,6</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	12,8
• T-Platte	3	6,4
• Kleeblattplatte	1	2,1
• LCP	22	46,8
• Hakenplatte	4	8,5
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>14,9</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>8,5</b>
• extraartikulär	2	4,3
• transartikulär	2	4,3
<b>Gesamtsumme</b>		<b>100</b>

Tabelle 21: Verteilung und Häufigkeit der Operationsverfahren und -materialien (n=47)

Es ist ersichtlich, dass die Gruppe, bei der eine Plattenosteosynthese durchgeführt worden war, mit 76,6% die größte Fraktion jener Patienten ausmachte, deren Funktionalität erfasst werden konnte. Hier wiederum war die LCP winkelstabile Platte das meist verwendete Material (n=22; 46,8%), noch vor der Rekonstruktionsplatte (n=6; 12,8%) und der Hakenplatte (n=4; 8,5%). Die Fadenosteosynthese (n=7) folgte an zweiter Stelle mit 14,9%. Die Zuggurtungsosteosynthese lag mit 8,5% (n=4) an dritter Stelle.

### 4.7.1 Outcome anhand des SF-12® Health Surveys

#### 4.7.1.1 Physical Component Summary Score

Der PCS (physical component summary score) dient zur Quantifizierung des physischen Gesundheitszustands. Für das Gesamtgut von 47 Patienten ergab sich zunächst unabhängig von der angewendeten Therapieform ein durchschnittlicher PCS von 49,0 mit einem Minimum bei 23,4 und einem Maximum bei 58,8. Die Standardabweichung lag bei 10,7. Bei Betrachtung des PCS in Abhängigkeit vom Operationsverfahren (s. Abb. 63) war festzustellen, dass der mittlere PCS für alle Verfahren um die 50 lag. Dabei ergab sich eine Reihenfolge mit der Zuggurtungsosteosynthese (52,3) an erster, der Fadenosteosynthese (50,8) an zweiter und der Plattenosteosynthese mit 48,3 an dritter und somit letzter Stelle.

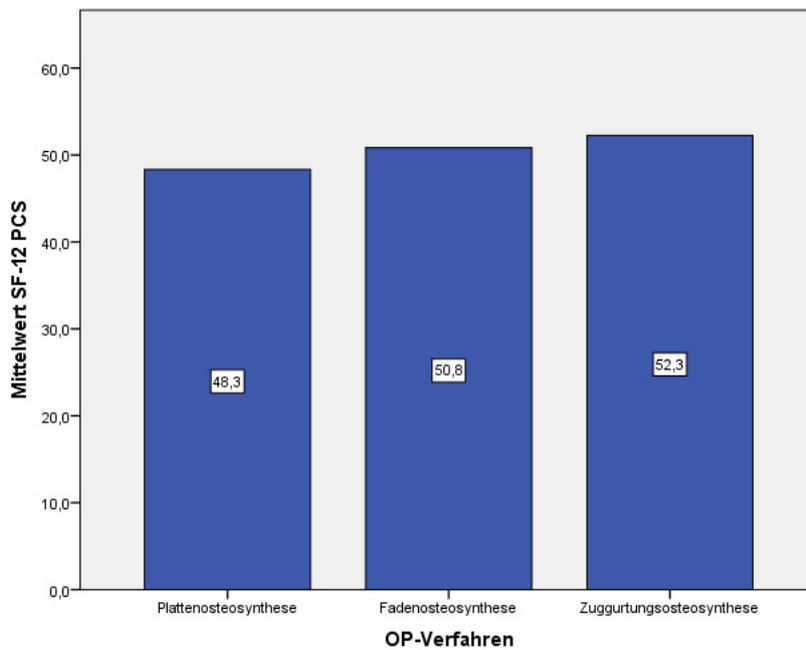


Abb. 63: Mittlerer PCS in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Betrachtet man den PCS in Abhängigkeit der verwendeten Operationsmaterialien (s. Abb. 64), so ist zu erkennen, dass bei den plattenosteosynthetischen Verfahren die T-Platte mit 55,3 den höchsten Wert vor der Rekonstruktionsplatte mit 54,3 aufwies. Die winkelstabile Klavikulaplatte und die Hakenplatte folgten mit 48,1 und 40,1 an dritter und vierter Stelle. Die Kleeblattplatte stand mit 30,7 an letzter Stelle. Die PDS-Kordel ging mit einem Wert bei 50,8 einher. Bei den Zuggurtungsosteosynthesen war die extraartikuläre (55,4) Variante mit einem höheren Wert verbunden als die transartikuläre (49,1).

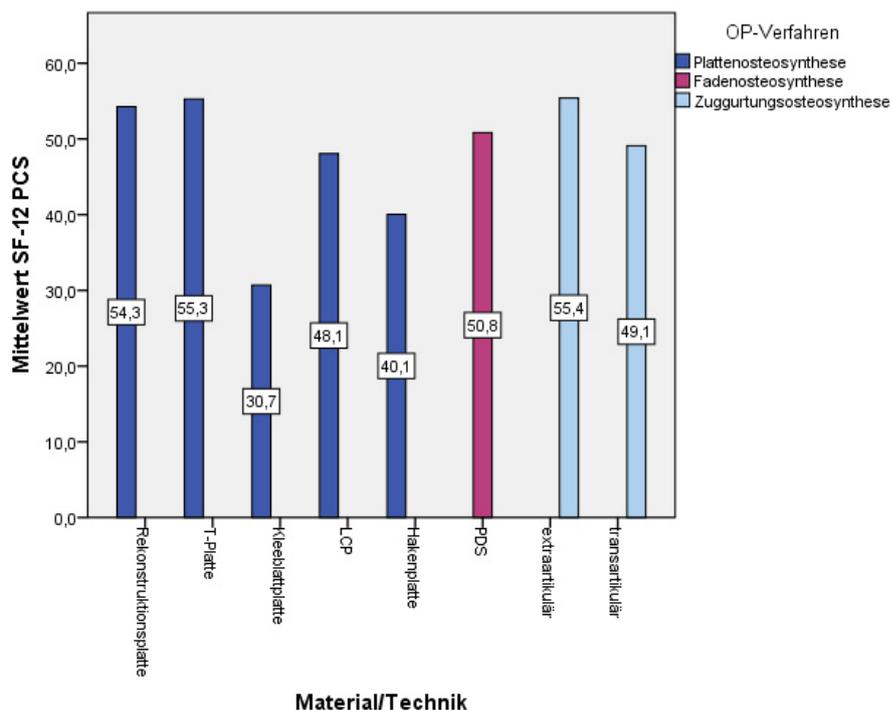


Abb. 64: Mittlerer PCS in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

#### 4.7.1.2 Mental Health Component Score

Der Mental Health Component Score vervollständigt den SF-12® Health Survey und dient äquivalent zum PCS zur Quantifizierung des mentalen bzw. psychischen Gesundheitszustands. Auch hier wurde zunächst der Teilscore unabhängig vom Operationsverfahren betrachtet. So ergab sich ein mittlerer MCS von 54,2 mit einem Minimum von 32,2 und einem Maximum von 65,3. Die Standardabweichung lag bei 6,9.

In Abhängigkeit vom Operationsverfahren (s. Abb. 65) erreichten die Patienten, die mit einer Fadenosteosynthese versorgt wurden, im Durchschnitt den höchsten Wert mit 55,2. Dahinter folgten die Gruppen der Plattenosteosynthese (55,1) und der Zuggurtungsosteosynthese (46,0). Bei näherer Betrachtung der eingesetzten Operationsmaterialien und -methoden (s. Abb. 66) war festzustellen, dass im Rahmen der Plattenosteosynthese alle Patienten (n = 36) Werte über 50 erreichten und im Vergleich zur Normalbevölkerung somit sogar über dem Durchschnitt lagen. Die Kleeblattplatte sowie die Rekonstruktionsplatte lagen mit Werten von jeweils 58,2 auf gleicher Höhe. Dahinter folgten die T-Platte (56,0) und die winkelstabile Klavikulaplatte (54,5). Patienten, die mit einer Hakenplatte versorgt wurden, erreichten einen mittleren MCS von 52,6. Bei der Zuggurtungsosteosynthese zeigten sich nahezu identische Werte für beide Varianten (extraart. ZG: 44,4; transart. ZG: 44,2).

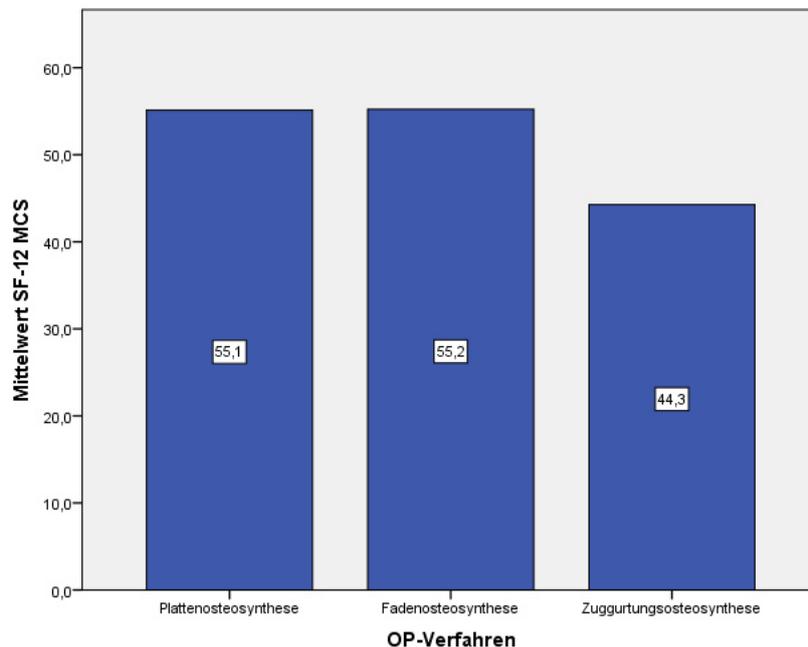


Abb. 65: Mittlerer MCS in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

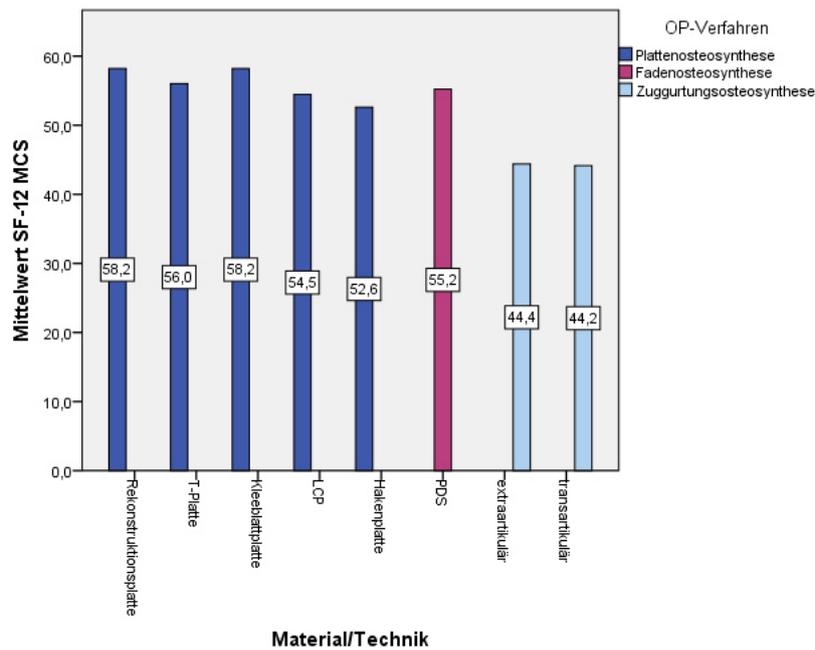


Abb. 66: Mittlerer MCS in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

#### 4.7.2 Outcome anhand des DASH-Scores

Der DASH-Score erlaubt die Beurteilung der oberen Extremität (Schulter, Arm und Hand) hinsichtlich ihrer Funktionalität im Alltag und Beruf sowie hinsichtlich ihrer Sensibilität. Eine Punkteverteilung von 0-100 dient dabei zur Quantifizierung des Ergebnisses, wobei niedrige Werte eine bessere Funktion und höhere Werte eine schlechtere Funktion bedeuten. Allgemein ergab sich für das Patientengut (n=47) unabhängig von der Therapieform ein durchschnittlicher DASH-Score von 10,2 Punkten mit einer Standardabweichung von 16,8 Punkten. Dabei erstreckte sich der Wertebereich zwischen 0 Punkten (Minimum) und 57 Punkten (Maximum). Abbildung 67 zeigt die mittleren DASH-Werte in Abhängigkeit vom gewählten Operationsverfahren. Anhand dieses Diagramms ist zu erkennen, dass die Fadenosteosynthese mit durchschnittlich 5 Punkten das beste Outcome vor der Zuggurtungsosteosynthese (8 Punkte) und der Plattenosteosynthese (11 Punkte) aufwies. In Abhängigkeit vom Operationsmaterial bzw. der Methodik ergab sich die in Abbildung 68 dargestellte Verteilung. Dabei ist zu sehen, dass die T-Platte sowie die extraart. ZG mit jeweils 0 Punkten im Durchschnitt das beste Outcome aufwiesen. Dahinter reihten sich die Rekonstruktionsplatte mit 3 Punkten und die LCP winkelstabile Klavikulaplatte mit einem mittleren Wert von 12 Punkten ein. Die hinteren drei Rängen bildeten die transart. ZG (15 Punkte), die Hakenplatte (22 Punkte) und die Kleeblattplatte (50 Punkte).

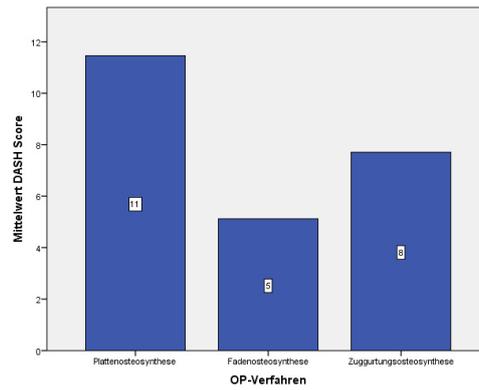


Abb. 67: Mittlerer DASH-Score in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

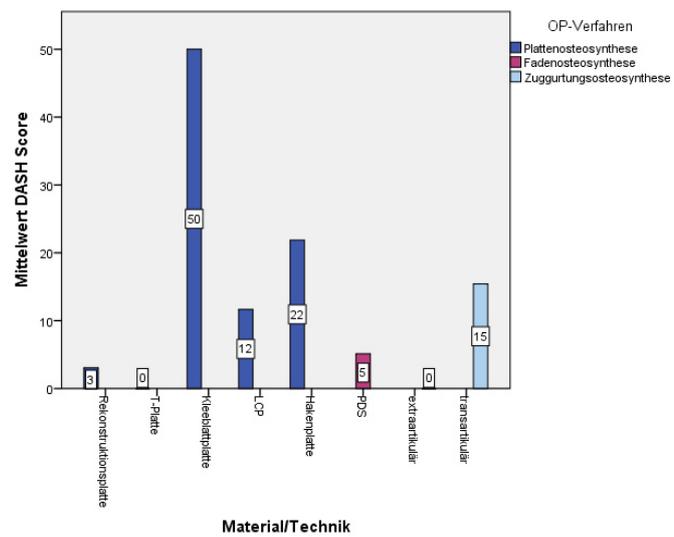


Abb. 68: Mittlerer DASH-Score in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

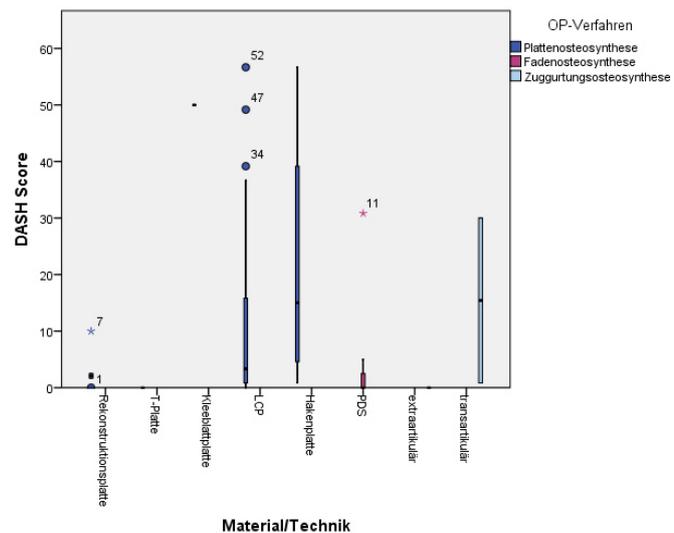


Abb. 69: Streuung des DASH-Scores in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Bei Betrachtung der Streuung der DASH-Score Werte in Abhängigkeit vom verwendeten Operationsmaterial (s. Abb. 69) ließ sich feststellen, dass insbesondere die winkelstabile Platte hauptsächlich niedrigere Werte aufwies, jedoch auch Ausreißer im oberen Wertebereich hatte (Maximum von 57 Punkten). Eine Übersicht über die Ergebnisse des DASH-Scores für die vorliegende Arbeit bietet Tabelle 22.

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>DASH Score gesamt</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>10,20</b>	<b>16,783</b>
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>11,46</b>	<b>17,920</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	0	10	3,06	3,522
• T-Platte	3	0	0	0	-
• Kleeblattplatte	1	50	50	50	-
• LCP	22	0	57	11,67	17,732
• Hakenplatte	4	1	57	21,88	24,743
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>5,12</b>	<b>11,491</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>7,71</b>	<b>14,866</b>
• extraartikulär	2	0	0	0	-
• transartikulär	2	1	30	15,42	20,624

**Tabelle 22: Übersicht über die Ergebnisse des DASH-Scores in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik**

### 4.7.3 Outcome anhand der UCLA Shoulder Rating Scale

#### 4.7.3.1 Gesamtergebnis

Zur Beurteilung der Schulterfunktion ergab sich im Rahmen der UCLA Shoulder Rating Scale für das Patientengut (n=47) im Allgemeinen ein mittlerer Wert von 31,17 Punkten mit einem Wertebereich zwischen 10 (Minimum) und 35 (Maximum). Die Standardabweichung lag bei 5,71 Punkten. Die maximale Punktzahl von 35 Punkten bedeutet eine uneingeschränkte Schulterfunktion. 0 Punkte sind einer Schulter ohne relevanter Funktion gleichzusetzen. In Abbildung 70 ist die grobe Verteilung der mittleren Werte der UCLA Rating Scale in Abhängigkeit vom Operationsverfahren graphisch dargestellt. Dabei lässt sich erkennen, dass sämtliche Verfahren einen Mittelwert von über 30 Punkten erzielten. Auf die Bedeutung des Mittelwerts wird im Beurteilungsteil zu diesem Score (s. S. 66) eingegangen. Genauer betrachtet, ist zu erkennen, dass die Fadenosteosynthese mit einer Punktzahl von 33 Punkten an erster Stelle vor der Zuggurtungsosteosynthese (32 Punkten) und der Plattenosteosynthese (31 Punkten) stand. Anhand des Balkendiagramms in Abbildung 71 ist wiederum eine genauere Punkteverteilung in Abhängigkeit vom Operationsmaterial dargestellt. Innerhalb der plattenosteosynthetischen Verfahren zeigten sich hierbei dezente Unterschiede, was das Ergebnis anbelangte. Die T-Platte (34 Punkte), die Rekonstruktionsplatte (33 Punkte) und die LCP winkelstabile Klavikulaplatte (31 Punkte) lagen jeweils über 30 Punkte und bildeten Rang 1-3. Dahinter folgten die Kleeblattplatte mit 26 Punkten und die Hakenplatte mit 24 Punkten. Bei der Zuggurtungsosteosynthese zeigten die mit einer extraart. ZG versorgten Patienten (34 Punkte) ein besseres Outcome nach der UCLA

Shoulder Rating Scale als die, die eine transart. ZG erhalten hatten. Eine Übersicht hierzu zeigt nochmals Tabelle 23.

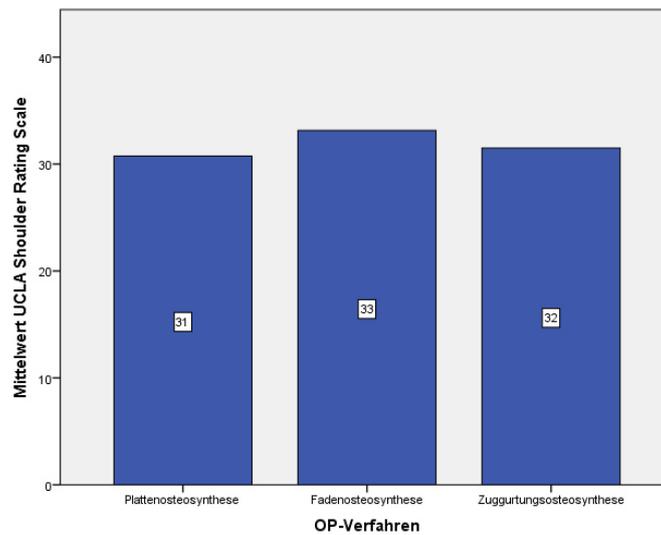


Abb. 70: Mittlere UCLA Rating Scale in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

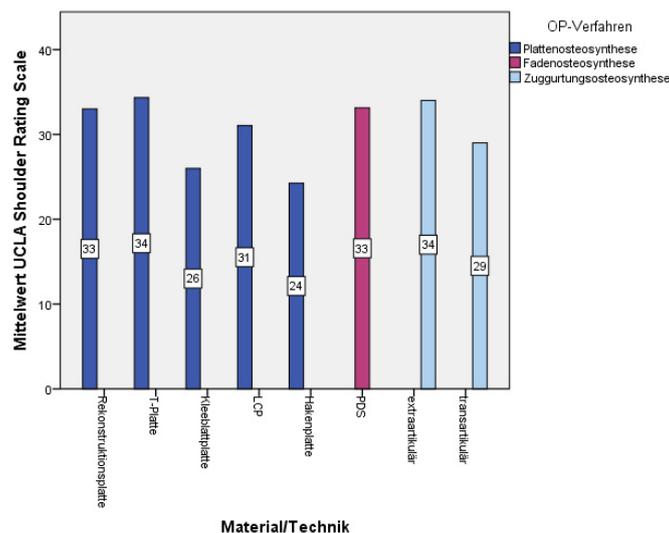


Abb. 71: Mittlere UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>UCLA gesamt</b>	<b>47</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>31,17</b>	<b>5,712</b>
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>30,75</b>	<b>6,082</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	29	35	33,00	2,191
• T-Platte	3	33	35	34,33	1,155
• Kleeblattplatte	1	26	26	26,00	-
• LCP	22	16	35	31,05	5,661
• Hakenplatte	4	10	35	24,25	10,532
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	<b>35</b>	<b>33,14</b>	<b>3,485</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>31,50</b>	<b>5,745</b>
• extraartikulär	2	33	35	34,00	1,141
• transartikulär	2	23	35	29,00	8,485

Tabelle 23: Übersicht über die Ergebnisse der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik

Zur Beurteilung des Ergebnisses wurden wie bereits erwähnt zwei Punktegrenzen und somit drei Ergebnisbereiche herangezogen. 34-35 Punkte stehen für ein exzellentes, 29-33 für ein gutes und <29 für ein schwaches Ergebnis. In der vorliegenden Arbeit erzielten 22 Patienten (46,8%) ein exzellentes Ergebnis, 15 (31,9%) ein gutes und 10 (21,3%) ein schwaches. Tabelle 24 zeigt zudem die prozentuale Einteilung der jeweiligen Operationsmaterialien auf die Ergebnisbereiche. 41,7% der plattenosteosynthetisch versorgten Patienten zeigten ein exzellentes Ergebnis, 36,1% ein gutes und 22,2% ein schwaches Ergebnis. Hier ist in Anbetracht der Zahl ihrer Verwendung besonders die winkelstabile Klavikulaplatte erwähnenswert. 45,5% der 22 Fälle, die mit einer winkelstabilen Klavikulaplatte versorgt worden waren, führten zu einem exzellenten Ergebnis, 36,4% zu einem guten und 18,2% zu einem schwachen Ergebnis. Insgesamt waren demnach 81,8% der mit winkelstabilen Platten versorgten Patienten in einem guten oder exzellenten Bereich. Zwar schnitt die T-Platte mit 66,7% im exzellenten Ergebnisbereich innerhalb der Plattenosteosynthese Gruppe am besten ab, war jedoch aufgrund seiner geringen Fallzahl nur mäßig repräsentativ. Dasselbe galt für die Kleeblattplatte, deren Ergebnis zu 100% im schwachen Bereich lag. Das Ergebnis der Rekonstruktionsplatte siedelte sich zu 100% im guten/exzellenten Bereich an (2:1). Der Einsatz einer Hakenplatte führte in 25% der Fälle zu einem exzellenten Ergebnis und in 75% der Fälle zu einem schwachen. Die fadenosteosynthetischen Verfahren waren mit einem guten bis exzellenten Ergebnis verbunden. Insgesamt erzielten 71,4% der Patienten ein exzellentes, 14,3% ein gutes und 14,3% ein schwaches Ergebnis. Die Ergebnisse der Zuggurtungsosteosynthese lagen ebenfalls größtenteils im guten/exzellenten Bereich (50% exzellente, 25% gut, 25% schwach), wobei die extraartikuläre Variante ein insgesamt besseres Resultat erzielte als die transartikuläre.

	n	exzellente	gut	schwach
<b>UCLA gesamt</b>	<b>47</b>	<b>46,8%</b>	<b>31,9%</b>	<b>21,3%</b>
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>41,7%</b>	<b>36,1%</b>	<b>22,2%</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	33,3%	66,7%	-
• T-Platte	3	66,7%	33,3%	-
• Kleeblattplatte	1	-	-	100,0%
• LCP	22	45,5%	36,4%	18,2%
• Hakenplatte	4	25,0%	-	75,0%
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>71,4%</b>	<b>14,3%</b>	<b>14,3%</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>50,0%</b>	<b>25,0%</b>	<b>25,0%</b>
• extraartikulär	2	50,0%	50,0%	-
• transartikulär	2	50,0%	-	50,0%

**Tabelle 24:** Übersicht über die Ergebniseinteilung der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik

#### 4.7.3.2 Schmerz anhand der UCLA Rating Scale

Für das Kriterium des Schmerzes werden 0-10 Punkte vergeben, wobei sich die Höhe der Punktzahl invers zur Schmerzintensität verhält, so dass 0 Punkte einem starken, unerträglichen Schmerz gleichzusetzen sind, der nur mit starker Medikation zu behandeln ist, und 10 Punkte einem schmerzfreien Zustand entsprechen. Die mittlere Punktezahl für die Gesamtheit der 47 Patienten lag bei 8,36 Punkten mit einer Standardabweichung von 2,3 Punkten. Dies bedeutet, dass der durchschnittliche Wert zwischen einem Zustand leichter schmerzbedingter Einschränkungen und einem schmerzfreien Zustand mit Tendenz zum ersteren angesiedelt war.

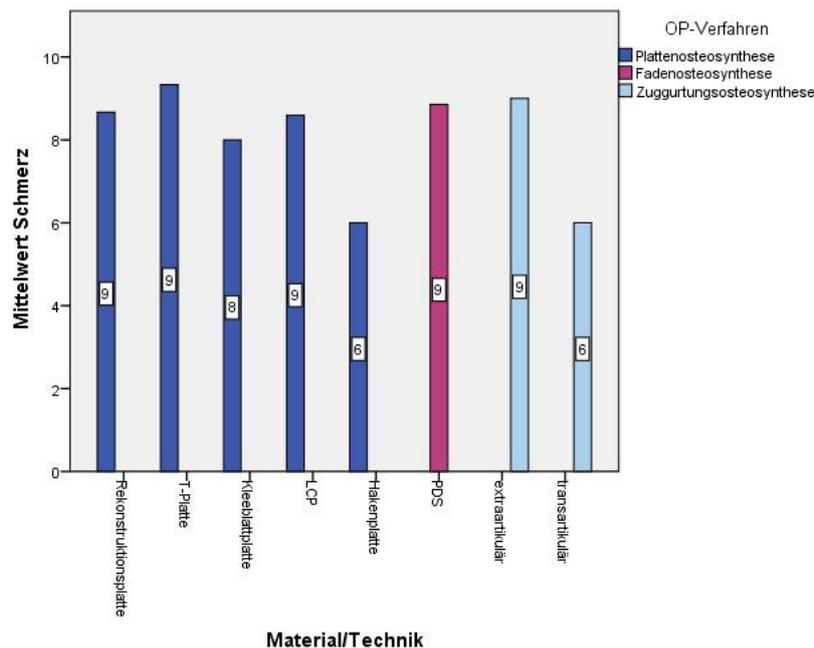


Abb. 72: Mittlerer Schmerz nach der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik

In Zusammenschau der Graphik aus Abb. 72 und der Übersicht in Tabelle 25 zeigt sich, dass alle Verfahren bzw. Materialien ein gutes Outcome hinsichtlich des Kriteriums "Schmerz" aufwiesen. Die Ausnahme bildeten lediglich die Hakenplatte und die transart. ZG mit einem mittleren Wert von jeweils 6 Punkten.

	n	Schmerz	
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	leicht	<b>8</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	nicht bis leicht	9
• T-Platte	3	nicht bis leicht	9
• Kleeblattplatte	1	leicht	8
• LCP	22	nicht bis leicht	9
• Hakenplatte	4	bei schwerer Belastung	6
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	nicht bis leicht	<b>9</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	leicht	<b>8</b>
• extraartikulär	2	nicht bis leicht	9
• transartikulär	2	bei schwerer Belastung	6

Tabelle 25: Übersicht über den mittleren Punktwert für den Schmerz in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik nach der UCLA Shoulder Rating Scale

#### 4.7.3.3 Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis nach der UCLA Rating Scale

Die Frage nach der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis ist Bestandteil der UCLA Rating Scale. In der vorliegenden Studie waren 42 Patienten (89,4%) zufrieden mit dem Ergebnis und fünf Patienten (10,6%) unzufrieden. Bei Betrachtung der Zufriedenheit in Abhängigkeit vom gewählten operativen Verfahren bzw. Material (s. Abb. 73) war festzustellen, dass die fünf unzufriedenen Patienten ausschließlich entweder mit einer LCP winkelstabilen Klavikulaplatte (n=3) oder einer Hakenplatte (n=2) versorgt wurden. Für die winkelstabile Platte galt also bei 19 zufriedenen und 3 unzufriedenen Patienten eine Zufriedenheitsquote von 86%. Dagegen ergab sich für die Hakenplatte bei zwei zufriedenen und zwei unzufriedenen Patienten eine Zufriedenheitsquote von 50%. Somit schnitt die Hakenplatte in diesem kleinen Kollektiv in Hinblick auf die Zufriedenheit mit dem funktionellen wie schmerzabhängigen Endergebnis am schlechtesten ab.

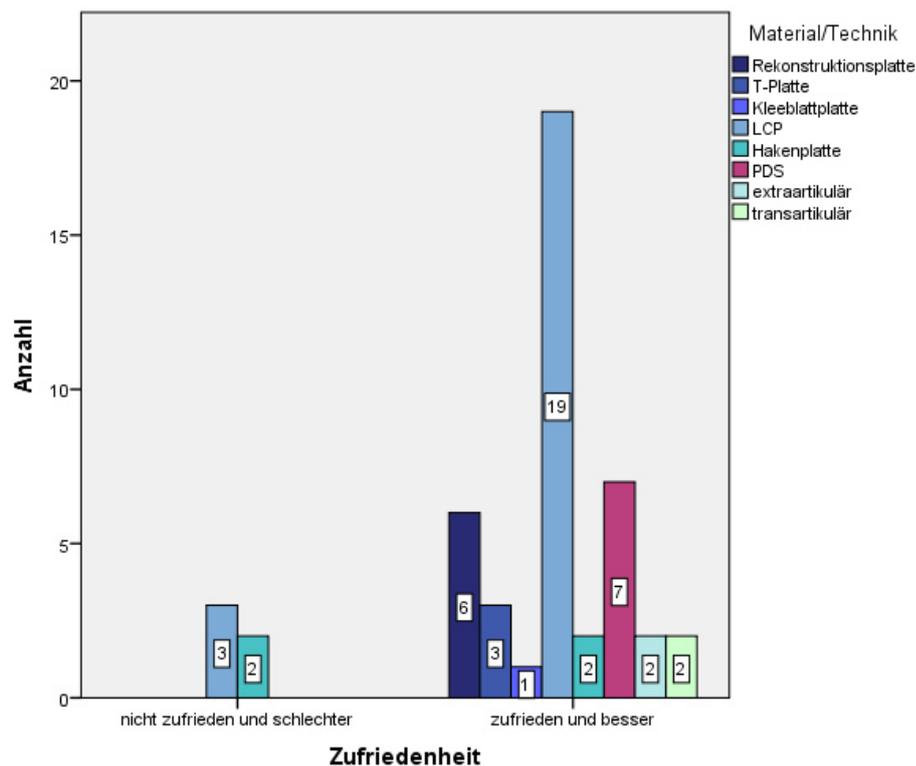


Abb. 73: Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis in Abhängigkeit vom gewählten Operationsmaterial/-methodik

#### 4.7.4 Outcome anhand des Constant Scores

##### 4.7.4.1 Gesamtergebnis

Mit Hilfe des Scores nach Constant war es möglich die Kriterien Schmerz, Funktionalität, Bewegungsumfang und Kraft in der Schulter zu quantifizieren. Sowohl der Bewegungsumfang als auch die Kraft wurden im direkten Vergleich mit der Gegenseite untersucht. Der Score konnte für alle 47 Follow Up Patienten erhoben werden. Allgemein ergab sich ein mittlerer Constant Score von 88,17 Punkten mit einem Wertebereich zwischen 37 (Minimum) und 100 (Maximum). Die Standardabweichung lag dabei bei 17,68 Punkten. Je höher die erreichte Punktezahl, desto besser die Schulterfunktion, so dass anhand der in Tabelle 12 (S. 31) aufgezeigten Ergebniseinteilung, ein für die Gesamtheit aller 47 Patienten gutes Ergebnis festzustellen war. In Abhängigkeit vom Operationsverfahren ergab sich die in Abbildung 74 dargestellte Punkteverteilung.

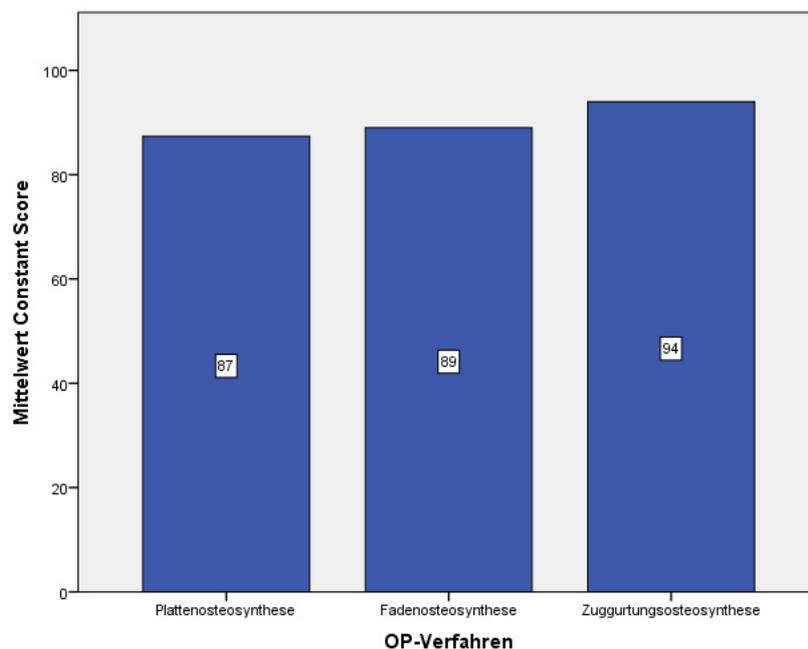
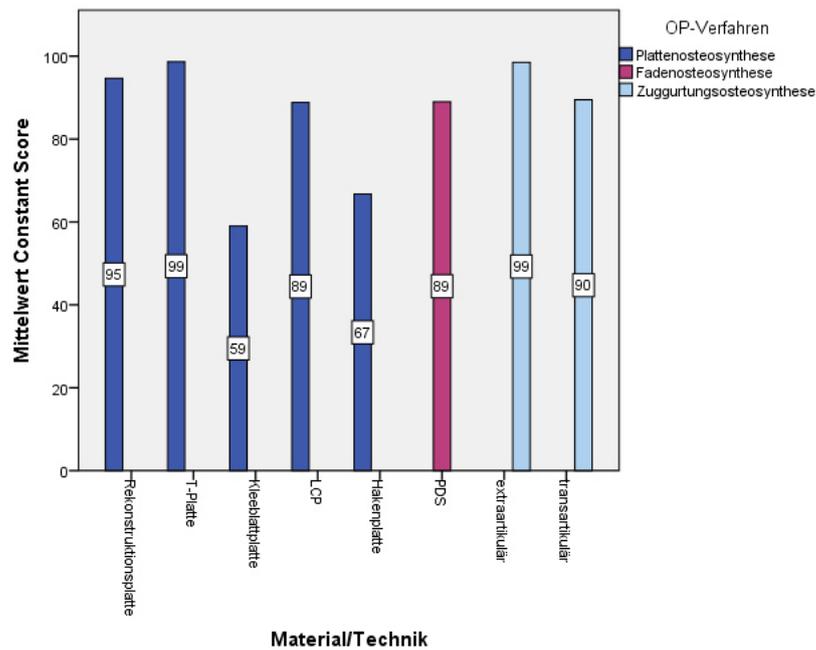


Abb. 74: Punkteverteilung des Constant Scores in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Anhand dieser Abbildung ist zu erkennen, dass der mittlere Constant Score bei allen Operationsverfahren über der Grenze von 81 Punkten lag und somit ein mindestens gutes Ergebnis erzielt wurde. Im Falle der Zuggurtungsosteosynthesen (94 Punkte) war sogar ein exzellentes Ergebnis zu verzeichnen. Dahinter reihten sich die Fadenosteosynthese (89 Punkte) und die Plattenosteosynthese (87 Punkte) ein.

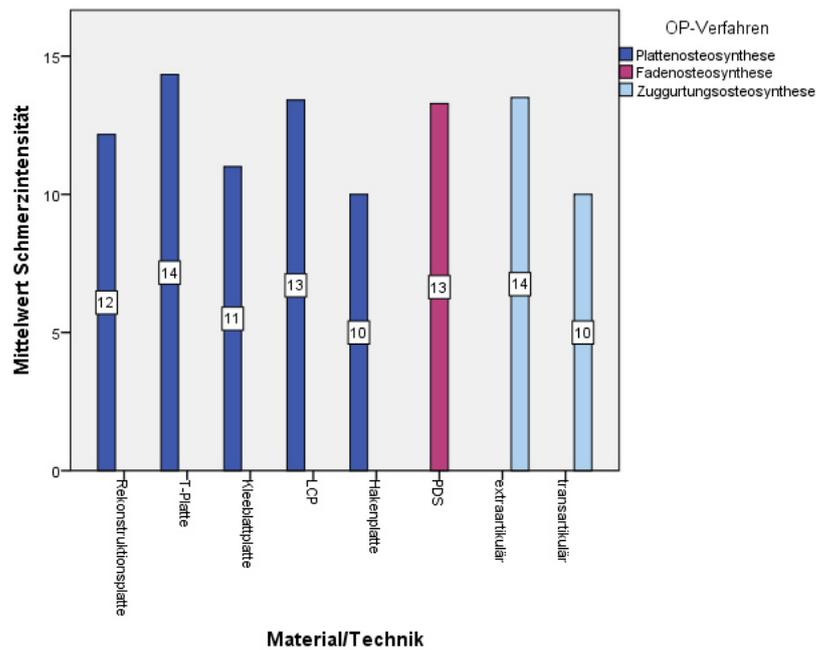


**Abb. 75: Punkteverteilung des Constant Scores in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik**

Die graphische Darstellung in Abbildung 75 zeigt die Punkteverteilung des Constant Scores in Abhängigkeit vom gewählten Operationsmaterial bzw. der gewählten Methodik. Dabei ist zu erkennen, dass bei den Plattenosteosynthesen die T-Platte mit 99 Punkten den höchsten Wert erzielte, gefolgt von der Rekonstruktionsplatte (95 Punkten) und der LCP winkelstabilen Klavikulaplatte (89 Punkten). Der Einsatz einer Hakenplatte führte mit 67 Punkten, jedoch abermals im Vergleich zum Kollektiv, allenfalls zu einem ausreichenden Ergebnis, der einer Kleblattplatte mit 59 Punkten gar zu einem mangelhaften. Die extraart. ZG wies mit 99 Punkten ein exzellentes Ergebnis vor der transart. ZG mit 90 Punkten auf.

#### 4.7.4.2 Schmerz anhand des Constant Scores

Im Rahmen des Constant Scores erhielten die Patienten die Möglichkeit Schmerzen in der betroffenen Schulter anhand einer visuellen Analogskala einzuordnen. Eine zur Schmerzintensität inverse Punkteverteilung von 1-15 Punkten ermöglicht dabei die Quantisierung. Insgesamt erzielte das Patientenkollektiv (n=47) eine mittlere Punktzahl von 12,81 Punkten (entspricht einer Schmerzintensität von 2 auf der Skala von 0-15) und lag somit im Bereich sehr milder Schmerzen. Der Punktebereich erstreckte sich von 4 Punkten (Schmerzskala: 11 von 15) bis 15 Punkte (Schmerzskala: 0 von 15). Die Standardabweichung lag bei 3,42 Punkten.



**Abb. 76: Mittlere Punktezah für die Schmerzintensität in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik**

Die 36 Patienten, die mit einer Platte versorgt worden waren erzielten einen durchschnittlichen Wert von 13 Punkten (Schmerzskala: 2 von 15). Bei genauerer Betrachtung (s. Abb. 76) war zu erkennen, dass die T-Platte mit einer Punktezah von 15 Punkten (Schmerzskala: 0 von 15) am besten abschnitt. Dahinter folgten die LCP winkelstabile Klavikulaplatte (13 Punkte), die Rekonstruktionsplatte (12 Punkte) und die Kleblattplatte (11 Punkte). Am schlechtesten schnitt hier die Hakenplatte (10 Punkte) ab. Die Versorgung mittels PDS-Kordel war mit 13 Punkten auf der Schmerzskala vertreten. Bei den Zuggurtungsosteosynthesen war das Resultat der extraartikulären Variante (14 Punkte) besser als das der transartikulären (10 Punkte).

#### 4.7.4.3 Arbeits-/Alltagsfähigkeit anhand des Constant Scores

Ein wichtiger Aspekt, nicht nur für den Patienten, sondern auch aus sozioökonomischer Sicht, ist die Frage nach der Arbeits-/Alltagsfähigkeit der betroffenen Schulter nach erfolgter Therapie. Der Constant Score fragt diesen Punkt anhand eines Items ab. Dabei soll der Grad der Einschränkung bei Arbeit und Alltagsaktivitäten bedingt durch Probleme in der betroffenen Schulter angegeben werden. Der Wertebereich erstreckt sich zwischen 0 (überhaupt keine Einschränkung) und 4 Punkten (sehr starke Einschränkung). Für das vorliegende Kollektiv zeigte sich ein mittleres Gesamtergebnis von 3,62 Punkten (Standardabweichung 0,82 Punkte; Minimum 1,00 Punkte; Maximum 4,00 Punkte). Eine Aufteilung dieses Ergebnisses in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -materialien zeigt Tabelle 26. Es ist festzustellen, dass die Fadenosteosynthese bezüglich der Arbeits-/Alltagsfähigkeit im Mittel das beste Outcome (3,86 Punkte) vor der Zuggurtungsosteosynthese (3,75) und der Plattenosteosynthese (3,56 Punkte) vorwies. Innerhalb der Plattenosteosynthese zeigten sich erneut Unterschiede zwischen den

einzelnen Osteosyntheseplatten. Am besten waren in dieser Kategorie die Rekonstruktionsplatte und die T-Platte mit jeweils 4 Punkten. Die winkelstabile Platte lag mit 3,55 Punkten an dritter Stelle vor der Kleeblattplatte (3,00 Punkte) und der Hakenplatte (2,75 Punkte). Bei den Zuggurtungsosteosynthesen lag die extraartikuläre Variante mit 4 Punkten vor der transartikulären Variante (3,50 Punkte).

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Arbeitsfähigkeit gesamt</b>	<b>47</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3,62</b>	<b>0,82</b>
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3,56</b>	<b>0,91</b>
• Rekonstruktionsplatte	6	4	4	4,00	0,00
• T-Platte	3	4	4	4,00	0,00
• Kleeblattplatte	1	3	3	3,00	0,00
• LCP	22	1	4	3,55	0,91
• Hakenplatte	4	1	4	2,75	1,50
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3,86</b>	<b>0,38</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3,75</b>	<b>0,50</b>
• extraartikulär	2	4	4	4,00	0,00
• transartikulär	2	3	4	3,50	0,71

Tabelle 26: Mittlere Punktezah für die Arbeitsfähigkeit in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

#### 4.7.4.4 Bewegungsumfang anhand des Constant Scores

Im Zuge der körperlichen Untersuchung wurden die Parameter zu Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation erhoben. Dabei wurde der Bewegungsumfang der ipsi- und contralateralen Seite im direkten Vergleich untersucht und die Ergebnisse anhand des Constant Scores festgehalten. Tabelle 27 bietet hierzu eine Übersicht aller Parameter inklusive der Differenz ( $\Delta$ ) zwischen betroffener und nicht betroffener Seite, wobei bei Bildung der Differenz das Ergebnis der ipsilateralen Seite als Minuend und das der contralateralen Seite als Subtrahend diente, sodass negative Vorzeichen ein Defizit der ipsilateralen Seite bedeuten. Bei Betrachtung dieser Übersicht fällt bei der Gesamtpunktevergabe auf, dass mit der nicht betroffenen Seite in allen Kriterien eine höhere Punktezah erreicht werden konnte. Die Unterschiede zwischen ipsi- und contralateraler Seite waren zwar nicht gravierend, jedoch vorhanden.

Verfahren	Flexion			Abduktion			Außenrotation			Innenrotation		
	ipsi	$\Delta$	contr	ipsi	$\Delta$	contr	ipsi	$\Delta$	contr	ipsi	$\Delta$	contr
<b>Gesamt</b>	<b>9,49</b>	<b>-0,13</b>	<b>9,62</b>	<b>9,11</b>	<b>-0,34</b>	<b>9,45</b>	<b>9,74</b>	<b>-0,13</b>	<b>9,87</b>	<b>8,68</b>	<b>-0,38</b>	<b>9,06</b>
Plattenosteosynthese	9,39	-0,11	9,50	8,83	-0,45	9,28	9,67	-0,16	9,83	8,44	-0,39	8,83
• Rekonstruktionsplatte	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	9,67	+0,34	9,33
• T-Platte	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	9,33	0,00	9,33
• Kleeblattplatte	8,00	0,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	0,00	8,00	6,00	0,00	6,00
• LCP	9,45	+0,09	9,36	8,82	-0,36	9,18	9,73	-0,09	9,82	8,27	-0,73	9,00
• Hakenplatte	8,00	-1,50	9,50	6,50	-2,00	8,50	9,00	-1,00	10,00	7,50	0,00	7,50
Fadenosteosynthese	9,71	-0,29	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	9,43	-0,28	9,71
Zuggurtungsosteosynthese	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	9,50	-0,50	10,00
• extraartikulär	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00
• transartikulär	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	10,00	0,00	10,00	9,00	-1,00	10,00

Tabelle 27: Übersicht über die mittlere Punkteverteilung der einzelnen Bewegungsparameter für die ipsi- und contralaterale Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren und –material (ipsi = ipsilateral; contr = contralateral;  $\Delta$  = Differenz)

### Flexion:

Die Versorgung mittels einer Zuggurtungsosteosynthese resultierte in beiden Varianten (extraart./transart.) in einer maximalen Punktezahl von 10 Punkten, was einem Winkelgrad von 151°-180° entspricht. Die fadenosteosynthetisch mittels PDS-Kordel versorgten Patienten erreichten einen mittleren Wert von 9,71 Punkten. Für die Plattenosteosynthese ergab sich insgesamt ein mittlerer Wert von 9,39 Punkten, der sich aus den Punkten für die Rekonstruktionsplatte (10,00 Punkte), die T-Platte (10,00 Punkte), die Kleeblattplatte (8,00 Punkte), die LCP winkelstabile Platte (9,45 Punkte) und für die Hakenplatte (8,00 Punkte) zusammensetzte. Somit erzielten jene, die eine Hakenplatte oder eine Kleeblattplatte erhielten, die niedrigste Punktezahl, was einer Flexion von 121°-150° gleichzusetzen ist.

### Abduktion:

Ähnlich den Werten der Flexion gingen in der Kategorie der Abduktion die Fadenosteosynthese sowie die Zuggurtungsosteosynthese jeweils mit der maximalen Punkteausbeute von 10 Punkten mit besonders guten Ergebnissen einher. Dabei war keine Seitendifferenz festzustellen. Ein anderes Bild zeigte sich bei der Plattenosteosynthese. Insgesamt resultierte die Versorgung mittels Plattenosteosynthese in einem durchschnittlichen Wert von 8,83 Punkten auf der betroffenen und 9,28 Punkten auf der nicht betroffenen Seite. Sowohl die Rekonstruktionsplatte als auch die T-Platte erzielten dabei je ein seitengleiches Ergebnis von 10,00 Punkten. Die Kleeblattplatte erzielte ein beidseitiges Ergebnis von 8,00 Punkten. Die Gruppe der winkelstabilen Platten erreichte einen mittleren Wert von 8,82 auf der ipsilateralen und einen Wert von 9,18 auf der contralateralen Seite. Am schlechtesten schnitt die Versorgung per Hakenplatte ab (6,50 Punkte ipsilateral, 8,50 Punkte contralateral).

### Außenrotation:

Bei der Untersuchung der Außenrotation zeigte sich insgesamt ein ausgesprochen gutes Ergebnis mit einem mittleren Wert von 9,74 Punkten auf der betroffenen und 9,87 Punkten auf der nicht betroffenen Seite. Hierbei standen wieder die Fadenosteosynthese sowie die Zuggurtungsosteosynthese mit 10,00 Punkten ohne Seitendifferenz an erster Stelle. Bei den Osteosyntheseplatten erzielten abermals die Rekonstruktionsplatte und die T-Platte jeweils 10,00 Punkte, während die Kleeblattplatte beidseits 8,00 Punkte erreichte. Die Versorgung mit einer winkelstabilen Platte brachte ein Ergebnis von 9,73 Punkten auf der ipsilateralen und 9,82 Punkten auf der contralateralen Seite. Die Hakenplatte führte zu 9,00 Punkten auf der betroffenen und 10,00 Punkten auf der nicht betroffenen Seite.

### Innenrotation:

Das Kriterium der Innenrotation zeigte von allen Kriterien das größte Defizit mit einem mittleren Gesamtergebnis von 8,68 Punkten ipsilateral und 9,06 Punkten contralateral. Die Zuggurtungsosteosynthese zeigte erstmals ein differenziertes Bild. Insgesamt lag hier das Ergebnis bei 9,50 auf der ipsilateralen und 10,00 Punkten auf der contralateralen Seite. Dabei setzen sich die 9,50 Punkte aus 10,00 Punkten für die extraart. ZG und 9,00 Punkten für die transart. ZG zusammen. Die Therapie per PDS-Kordel resultierte in einem mittleren Ergebnis von 9,43 Punkten auf der betroffenen und 9,71 Punkten auf der nicht betroffenen Seite. Das Bild der Osteosyntheseplatten war wiederum etwas breiter gestreut. Die Rekonstruktionsplatte lag mit 9,67 Punkten ipsilateral und 9,33 Punkten contralateral an erster Stelle und zeigte zudem ein besseres Ergebnis auf der betroffenen Seite im Vergleich zur nicht betroffenen Seite. Darauf folgten die T-Platte mit 9,33 Punkten auf beiden Seiten und die LCP winkelstabile Platte mit 8,27 Punkten ipsilateral und 9,00 Punkten contralateral. Die Hakenplatte zeigte ein seitengleiches Ergebnis von jeweils 7,50 Punkten, während die Kleeblattplatte mit 6,00 Punkten auf beiden Seiten das schlechteste Ergebnis erzielte.

#### 4.7.4.5 Kraft anhand des Constant Scores

Die Messung der Kraft erfolgte ebenso wie bei der Untersuchung des Bewegungsumfanges im direkten Seitenvergleich. Zwar floss nur der Wert der betroffenen Seite in den Constant Score ein, jedoch war der Vergleich mit der nicht betroffenen Seite für ein besseres Verständnis und für eine bessere Einordnung bzw. Beurteilung der Kraft auf der operierten Seite unabdingbar. Wie bereits beschrieben erfolgte die Kraftmessung anhand eines Mineralwasserkastens, welcher als Gewicht bei der Abduktion in die 90°-Ebene fungierte. Insgesamt ergab sich für das Patientenkollektiv (n=47) auf der betroffenen Seite ein mittlerer Punktwert von 19,32 Punkten mit einer Standardabweichung von 9,25 Punkten sowie einem Wertebereich von 0-25 Punkten. Auf der Gegenseite lag der Durchschnittswert bei 20,94 Punkten mit einer Standardabweichung von 8,45 Punkten und einem Wertebereich von ebenfalls 0-25 Punkten. Somit zeigte sich allgemein zunächst eine höhere Kraft auf der nicht betroffenen Seite im Vergleich zur Traumaseite.

Bei Betrachtung der geschlechtsspezifischen Kraft beider Seiten (s. Abb. 77) zeigte sich ein deutlich höherer Durchschnittswert beim männlichen Geschlecht (21/22 Punkte) als beim weiblichen (13 Punkte bds.).

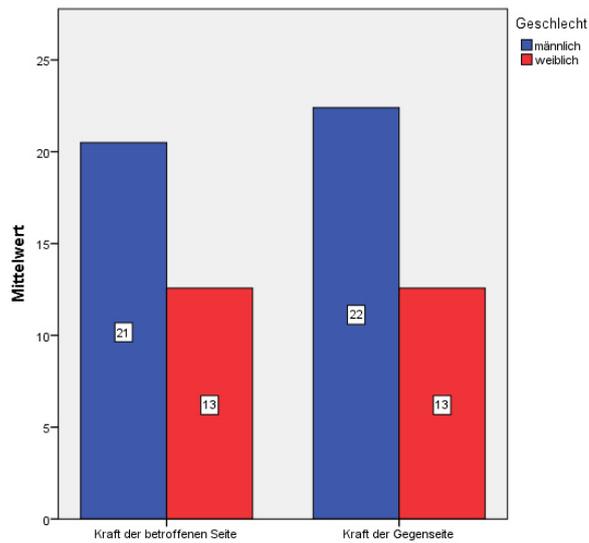


Abb. 77: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Geschlecht

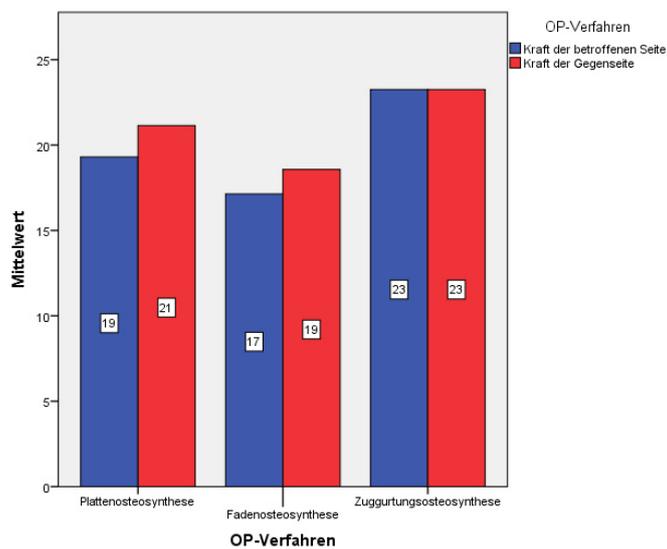


Abb. 78: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

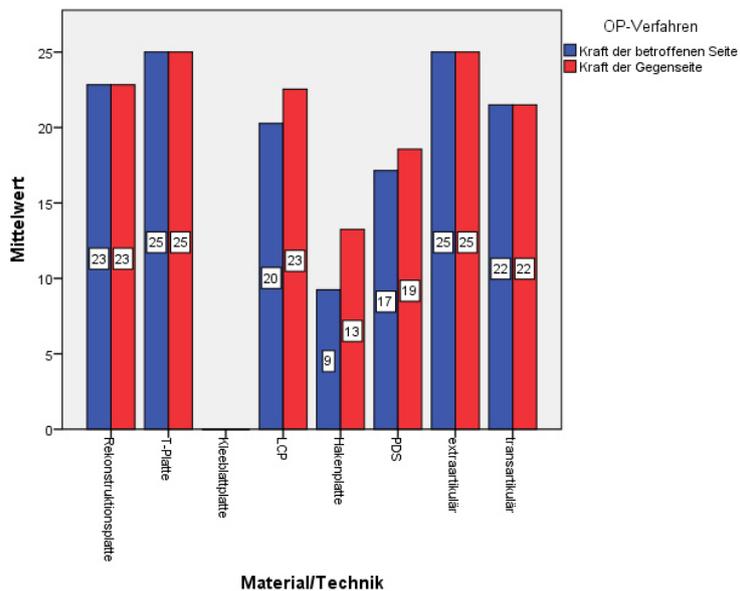


Abb. 79: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

In Abhängigkeit vom Operationsverfahren ergab sich die in Abbildung 78 dargestellte Einteilung. Patienten, welche mit einer Zuggurtungsosteosynthese therapiert worden waren, erzielten in dieser Kategorie im Mittel das beste Outcome (23 Punkte bds.). In Zusammenschau mit Abbildung 79 ist zu erkennen, dass die extraart. ZG mit der maximalen Punktezahl von 25 Punkten bds. ein besseres Ergebnis vorwies als die transart. ZG (22 Punkte bds.). Bei der Plattenosteosynthese zeigte sich eine Seitendifferenz, wobei die Gegenseite mit 21 Punkten dezent besser war als die traumatisierte Seite. Genauer betrachtet ergab sich bezüglich der Osteosyntheseplatten eine Reihenfolge mit der T-Platte (25 Punkte bds.) an erster, der Rekonstruktionsplatte (23 Punkte bds.) an zweiter und der LCP winkelstabilen Klavikulaplatte (20/23 Punkte) an dritter Stelle. Mit gewissem Abstand standen die Hakenplatte (9/13 Punkte) und die Kleeblattplatte (0 Punkte bds.) an vorletzter und letzter Stelle. Die PDS-Kordel reihte sich in der Gesamtschau der Operationsverfahren an dritter Stelle ein mit 17 Punkten auf der operierten Seite und 19 Punkten auf der Gegenseite.

Abbildung 80 zeigt nochmals die Kraft der betroffenen Seite in Abhängigkeit vom Operationsmaterial für beide Geschlechter. Es zeigte sich ein im Durchschnitt niedrigeres Ergebnis beim weiblichen Geschlecht als beim männlichen. Auffällig war dies für die Rekonstruktionsplatte (m: 25 Punkte; w: 12 Punkte), bei der Hakenplatte (m: 11 Punkte; w: 3 Punkte), bei der Fadenosteosynthese mittels PDS (m: 18 Punkte; w: 15 Punkte) sowie bei der transartikulären Zuggurtungsosteosynthese (m: 25 Punkte; w: 18 Punkte).

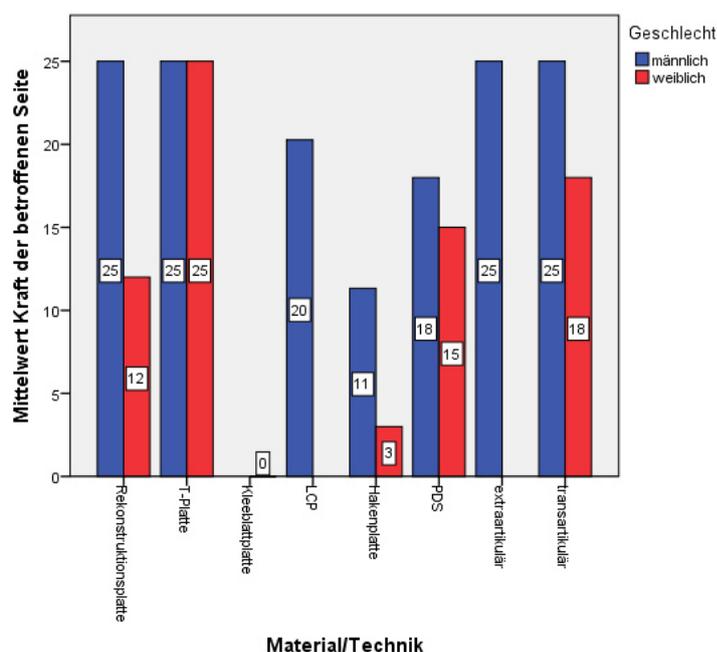


Abb. 80: Geschlechtsspezifische Kraft der betroffenen Schulter in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

#### 4.7.5 Übersicht über die Scores sowie der Implantatkosten

Die folgende Tabelle 28 zeigt nochmals eine Übersicht über die bereits beschriebenen Ergebnisse aus den obigen Scores in Abhängigkeit vom Operationsverfahren und –material sowie die jeweiligen Implantatkosten (s. 4.6.2).

	n	SF-12 PCS	SF-12 MCS	DASH	UCLA		Constant		Kosten (€)
<b>Gesamt Score</b>	<b>47</b>	<b>49,0</b>	<b>54,2</b>	<b>10,2</b>	<b>31,2</b>	gut	<b>88,2</b>	gut	-
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>48,3</b>	<b>55,1</b>	<b>11,0</b>	<b>31,0</b>	gut	<b>87,0</b>	gut	-
• Rekonstruktionsplatte	6	54,3	58,2	3,0	33,0	gut	95,0	exzellent	40,00€
• T-Platte	3	55,3	56,0	0,0	34,0	exzellent	99,0	exzellent	80,00€
• Kleeblattplatte	1	30,7	58,2	50,0	26,0	schwach	59,0	mangelhaft	100,00€
• LCP	22	48,1	54,5	12,0	31,0	gut	89,0	gut	250,00€
• Hakenplatte	4	40,1	52,6	22,0	24,0	Schwach	67,0	ausreichend	280,00€
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>7</b>	<b>50,8</b>	<b>55,2</b>	<b>5,0</b>	<b>33,0</b>	gut	<b>89,0</b>	gut	<b>250,00€</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>4</b>	<b>52,3</b>	<b>44,3</b>	<b>8,0</b>	<b>32,0</b>	gut	<b>94,0</b>	exzellent	<b>6,00€</b>
• extraartikulär	2	55,4	44,4	0,0	34,0	exzellent	99,0	exzellent	6,00€
• transartikulär	2	49,1	44,2	15,0	29,0	gut	90,0	gut	6,00€

Tabelle 28: Übersicht über die funktionellen Scores sowie über die Implantatkosten je nach Operationsverfahren und –material

#### 4.7.6 Übersicht über die Ergebnisse der Plattenosteosynthesen

Im Folgenden werden nochmals einige der Ergebnisse aus der Plattenosteosynthese-Gruppe zusammengefasst. Da sich die Hakenplatte von den übrigen Platten, welche alle ausschließlich die Klavikula betreffen, dadurch unterscheidet, dass sie unter artikulärer Beteiligung implantiert wird, sollen hier nochmals diese beiden Formen gegenübergestellt werden: „Mit artikulärer Beteiligung“ vs. „Ohne artikulärer Beteiligung“ (s. Tabelle 29).

Plattenosteosynthese	n	SF-12 PCS	SF-12 MCS	DASH	UCLA		Constant		Zufriedenheit (UCLA)
<b>Mit art. Beteiligung</b>	<b>4</b>	<b>40,1</b>	<b>52,6</b>	<b>22,0</b>	<b>24,0</b>	Schwach	<b>67,0</b>	ausreichend	<b>2,50/5,00</b>
<b>Ohne art. Beteiligung</b>	<b>32</b>	<b>49,4</b>	<b>55,4</b>	<b>10,2</b>	<b>31,6</b>	gut	<b>89,9</b>	gut	<b>4,53/5,00</b>

Tabelle 29: Ergebnisübersicht der Plattenosteosynthese-Gruppe – „Mit artikulärer Beteiligung“ (Hakenplatte) vs. „Ohne artikulärer Beteiligung“ (restliche Platten)

In der obigen Tabelle wurde für alle Plattensysteme, die ohne artikuläre Beteiligung implantiert wurden (Rekonstruktionsplatte, T-Platte, Kleeblattplatte, LCP winkelstabile Platte), im jeweiligen Score bzw. Teilscore ein Gesamtwert berechnet. Dabei zeigt sich, dass die Hakenplatte in allen Scores deutlich schlechter abgeschnitten hat. Bei Betrachtung der Zufriedenheit, welche im Rahmen der UCLA Shoulder Rating Scale erfasst wurde, zeigt sich, dass die Patienten, welche mit einer Hakenplatte versorgt worden waren deutlich unzufriedener waren.

#### 4.8 Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe

Die Ergebnisse bezüglich der Kosmetik und Klinik der Operationsnarbe konnten für das Patientenkollektiv (n=47) in einem Gesamtscore zusammengefasst werden. Dabei ergab sich ein Mittelwert von 11,51 Punkten mit einer Standardabweichung von 2,82 Punkten und einem Wertebereich zwischen 4 und 15 Punkten. Bezüglich der Zufriedenheit mit der Narbe ergab sich ein mittlerer Wert von 3,6 aus 5 Punkten, wobei 5 Punkte "sehr zufrieden" darstellt. Unter dem Gesichtspunkt der Narbenkosmetik kam es zu einem Mittelwert von 3,68 Punkten, was einer Akzeptanz der Narbe aus ästhetischer Sicht gleichzusetzen ist. Im dritten und letzten Punkt, nämlich dem der Klinik, insbesondere hinsichtlich Irritationen durch bspw. Kleidung oder Rucksäcken, lag der Mittelwert bei 4,23 Punkten. Daraus ließ sich ableiten, dass dies ein eher seltenes Problem war und die meisten Patienten diesbezüglich keine Beschwerden aufwiesen.

## 4.9 Bildgebendes Outcome

Das bildgebende Outcome wurde im Zuge dieser Arbeit anhand zweier Punkte erhoben. Einerseits wurden Röntgenaufnahmen in Form von retrospektiven Analysen herangezogen, andererseits sonographische Aufnahmen, die im Verlauf eines regulären Nachuntersuchungstermins durchgeführt wurden.

### 4.9.1 Outcome anhand der Sonographie

Im Rahmen der Auswertung der sonographischen Bilder wurden ausschließlich die coronaren Aufnahmen herangezogen. In der so erhaltenen Frontalebene ließen sich zum einen die Breite des Akromioklavikulargelenksspalts und zum anderen die Höhendifferenz zwischen Klavikula- und Akromionoberkante ermitteln. Von 47 Patienten, die sich rückmeldeten, wurden 32 sonographisch untersucht.

#### 4.9.1.1 Breite des Akromioklavikulargelenksspalts

Die in der Coronarebene ermittelte Breite des ACG-Spalts betrug für das Patientengut (n=32) auf der traumatisierten Seite im Mittel 3,6mm mit einer Standardabweichung von 2,3mm sowie einem Minimum von 1,1mm und einem Maximum von 11,6mm. Auf der Gegenseite lag der mittlere Wert bei 3,3mm und einer Standardabweichung von 2,6mm (Minimum: 0,1mm; Maximum 13,6mm).

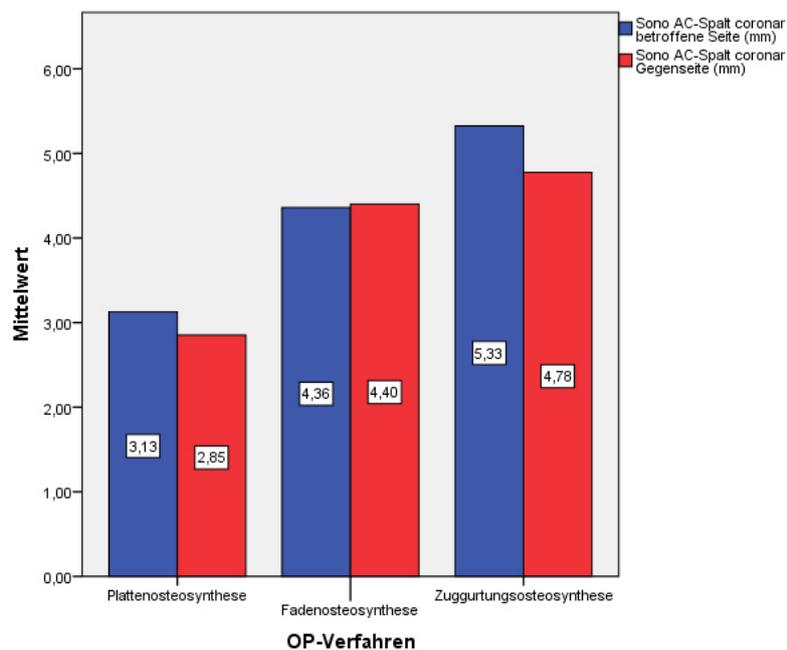
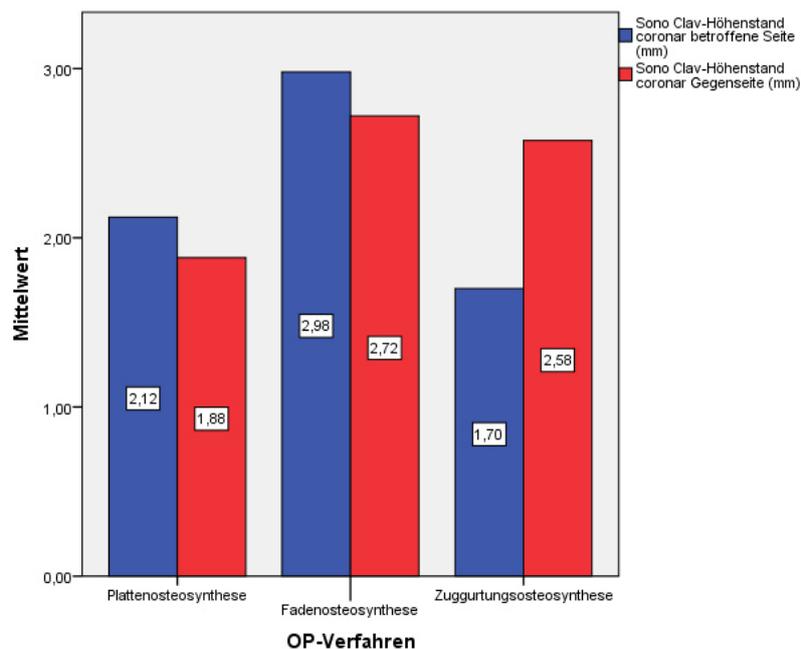


Abb. 81: Breite des ACG-Spalts (in mm) auf der betroffenen und nicht betroffenen Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Die Mittelwerte für beide Seiten zeigten keine signifikante Differenz. Dies ist auch anhand der Balkengraphik in Abbildung 81 zu erkennen. Hier werden die Mittelwerte für die Breite des ACG-Spalts der traumatisierten Seite mit jener der Gegenseite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren verglichen. Mit Ausnahme der Fadenosteosynthese ist festzustellen, dass der Gelenkspalt auf der operierten Seite im Mittel breiter war als auf der Gegenseite. Insgesamt war kein signifikanter Unterschied zwischen betroffener Seite und Gegenseite ( $p > 0,05$ ) über das Kriterium des Operationsverfahrens festzustellen.

#### 4.9.1.2 Höhenstand der Klavikula

Der Mittelwert für den in der Coronarebene ermittelte Höhenstand der Klavikula betrug für das Patientengut ( $n=32$ ) auf der operierten Seite 2,2mm. Das Minimum lag bei 0,0mm, das Maximum bei 7,6mm. Die Standardabweichung belief sich auf 1,8mm. Auf der Gegenseite lag der Mittelwert bei 2,1mm mit einer Standardabweichung von 1,6mm. Auch hier lag das Minimum bei 0,0mm, das Maximum bei 5,1mm.



**Abb. 82: Höhenstand der Klavikula (in mm) auf der betroffenen und nicht betroffenen Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren**

Beim Seitenvergleich des Klavikulahöhenstandes zwischen operierter und nicht operierter Seite (s. Abb. 82) ließ sich in Abhängigkeit vom Operationsverfahren - mit Ausnahme der Zuggurtungsosteosynthesen - feststellen, dass dieser auf der operierten Seite im Durchschnitt größer war als auf der Gegenseite. Während der Unterschied bei der Platten- (2,12mm/1,88mm) und Fadenosteosynthese (2,98mm/2,72mm) nur sehr geringfügig vorhanden war, fiel er bei der Zuggurtungsosteosynthese (1,70mm/2,58mm) deutlicher aus. Insgesamt ergab sich jedoch kein signifikanter Unterschied, was die Seitendifferenz in Abhängigkeit vom Operationsverfahren angeht ( $p > 0,05$ ).

#### 4.9.2 Outcome anhand von Röntgenanalysen

Die verzögerte (4-5 Monate) und ausbleibende (>6 Monate) Knochenheilung sind zeitlich definierte Ereignisse. Daher war für die sichere Beurteilung der Frakturkonsolidierung eine engmaschige postoperative Röntgenkontrolle nötig. Insgesamt war in 42 von 59 Fällen eine vollständige Knochenheilung zu verzeichnen. In einem Fall (winkelstabile Klavikulaplatte bei einem 81-jährigen Patienten) war zumindest von einer verzögerten Knochenheilung auszugehen, da die Fraktur vier Monate nach der Operation noch nicht konsolidiert war, spätere Aufnahmen jedoch nicht zur Verfügung standen. Bei 16 weiteren Patienten war keine ausreichende postoperative Röntgendokumentation vorhanden, so dass hier keine sichere Beurteilung der Knochenheilung gelang. Diese wurden daher von der Beurteilung der Knochenheilung ausgeschlossen. Eine sichere zeitliche Zuordnung für die Konsolidierung gelang anhand von 31 Patienten, bei denen die postoperative Röntgendokumentation in engen Zeitintervallen durchgeführt worden war. Die Konsolidierungszeit belief sich dabei im Durchschnitt auf 2,4 Monate (10,1 Wochen, Standardabweichung: 4,7 Wochen). Bei den übrigen 11 Patienten war zwar eine vollständige Knochenheilung festzustellen, jedoch waren die zeitlichen Abstände zwischen den Aufnahmen zu groß, als dass ein genauer Konsolidierungszeitraum definiert werden konnte.

Im Rahmen der Dislokationsanalyse wurden die Röntgenverläufe aller Patienten (n = 59) erfasst und auf Vollständigkeit überprüft. Ein Röntgenverlauf galt dann als vollständig wenn sowohl prä- als auch postoperative Aufnahmen (s. Abb. 83-85) zur Verfügung standen, was bei 47 Patienten der Fall war. Bei den übrigen 12 Patienten konnten im Archiv keine präoperativen Röntgenbilder gefunden werden, weshalb diese Patienten von der Dislokationsanalyse ausgeschlossen wurden. Betrachtet wurden die Dislokationsgrade prä- bzw. der Grad der Stufenbildung postoperativ. Die Gradeinteilung erfolgte dabei in Prozent der Klavikulaschaftbreite, wobei ein positives Vorzeichen für eine Dislokation des medialen Frakturfragments nach kranial und ein negatives für eine Dislokation nach kaudal stand (s. Tabelle 30).

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
DG präoperativ	47	0,0%	200,0%	82,3%	48,3%
DG postoperativ	47	-20,0%	40,0%	1,9%	8,2%
DG-Differenz	47	0,0%	200,0%	80,4%	50,2%

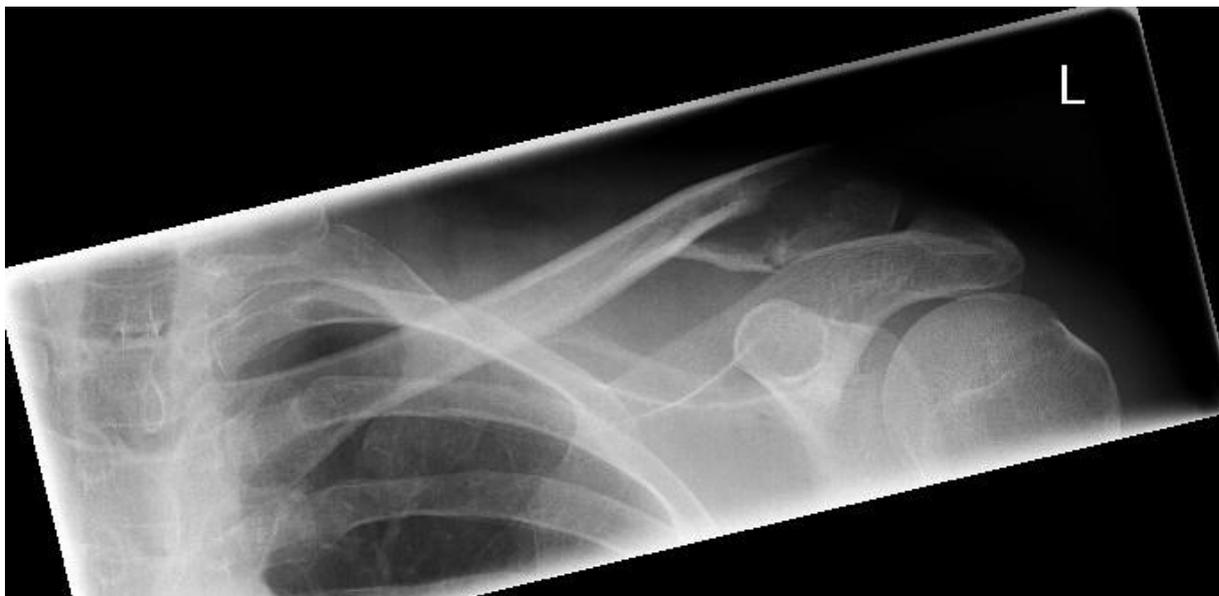
**Tabelle 30: Übersicht über die prä- und postoperativen Dislokationsgrade und deren Differenz in Prozent der Schaftbreite**

Unabhängig von der Operationstechnik betrachtet lag der mittlere Dislokationsgrad bei 82,3% der Schaftbreite (Minimum 0,0%, Maximum 200,0%) und konnte durch eine operative Versorgung auf einen Mittelwert von 1,9% gesenkt werden. Postoperativ lag das Minimum des Dislokationsgrades bei -20,0%. Dies bedeutet, dass der Knochen unter einer Stufenbildung verheilte, bei der das mediale Knochenfragment kaudaler lag als das laterale Fragment. Das Maximum lag bei 40,0% der Schaftbreite. Daraus ergab sich eine mittlere Senkung des Dislokationsgrades um 80,4% der Schaftbreite.

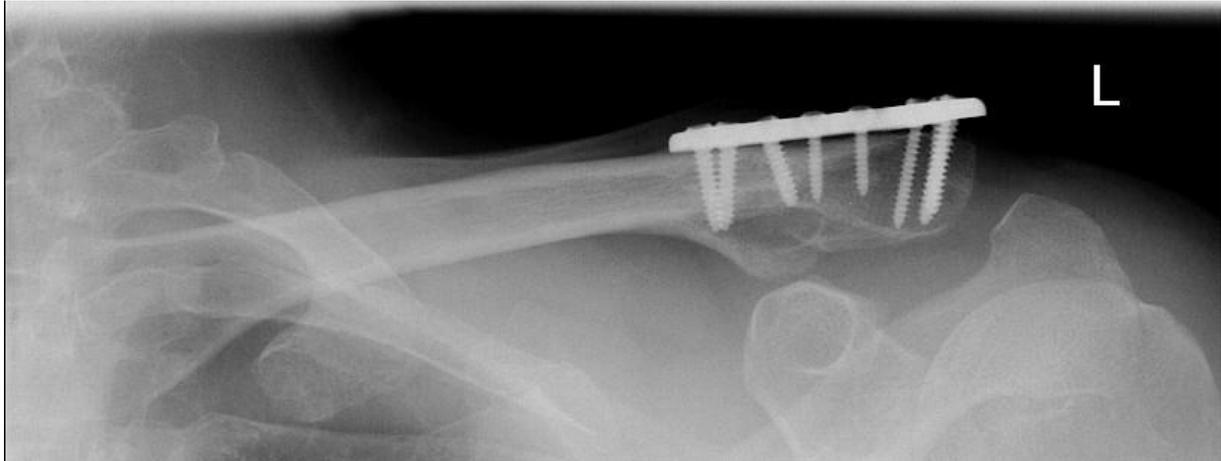
	n	DG präoperativ	DG postoperativ	DG Differenz
<b>Plattenosteosynthese</b>	<b>36</b>	<b>81,1%</b>	<b>1,4%</b>	<b>79,7%</b>
• Rekonstruktionsplatte	5	96,0%	0,0%	96,0%
• T-Platte	2	75,0%	0,0%	75,0%
• Kleeblattplatte	1	0,0%	0,0%	0,0%
• LCP	22	87,3%	3,2%	84,1%
• Hakenplatte	6	61,7%	-3,3%	65,0%
<b>Fadenosteosynthese</b>	<b>8</b>	<b>93,8%</b>	<b>0,0%</b>	<b>93,8%</b>
<b>Zuggurtungsosteosynthese</b>	<b>3</b>	<b>66,7%</b>	<b>13,3%</b>	<b>53,4%</b>
• extraartikulär	1	100,0%	0,0%	100,0%
• transartikulär	2	50,0%	20,0%	30,0%

**Tabelle 31: Übersicht über den Mittelwert vom prä- und postoperativen Dislokationsgrad und deren Differenz in Prozent der Schaftbreite in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik**

Die Übersichtstabelle (s. Tabelle 31) zeigt nochmals wie sich der Dislokationsgrad (DG) der Knochenfragmente in Abhängigkeit vom Operationsverfahren, genauer vom eingesetzten Operationsmaterial, im Röntgenverlauf verhielt. Dabei ist festzustellen, dass der durchschnittliche postoperative DG aller Verfahren, mit Ausnahme der LCP winkelstabilen Klavikulaplatte, der Hakenplatte und der transart. ZG, bei 0,0% lag. Für die winkelstabilen Platten lag dieser Wert bei 3,2%, für die Hakenplatten bei -3,3% und für die transart. ZG bei 20,0%. Was die prä-/postoperative DG Differenz anbelangt, trat kein signifikanter Unterschied ( $p > 0,05$ ) in Abhängigkeit vom Operationsverfahren auf.



**Abb. 83: Röntgenaufnahme im kaudokraniel gekippten Strahlengang einer lateralen Klavikulafraktur links mit einem Dislokationsgrad von 50% der Schaftbreite**



**Abb. 84:** Röntgenaufnahme im kaudokraniel gekippten Strahlengang einer mit einer winkelstabilen Platte der Firma Acumed® versorgten lateralen Klavikulafraktur links. Dislokationsgrad 0% der Schaftbreite



**Abb. 85:** Röntgenaufnahme im kaudokraniel gekippten Strahlengang nach Materialentfernung. Dislokationsgrad 0% der Schaftbreite

## 5 Diskussion

---

Als abschließender Teil werden in der folgenden Diskussion die Ergebnisse dieser Arbeit hinsichtlich ihrer Bedeutung analysiert, kritisch bewertet und mit Daten aus der Literatur verglichen.

### 5.1 Patientenbezogene Daten

In Hinblick auf die Geschlechterverteilung der lateralen Klavikulafraktur beschreibt die Literatur mehrfach [3, 14, 23, 30, 33, 57] eine höhere Inzidenz beim männlichen als beim weiblichen Geschlecht. NORDQVIST beobachtet in diesem Zusammenhang ein m:w Verhältnis von 2,3:1, ROBINSON sogar ein Verhältnis von 2,6:1. Die Beobachtung einer männlich geprägten Geschlechterverteilung konnte anhand des Kollektivs dieser Arbeit, welches einer operativen Versorgung zugeführt werden musste, bestätigt werden, wobei das Verhältnis zwischen männlich und weiblich bei nahezu 4:1 lag und somit nochmals höher war als in der Literatur beschrieben. Hinsichtlich der Altersverteilung treten Klavikulafrakturen laut DONNELLY [5] vor allem bei jüngeren Patienten mit einem Gipfel in der zweiten und dritten Lebensdekade auf. Für die laterale Klavikulafraktur ergeben sich in Abhängigkeit vom Geschlecht jedoch unterschiedliche Altersverteilungen. NORDQVIST [30] beschreibt ein Durchschnittsalter von 33 Jahren bei Männern, bei Frauen hingegen liegt dieses bei 44 Jahren. Der Altersdurchschnitt zum Unfallzeitpunkt dieser Arbeit lag für Männer bei 41 Jahren und für Frauen bei 53 Jahren und somit für beide Geschlechter höher als bei NORDQVIST. Nichtsdestotrotz konnte bestätigt werden, dass das Alter für Männer im Durchschnitt unter dem für Frauen lag. ROBINSON [23] beschreibt ohnehin die Beobachtung lateraler Klavikulafrakturen in einer älteren Bevölkerung. So gesehen könnte das höhere Durchschnittsalter als Bestätigung dieser Annahme interpretiert werden. Des Weiteren konnte beim männlichen Geschlecht ein eindeutiger Altersgipfel in der vierten Lebensdekade festgestellt werden. Anders als bei NORDQVIST [14] zeigte sich allerdings keine erneute Zunahme der Frakturinzidenz in den höheren Lebensdekaden. Beim weiblichen Geschlecht deutete sich eine zweigipfelige Kurve an mit einem Gipfel in der dritten Lebensdekade und einer deutlicheren Präsenz in der siebten Dekade. Hierbei zeigte sich auch ab der vierten Dekade eine stetige Zunahme der Inzidenz. Eine Inzidenzzunahme im Alter wird auch von NORDQVIST [14] für das weibliche Geschlecht beschrieben. Gründe hierfür könnten eine Zunahme des Sturzrisikos mit dem Alter bei gleichzeitiger Zunahme knöcherner Degeneration, insbesondere in Form der postmännopausalen Osteoporose der Frau, sein [17].

## 5.2 Unfallbezogene Daten

NOWAK et al. [3] beschrieben 1999 die Ätiologie und Epidemiologie von Klavikulafrakturen anhand einer zweijährigen prospektiven Studie in Uppsala in Schweden. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Klavikulafrakturen u.a. unter dem Gesichtspunkt ihrer Entstehung, insbesondere hinsichtlich des Unfalltyps und des Unfallmechanismus, untersucht. Dabei beobachtete die Arbeitsgruppe um NOWAK, dass der Fahrradsturz als die häufigste Ursache für eine Klavikulafraktur zu werten ist. Dahinter reihten sich mit absteigender Häufigkeit der einfache Sturz, der Verkehrsunfall, der Fußball und der Wintersport ein. Der Radsturz wurde auch in der vorliegenden Arbeit als die häufigste Frakturursache identifiziert. Zusammen mit dem Verkehrsunfall an zweiter und dem Sturz an dritter Stelle kann damit Nowaks Beobachtung der drei häufigsten Unfalltypen bestätigt werden. Einzig die Reihenfolge der Plätze 2-5 unterscheiden sich geringfügig. So lag hier der Verkehrsunfall vor dem Sturz und der Wintersport wiederum vor dem Fußball. Mit Blick auf die Jahresverteilung von Klavikulafrakturen stellten NOWAK et al. fest, dass der Juni gefolgt vom Mai die Monate mit den meisten Frakturinzidenzen sind. Im Zuge dieser Arbeit wurden ebenfalls der Mai und der Juni, jedoch in gleichem Ausmaß, als Monate mit dem häufigsten Auftreten von Frakturen erkannt, womit auch in diesem Punkt eine Übereinstimmung mit der Literatur zu verzeichnen ist. Es ist anzunehmen, dass vermehrte Freiluftaktivitäten bedingt durch die klimatischen Verhältnisse zur Mitte des Jahres für das verstärkte Auftreten der Frakturen zu dieser Jahreszeit verantwortlich sind. Diese These vertritt auch NOWAK in seiner Arbeit [3]. Mit Blick auf den Unfallmechanismus wurde in dieser Arbeit zunächst zwischen direktem und indirektem Trauma differenziert, wobei das direkte in 100% der Fälle ursächlich war. Dies ist eine Beobachtung, die auch durch die Literatur bestätigt wird. So beschrieb bereits NEER [15], dass die direkte Gewalteinwirkung auf die Schulter als die wichtigste Ursache in der Biomechanik der lateralen Klavikulafraktur anzusehen ist. Auch NOWAK et al. messen dem direkten Trauma (98%), sei es nun durch den direkten Fall auf die Schulter oder bedingt durch einen direkten Schlag auf die Schulter, eine wesentliche größere Bedeutung bei als der indirekten Gewalteinwirkung (2%) im Sinne eines Falls auf den ausgestreckten Arm. Der Kraftvektor ist ein wichtiger Parameter für das Verständnis der Trauma-Biomechanik. Laut NORDQVIST [14] ist das direkte Trauma in kraniokaudaler Richtung auf die Schulter der wesentliche Mechanismus in der Entstehung einer lateralen Klavikulafraktur. Die Vektorenanalyse dieser Arbeit ergab jedoch, dass bei den untersuchten Patienten das direkt laterale Trauma die häufigste Ursache für eine Fraktur war. An dritter Stelle erst, nach dem ventrolateralen und gleich mit dem dorsalen Trauma, stand der kraniokaudale Vektor. Es ist hierbei anzumerken, dass diese Vektorenanalysen ausschließlich auf den Unfallschilderungen durch die Patienten beruhen, welche wiederum auf anamnestischer Basis erfolgten. Hinzu kommt, dass dies nur bei 29 Patienten möglich war, womit sich wiederum eine sehr kleine Fallzahl ergibt, die eine repräsentative Darstellung der Messwerte erschwert.

### 5.3 Frakturbezogene Daten

Bezüglich der Frakturseite kann bei Betrachtung der Literatur keine eindeutige Aussage getroffen werden was die Dominanz der einen oder anderen Seite anbelangt. Zwar existieren einige Arbeiten [3, 23, 58-60], in denen die linke Seite häufiger frakturiert war, dies jedoch immer ohne Signifikanz. Gleichzeitig war in einigen anderen Arbeiten [61, 62] die rechte Seite häufiger betroffen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde ein 3:2 Verhältnis zu Gunsten der linken Seite beobachtet, wobei auch hier der Unterschied ohne Signifikanz war.

Da bei dieser Arbeit die Frakturklassifikation nach Jäger und Breitner herangezogen wurde, bietet sich in diesem Punkt ein Vergleich mit der Arbeit von HESSMANN et al. [31] an. In ihrer Studie über die Therapie und den Ergebnissen bei lateralen Klavikulafrakturen aus dem Jahre 1997 untersuchten sie 66 Patienten. Bei der Fraktуреinteilung zeigte sich, dass die Typ IIa Fraktur mit 54,5% deutlich vor der Typ I (21,2%), Typ III (18,2%) und Typ IIb Fraktur (6,1%) lag. Dies ist eine Verteilung, die durch die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigt werden kann. Auch hier lag die Typ IIa Fraktur mit 52,5% deutlich vor den übrigen Klassifizierungen. Die Ausnahme bildeten einzig das gleich häufige Auftreten von Typ I und Typ III Frakturen. Des Weiteren war die Typ IIb Fraktur zwar die seltenere von diesen vier Formen, war mit 13,6% jedoch mit einer zweimal größeren Häufigkeit als in der Literatur beschrieben vertreten. Dass die Typ IIa Fraktur in dieser und anderen Arbeiten, welche die operative Therapie der lateralen Klavikulafraktur evaluieren, am häufigsten ist, liegt wohl an der Tatsache, dass es sich dabei um instabile Frakturen mit hohen Dislokationsgraden handelt, für deren Therapie wiederum meist die Operation empfohlen wird.

### 5.4 Grunderkrankungen und Begleitverletzungen

Im vorliegenden Patientenkollektiv lag die Zahl der Patienten mit allgemeinen Diagnosen bei 23, was einem Anteil von 39,0% entspricht. Diese wiederum teilten sich auf in 27,1% mit 1-2 Diagnosen und 11,9% mit >3 Diagnosen. Somit belief sich die Zahl der Patienten ohne relevante Diagnosen auf 61%. Unter der Annahme, dass die Morbidität bzw. Comorbidität mit zunehmendem Alter steigt [63], ist die oben genannte Verteilung die logische Folge der Altersverteilung und des damit einhergehenden Durchschnittsalters (43,4 Jahre) dieses Patientenguts. Einen weiteren wichtigen Punkt bilden die Vorerkrankungen der Schulter. In dieser Arbeit wiesen insgesamt drei Schultern eine Vordiagnose auf, wovon zwei traumatisch bedingt waren. Eben diese zwei sind von Bedeutung, da es sich in beiden Fällen um Klavikulaschaftfrakturen gehandelt hatte, welche durch plattenosteosynthetische Verfahren therapiert worden waren. Bei beiden Patienten waren dieselben Schlüsselbeine in der Folge durch eine laterale Klavikulafraktur betroffen, wobei im ersten Fall kein Osteosynthesematerial mehr vorhanden war. Im zweiten war dies jedoch im Sinne einer periprothetischen Fraktur der Fall. Interessant ist der erste Fall unter dem Gesichtspunkt der Knochenheilung und der Gefahr von

Refrakturen nach Materialentfernung, insbesondere weil der Patient mit Z.n. Klavikulaschaftfraktur und Materialentfernung bei einer Typ I Fraktur nach Jäger und Breitner verglichen mit der Vordiagnose eine völlig andere Frakturlokalisation vorwies.

Begleitverletzungen sind ein weiteres wichtiges Thema bei Frakturen, insbesondere hinsichtlich des Outcomes für den Patienten. Dabei ist der Begriff allerdings als relativ anzusehen, da er je nach Schweregrad der weiteren Verletzungen bagatellisierend wirken kann. In der vorliegenden Arbeit wiesen 44,1% der Patienten Begleitverletzungen auf, in 30,5% handelte es sich um schwere Formen. ROBSINON [23] beobachtete in seiner Arbeit, dass 67,6% des Patientenguts Begleitverletzungen aufwiesen, welches ein höherer Wert als der in dieser Studie festgestellte ist. Hierbei sei anzumerken, dass sich Robinson in seiner Studie nicht alleinig mit der lateralen Klavikulafraktur beschäftigte, sondern mit Klavikulafrakturen im Allgemeinen. NORDQVIST hingegen befasste sich in seiner Arbeit über die natürliche Ursache lateraler Klavikulafrakturen aus dem Jahre 1993 ausschließlich mit Frakturen dieser Klassifizierung. Dabei stellte er fest, dass 17,3% des Patientenkollektivs von weiteren Verletzungen betroffen waren. Somit ist der Anteil an Begleitverletzungen aus seiner Arbeit wesentlich niedriger als in der vorliegenden. Aufgrund der gleichen Klavikulafrakturform gilt es sich hier an Nordqvists Daten zu orientieren.

Insgesamt ist die Zahl von Begleitverletzungen, insbesondere ihr Schweregrad, abhängig von der zugrundeliegenden Gewalteinwirkung und somit vom Unfalltyp, weshalb keine generelle Aussage bezüglich des prozentualen Anteils von Begleitverletzungen gemacht werden kann.

## 5.5 Zeitliches Versorgungsmanagement

Eine Reihe von Arbeiten [32, 34, 58, 60, 64, 65] zeigen, dass das zeitliche Intervall zwischen Unfall und operativer Versorgung in der Regel unter 10-12 Tagen liegt. Dabei werden ausschließlich Operationen akuter Frakturen berücksichtigt und jene verspäteter Non-Union ausgeschlossen. Bei diesen Messwerten zeigt sich jedoch eine gewisse Varianz. Während EDWARDS et al. [58] in ihrer Arbeit ein Zeitintervall unter 48 Stunden beobachten, beschreiben WEBBER [60] und ANDERSEN [64] jeweils 10 bzw. 12 Tage. Bei MEDA [65] liegt die durchschnittliche Dauer bei 7 Tagen, GOOD [32] hingegen spricht von einem Median, welcher ebenfalls bei 7 Tagen liegt. Das Zeitintervall bis zur Operation lag in der vorliegenden Arbeit im Durchschnitt bei 5,44 Tagen, der Median lag bei 5 Tagen, womit hier eine mittige Einordnung im direkten Vergleich zur Literatur gelingt. GOOD et al. [32] beobachteten in ihrer Studie des Weiteren einen medianen Stationsaufenthalt von 2 Tagen, während dieser in der vorliegenden Arbeit bei 5 Tagen lag. Jedoch sei anzumerken, dass alle Patienten in Goods Arbeit mit einer Hakenplatte versorgt wurden, während diese Therapieform in dieser Studie nur eine von vielen war. Darüber hinaus ist der stationäre Aufenthalt abhängig vom Schweregrad weiterer Verletzungen. So ist es nicht

verwunderlich, wenn die Aufenthaltsdauer eines polytraumatisierten Patienten, bei welchem die Klavikulafraktur nur eine von mehreren Diagnosen ist, länger ist als bei dem Patienten mit einer isolierten Schlüsselbeinfraktur. In diesem Zusammenhang ist der mediane Aufenthalt in der Gruppe mit schweren Begleitverletzungen mit 14 Tagen zwar deutlich länger, jedoch ändert sich beim Filtern dieser Gruppe nichts an der Aufenthaltsdauer jener mit keinen oder leichten Begleitverletzungen (Median: 5 Tage).

## 5.6 Therapiebezogene Daten

In der Therapie der lateralen Klavikulafraktur ist ein Abrücken vom konservativen hin zum operativen Konzept festzustellen. Die Gründe hierfür sind unterschiedlicher Natur. Einerseits ist das Komplikationsrisiko zu beachten, welches mit der konservativen Therapie einhergeht, wobei in diesem Zusammenhang die verspätete bzw. ausbleibende Knochenkonsolidierung als wichtigste Komplikationsform zu nennen ist. Andererseits ist der Einsatz operativer Methoden mit guten Ergebnissen verbunden. Dennoch ist in der Literatur keine eindeutige Therapieempfehlung zu finden. Viel mehr zeigt sich eine Vielzahl verschiedenster Operationsverfahren, welche mit guten bis sehr guten Resultaten einhergehen. Zumeist werden die Ergebnisse eines einzelnen Verfahrens dargelegt oder zwei Verfahren hinsichtlich ihrer Resultate gegenübergestellt. Hierbei liegt den verschiedenen Operationsverfahren jedoch das gemeinsame Prinzip der offenen Reduktion und internen Fixation zugrunde. Die Verwendung der Hakenplatte und die damit einhergehenden Resultate wurden in einer Reihe von Arbeiten [32, 33, 59, 62, 65, 66] als Einzelstichprobe untersucht. ANDERSEN [64] sowie SCHLIEMANN [34] untersuchten den Einsatz winkelstabiler Platten. KLEIN [57] wiederum verglich in seiner Veröffentlichung anhand von zwei Stichproben die Ergebnisse von Hakenplatte und winkelstabiler Platte. Die T-Platte, diese jedoch in Form einer distalen Radiusplatte, war Objekt der Publikationen von LARGO [67] aus dem Jahre 2010 und ABDELDAYEM [68] aus dem Jahre 2013. Die Kirschner-Drahtosteosynthese in Kombination mit einem coracoclaviculären Fadenanker wurde 2005 von BEZER et al. [69] hinsichtlich des Therapieerfolgs bei instabilen Frakturen mit Beteiligung der CC-Bandapparatur erforscht. MALL et al. [36] untersuchten die Therapie mittels eines coracoclaviculären, achtertourigen PDS-Loops. Ähnlich in der Methodik untersuchten SOLIMAN et al. [61] im Jahre 2012 eine prinzipiell gleiche Form der Fadenosteosynthese wie in der vorliegenden Studie.

In dieser Arbeit wurden drei Hauptoperationsverfahren unter Verwendung von fünf verschiedenen Platten, einer PDS-Kordel und zweier Varianten der Zuggurtungsosteosynthese untersucht. Auf Basis der Operationszahlen und des zeitlichen Verlaufs ließ sich bereits feststellen welche Verfahren sich am Klinikum Großhadern etablierten und bei welchen dies nicht der Fall war. So waren z.B. Implantationen von T-Platten (n = 4; 2001-2004) sowie Kleeblattplatten (n =

1; 2002) selten angewandte Methoden, die sich nicht in die Routine durchsetzen konnten. Daraus wiederum ergaben sich insbesondere innerhalb der plattenosteosynthetisch versorgten Gruppe unterschiedlich große Stichproben, die Vollständigkeitshalber in die Auswertung inkludiert wurden, jedoch beim Ergebnisvergleich aufgrund ihrer niedrigen Fallzahl kritisch bewertet werden müssen. Insgesamt wurde in der vorliegenden Arbeit demnach eine größere Zahl an Therapieformen vergleichend untersucht als in der obig erwähnten Literatur, die im Folgenden neben anderen Arbeiten noch zum Ergebnisvergleich herangezogen wird.

Komplikationen waren in dieser Arbeit perioperativer und insbesondere postoperativer Natur. Auffällig war dabei das Materialversagen im Rahmen der Versorgung mittels der Rekonstruktionsplatte. Unter Einschließung sekundärer Eingriffe mit erneuter Rekonstruktionsplattenimplantation (n=12) lag die Komplikationsrate des Materialversagens in dieser Arbeit bei 25,0% (bezogen auf die Komplikationen der Rekonstruktionsplatte n=4). Dabei waren eine Wundheilungsstörung und zwei Plattenbrüche beim selben Patienten zu verzeichnen. Insgesamt teilten sich die vier postoperativen Komplikationen der Rekonstruktionsplatte (3 x Materialversagen, 1 x Wundheilungsstörung) auf zwei Patienten auf. Genau diese zwei Patienten waren für ein Follow Up nicht zu rekrutieren, wodurch eine Bias der Resultate aus der Stichprobe der Rekonstruktionsplatte nicht vollständig auszuschließen ist. Bei solch einem kleinen Kollektiv ist die Komplikationsrate in dieser Arbeit jedoch nicht aussagekräftig.

## 5.7 Diskussion des funktionellen Outcomes

In der Medizin gelten Scores als Instrumente zur Messung eines momentanen Zustands bei einem Patienten und ermöglichen durch Quantifizierung sowie Objektivierung eine bessere Beurteilbarkeit dieses Zustands. Sie helfen insbesondere dabei Therapien hinsichtlich ihres Erfolgs oder Misserfolgs zu bewerten und mit alternativen Behandlungsmethoden zu vergleichen. Für die Beurteilung und den Vergleich verschiedener operativer Versorgungsmöglichkeiten in der Therapie der lateralen Klavikulafraktur wurden in dieser Arbeit vier international anerkannte Scores angewendet. Dabei galt es zunächst einen Rahmen zu schaffen, anhand dessen die Bewertung der funktionellen Schulterergebnisse stattfinden konnte. Dies geschah in Form des SF-12® Health Surveys, welcher die Bewertung des körperlichen und geistigen Gesundheitszustands erlaubte. Der relative Bezug zum allgemeinen Wohlbefinden war insbesondere bei den funktionellen Ergebnissen in den unteren Bereichen von Interesse. Bei der Methodik den SF-12® Health Survey als Fixpunkt zu verwenden bestand jedoch das Potential für Konflikte was die Kausalität anbelangte. So war nicht sicher festzustellen ob ein schlechter funktioneller Score einen unterdurchschnittlichen Gesundheitsscore bedingte oder umgekehrt. Dieses Problem galt zumindest sicher für den psychischen Teil des SF-12® Health Surveys, bei dem ein schlechtes Resultat durchaus durch eine mangelhafte Schulterfunktion bedingt sein konnte. Jedoch gilt dies

nicht zwingend für den physischen Teilbereich des Scores, welcher allgemeine Punkte der körperlichen Fitness abfragte und in erster Linie nichts mit der speziellen Schulterfunktion zu tun hatte. In diesem Teilbereich des Scores lagen die Ergebnisse in Abhängigkeit vom Operationsmaterial im Bereich von 50 Punkten und somit im Bereich der Referenzwerte aus der Normalbevölkerung. Im Falle der Rekonstruktionsplatte, T-Platte, Fadenosteosynthese und der extraartikulären Zuggurtungsosteosynthese lagen die Resultate sogar im überdurchschnittlichen Bereich. Die Ausnahme bildeten hier die Kleeblatt- und die Hakenplatte mit Ergebnissen weit unter der 50 Punktemarke. Bei der Analyse der Alters- und Geschlechterverteilung ließ sich feststellen, dass die Kleeblattplatte (n=1) bei einer Patientin in der Altersklasse der 70-79 Jährigen angewandt wurde. Diese Patientin war wiederum zum Zeitpunkt der Ergebniserhebung (10 Jahre nach der Operation) bereits in der Altersklasse der 80-89 Jährigen, so dass der niedrige Physical Component Summary Score von 30,7 unter Einbezug des Alters ein zu erwartendes Ergebnis war. Im psychischen Teil des Scores ergaben sich mit Ausnahme der Zuggurtungsosteosynthesen, deren Ergebnisse geringfügig unter der Norm lagen, überdurchschnittliche Werte, so dass in dieser Arbeit bei Gesamtschau der durchschnittlichen Score-Werte keine direkte Korrelation zwischen Schulterfunktion und dem psychischen Wohlbefinden ausgemacht werden konnte.

Den ersten eigentlichen Funktionsscore dieser Arbeit bildete der DASH-Score. Dieser ist kein spezifischer Schulterscore, sondern wie sein Name (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) bereits zu erkennen gibt ein Funktionstest der gesamten oberen Extremität. Insbesondere durch seine große Itemzahl, welche verschiedenste Handlungen des täglichen Lebens abfragt, gewährt der Score einen Überblick über die Alltagsfähigkeit der geprüften Seite. Mit Blick auf die Literatur bieten sich eine Reihe von Arbeiten [62, 66, 70-72] zum Thema der lateralen Klavikulafraktur und seiner Therapie an, in denen der DASH-Score zur Outcomemessung herangezogen wurde. Beim Vergleich verschiedener Publikationen ist zu sehen, dass ein DASH-Score bis 10/11 Punkten als funktionell gutes Ergebnis gewertet wurde. WITT et al. [66] beispielsweise veröffentlichten im Jahre 2008 eine Arbeit zum Thema der Therapie mittels Hakenplatte, wobei sie einen mittleren DASH-Score von 10,75 Punkten beobachteten. Insgesamt erachteten sie dieses Ergebnis als gut und befanden es als Bestätigung ihres überwiegend positiven Gesamteindrucks. Die Arbeitsgruppe um LIN [72] untersuchte ebenfalls den Einsatz der Hakenplatte und beobachtete für das Gesamtkollektiv einen mittleren DASH-Score von 14,43 Punkte. Nach Ausschluss aller Patienten mit subacromialem Impingement sowie Läsionen der Rotatorenmanschette lag der mittlerer Score bei 9,96 Punkten. TIREN et al. [71] publizierten 2012 einen Artikel über die Versorgung der lateralen Klavikulafraktur anhand einer superioren winkelstabilen Osteosyntheseplatte, wobei sie als eines der Messinstrumente den QuickDASH verwendeten. Dabei handelt es sich um eine auf ein Drittel verkürzte Form des normalen DASH-Scores mit

jedoch gleicher Punkteverteilung und Auslegung. In deren Arbeit lag der mittlere Punktwert bei 3,6 Punkten. In der vorliegenden Studie gingen die drei übergeordneten Operationstechniken im Rahmen des DASH-Scores in der Gesamtheit mit guten Ergebnissen einher. Dabei war jedoch festzustellen, dass der mittlere Score für die Plattenosteosynthese im Vergleich zur jener der Faden- und Zuggurtungsosteosynthese höher und somit schlechter war. Im Detail war zu erkennen, dass das schlechtere Ergebnis unter anderem durch das Gewicht der Kleeblatt- und Hakenplatte bedingt war. Im Vergleich mit der Literatur zeigt sich, dass die Verwendung der winkelstabilen Platte (11,67 Punkte) leicht über der 11 Punktemarke lag und somit schlechtere Resultate hervorbrachte als in der Studie von Tiren [71]. Bei genauer Betrachtung können 5 von 22 Patienten, die eine winkelstabile Platte erhielten, bezüglich des DASH-Scores (27, 37, 39, 49, 57 Punkte) als Ausreißer bezeichnet werden. Von diesen wiederum waren zwei in der Altersklasse jenseits der 70 Jährigen und multimorbid. Bei der Gruppe der Hakenplatte waren die Ergebnisse (21,88 Punkte) verglichen mit denen von WITT [66] (10,75 Punkte), LIN [72] (14,43 Punkte) und HAIDAR [62] (4,6 Punkte) ebenfalls höher und schlechter. Jedoch gilt es zu beachten, dass die Stichprobe der Hakenplatten in der vorliegenden Arbeit mit insgesamt 6 Patienten, wovon wiederum nur 4 in die Ergebnisauswertung eingeflossen sind, nur bedingt als repräsentativ anzusehen ist und der Vergleich mit der Literatur nicht valide gelingt.

Die von der UCLA entwickelte Shoulder Rating Scale bildete den zweiten Funktionsscore und lieferte ergänzende Informationen hinsichtlich der Kriterien "Schmerz", "Bewegungsumfang in der Anteversion", "Kraft bei der Anteversion" sowie der "Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis". Insbesondere im Zuge der Schmerzanalyse wurden neben der Schmerzintensität ebenfalls die Schmerzdauer und die therapeutischen Maßnahmen zur Schmerzlinderung abgefragt. Insgesamt betrachtet sind die Resultate aller drei Hauptmethoden auch im Rahmen dieses Scores im guten Bereich angesiedelt, d.h. im Punktebereich zwischen 29 und 33 von insgesamt 35 Punkten. Dabei zeigte sich bezüglich der Punkteverteilung abermals die gleiche Abstufung. Die Fadenosteosynthese lieferte ein dezent besseres Outcome als die Zuggurtungs- und Plattenosteosynthese. In der Publikation von TAN et al. [73] aus dem Jahre 2012 wurde die operative Behandlung der lateralen Klavikulafraktur anhand des Vergleichs zwischen der Hakenplatte und der T-Platten evaluiert. Die Outcomemessung erfolgte dabei ebenfalls mittels der UCLA Shoulder Rating Scale. Das Gesamtergebnis belief sich auf 30,91 Punkte für die Gruppe der Hakenplatte und 34,11 Punkte für die der T-Platte, wobei das statistische Ergebnis signifikant war. Im direkten Vergleich mit der vorliegenden Arbeit zeigt sich, dass die T-Platte mit 34,33 Punkten auch hier ein exzellentes Ergebnis erzielte, womit Tans Resultat bestätigt wird. Anders ist dies bei der Hakenplatte, welche mit 24,25 Punkten ein schwaches Ergebnis erzielte und weit unter dem Punktwert aus Tans Arbeit lag. Beim Vergleich des Kriteriums für den Schmerz zeigt sich erneut eine Bestätigung was das Ergebnis der T-Platten Gruppe betrifft. Der Punktwert für

diese Kategorie lag in der Publikation von Tan et al. bei ca. 10 Punkten und in dieser Arbeit bei 9 Punkten. Beim Vergleich der Hakenplatten-Gruppen - 6 Punkte in dieser Arbeit und 8 Punkte in Tans Arbeit - zeigt sich wiederum eine Diskrepanz. Das letzte Item der Shoulder Rating Scale, welches in dieser Studie näher betrachtet wurde, war die Patientenzufriedenheit. Die Arbeitsgruppe um TAN stellte in diesem Zusammenhang einen nahezu gleichen Zufriedenheitsscore (Hakenplatte 4,87 Punkte; T-Platte 4,95 Punkte) für beide Stichproben fest. Die Zufriedenheitsanalyse in dieser Arbeit zeigte 2,50 Punkte für die Hakenplatte und 5,00 Punkte für die T-Platte. Dies ist ein Ergebnis, welches einerseits bezüglich der T-Platte die Literatur bestätigt und andererseits die Hakenplatte betreffend einen Unterschied aufzeigt. In der Gesamtschau gilt es jedoch die Fallzahlen dieser Studie kritisch zu betrachten. Wie bereits oben erwähnt wurde, lag die Fallzahl, also die Zahl an Patienten, deren Ergebnisse tatsächlich ausgewertet werden konnten, bei der Hakenplatte (n=4), aber auch bei der T-Platte (n=3) weit unter den Fallzahlen aus der Arbeit von TAN et al. (Hakenplatte n=23; T-Platte n=19). Zwar wurde hier das Outcome der T-Platte bestätigt bzw. das der Hakenplatte abgelehnt, jedoch kann die Repräsentativität dieser beiden Methoden aus dieser Arbeit angezweifelt werden.

Den letzten funktionellen Schulter score bildete der Constant-Score. Dieser ist mit Blick auf die Literatur der weitverbreitetste Test zur Evaluation der Schulterfunktion. Dementsprechend findet sich seine Anwendung in einer Reihe von Publikationen [32-34, 36, 59-61, 69, 70] zum Thema der lateralen Klavikulafraktur. Er fragt ebenso wie der DASH-Score und die UCLA Shoulder Rating Scale die Kategorien "Schmerz" und "Alltagsfunktion" ab, setzt seinen Punkteverteilungsschwerpunkt jedoch vor allem in den Kategorien "Bewegungsumfang" und "Kraft". Somit besteht der Score aus einem subjektiven und einem objektiven Teil. Gerade der Score im objektiven Teilbereich, d.h. der Score des Bewegungsumfangs und der Kraft, ermöglichte in der Analyse durch einen direkten Seitenvergleich eine bessere Einordnung und Bewertung der Ergebnisse. Voraussetzung hierfür war die Annahme, dass die nicht betroffene Seite in Form einer gesunden Schulter als Referenzpunkt dienen kann. Dabei wurden jedoch das Kriterium der Seitendominanz sowie Vorerkrankungen der nicht betroffenen Seite zunächst nicht berücksichtigt. Der objektive Teil ist des Weiteren der Bereich, der durch einen Untersucher im Sinne einer klinischen Untersuchung durchgeführt werden sollte. Da eine Nachuntersuchung für eine gewisse Schnittmenge des Patientenguts in dieser Arbeit jedoch nicht möglich war, erfolgte die Beurteilung des objektiven Teilbereichs durch einen Selbstevaluationsbogen nach der Vorlage von BOEHM [49] und BUSTAMI [50]. Laut BOEHM ist dieser erweiterte Fragebogen ein valides Instrument zur Erhebung des Constant Scores. Deswegen und weil die Kraftmessung während eines regulären Untersuchungstermins nach der Methode von BUSTAMI erfolgte, wurde in dieser Arbeit angenommen, dass die Resultate beider Untersuchungsformen gleichermaßen valide sind.

Bei Betrachtung des Gesamtergebnisses zeigt sich erneut, dass die Resultate aller drei Hauptmethoden im guten beziehungsweise, im Falle der Zuggurtungsosteosynthese sogar, im exzellenten Bereich lagen. Das Ergebnis der Plattenosteosynthese-Gruppe lag mit einem Mittelwert von 87 Punkten wiederholt an dritter und somit letzter Stelle. Auch hier ist zu beobachten, dass die Ergebnisse der Hakenplatte (67 Punkte) und der Kleeblattplatte (59 Punkte) wesentlich niedriger waren als die der drei alternativen Osteosyntheseplatten (Rekonstruktionsplatte 95 Punkte; T-Platte 99 Punkte; LCP winkelstabile Platte 89 Punkte). Die Stichprobe der Kleeblattplatte sowie ihre Ergebnisse wurden bereits im Rahmen der Beurteilung des SF-12® Health Surveys aufgrund der Altersgruppe relativiert, jedoch ist anhand der direkten Gegenüberstellung von betroffener und nicht betroffener Seite im objektiven Teil des Constant Scores festzustellen, dass beide Seiten sowohl was den Bewegungsumfang als auch was die Kraft anbelangt gleichermaßen erhebliche Defizite aufwiesen. Daher ist davon auszugehen, dass das schlechte Outcome der Kleeblattplatte im Constant-Score sowie in den anderen Scores nicht aufgrund der operativen Versorgung, sondern aufgrund einer grundlegenden Problematik, wie bspw. das Alter, das Geschlecht oder die Anzahl allgemeiner Diagnosen (im Sinne einer Multimorbidität), bedingt war.

Auffällig ist des Weiteren erneut das Ergebnis der Hakenplatte, insbesondere beim Vergleich mit der Literatur. FLINKKILÄ et al. [59] publizierten im Jahre 2006 hierzu eine Arbeit und stellten einen mittleren Constant Score von 80 Punkten auf der betroffenen Seite und 82 Punkten auf der Gegenseite fest, womit die nicht betroffene Seite funktionell leicht besser war. In der vorliegenden Arbeit wurde kein Gesamt-Score für beide Seiten eingebracht, da der subjektive Teil nur für die betroffene Schulter beantwortet wurde, jedoch ließ sich erkennen, dass die Gegenseite in den Bereichen "Bewegungsumfang" und "Kraft" besser als die operierte Seite abschnitt. Auch in der Arbeit von TIREN et al. [70] aus dem Jahre 2012, einer retrospektiven Analyse von 28 Patienten, welche zwischen 2001 und 2008 aufgrund einer lateralen Klavikulafraktur mit einer Hakenplatte versorgt worden waren, wurde ein mittlerer Constant Score von 97 Punkten beobachtet, welcher somit ebenfalls wesentlich höher war als der Score in dieser Arbeit.

Ein Vergleich der fadenosteosynthetischen Verfahren gelingt anhand der Arbeiten von SOLIMAN [61] und MALL [36]: Die Arbeitsgruppe um MALL untersuchte an der Charité Berlin zwischen 1999 und 2000 das operative Ergebnis von 12 Patienten mit einer Typ II Fraktur nach NEER, d.h. mit einer Fraktur des lateralen Klavikuladrittels unter Beteiligung der coracoclaviculären Bänder. Die operative Methode erfolgte über eine PDS-Kordel unter dem gleichen Prinzip wie in der vorliegenden Arbeit. Das Outcome wurde anhand des Constant Scores evaluiert, wobei kein genauer Scorewert genannt wurde. Vielmehr wurde das Ergebnis aller Patienten als "exzellent" bezeichnet. Nach der Ergebnisverteilung von BOEHM [53] gilt ein Constant Score zwischen 91 und 100% als "exzellent". Da der Arbeit von MALL et al. jedoch kein genauer Punktwert zu entnehmen

ist, kann zumindest von einem guten Ergebnis ausgegangen werden. SOLIMAN et al. publizierten 2013 eine Arbeit über die Versorgung lateraler Klavikulafrakturen mittels eines Ethibond-Fadens, der mit einem ähnlichen Prinzip über eine coracoclaviculäre Cerclage, jedoch ohne Bohrloch, die Reduktion und Fixation der Fraktur gewährleistet. Der mittlere Constant Score lag hier bei 96,07 mit einem Wertebereich zwischen 91 und 100 Punkten. Die operative Behandlung mittels einer Fadenosteosynthese lieferte auch in der vorliegenden Arbeit mit einem mittleren Constant Score von 89 Punkten ein gutes Ergebnis und kann daher das gute Outcome fadenosteosynthetischer Verfahren aus der Literatur bestätigen. Der Vorteil, der sich aus der Verwendung eines PDS Fadens ergibt, ist seine Resorbierbarkeit und dadurch die Vermeidung sekundärer Eingriffe zur Materialentfernung. Ein Nachteil könnte sich aus dem Repositionsverlust ergeben, der in dieser Arbeit am deutlichsten in der Fadenosteosynthese Gruppe ausfiel. Jedoch waren hier keine Verschlechterungen der Funktionalität auszumachen.

Auffällig ist das gute Outcome der Zuggurtungsosteosynthesen in allen Funktionsscores, insbesondere aber im Rahmen des Constant Scores (94 Punkte). LEE et al. [74] veröffentlichten 2009 eine Arbeit, in der sie das Outcome der operativen Versorgung mittels der Hakenplatte mit der Zuggurtungsosteosynthese verglichen. Die Zuggurtungsosteosynthese erfolgte dabei in Form einer extraartikulären Fixation. Dabei beobachtete die Arbeitsgruppe einen Constant Score von 90 Punkten in der Hakenplatten-Gruppe und einen Score von 88 Punkten in der Zuggurtungs-Gruppe, womit kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Therapieformen bestand. Letztlich empfahlen LEE et al. aufgrund einer höheren Komplikationsrate in der Gruppe der Zuggurtungsosteosynthese (Reduktionsverlust, Non-Union, Wundinfektion) die Versorgung mittels der Hakenplatte. In einer neueren Arbeit aus dem Jahre 2012, evaluierten RIJAL et al. [75] die Methodik der extraartikulären Zuggurtungsosteosynthese. Dabei verwendeten sie für die Zuggurtung einen Ethibond-Faden. Der mittlere Constant Score lag hier bei 98,37 Punkten und somit im exzellenten Ergebnisbereich. In der vorliegenden Arbeit lag der mittlere Constant Score für die extraartikuläre Zuggurtungsosteosynthese bei 99 Punkten. Somit kann das gute Outcome dieser Behandlungsmethode aus der Literatur bestätigt werden. Jedoch besteht auch hier die Problematik der geringen Fallzahl. Von insgesamt drei Patienten, die diese Form der Zuggurtung erhielten, konnten nur zwei vollständig in die Studie eingeschlossen werden. Im Vergleich lag die Fallzahl in Lees Arbeit bei n=20 und in Rijals Arbeit bei n=16. Dabei wurden sogar diese höheren Fallzahlen von den Autoren als zu niedrig erachtet. Bezüglich der transartikulären Zuggurtungsosteosynthese veröffentlichten WU et al. 2011 eine Arbeit, in der sie diese Behandlungsform mit der Verwendung der Hakenplatten hinsichtlich des Outcomes verglichen. Hierbei lag der mittlere Constant Score für die Hakenplatte (n=92) bei 90,43 Punkten und für die Zuggurtungsosteosynthese (n=24) bei 85,63 Punkten. In der vorliegenden Studie lag das Ergebnis der transartikulären Zuggurtungsosteosynthese bei 90 Punkten, womit das gute Resultat aus Wus

Publikation bestätigt werden kann. Erneut ist jedoch anzumerken, dass die Fallzahl (n=2) nicht hoch genug ist um ein repräsentatives Ergebnis zu gewährleisten. In Zusammenschau mit der Literatur kann die Zuggurtungsosteosynthese jedoch als eine einfache Methode bezeichnet werden, die gute Ergebnisse liefert. Die simple Drahtosteosynthese wurde bereits von NEER zur Therapie der lateralen Klavikulafraktur empfohlen [15]. Komplikationen der Zuggurtungsosteosynthese wurden in dieser Studie zwar nicht beobachtet sind der Literatur nach aber die Kirschner-Draht-Migration [74-77], Materialversagen [75, 77], Reduktionsverlust [74, 76, 77] und die Hautirritation durch gebogene Drahtenden [74, 75]. Die Freigabe einer unlimitierten aktiven Mobilisation erfolgt zudem erst nach Entfernung der K-Drähte [74, 75].

Ein Teilbereich des Constant Scores, der aufgrund seiner Bedeutung aus sozioökonomischer Sicht, gesondert betrachtet werden sollte, ist die Einschränkung bei der Arbeit und bei Alltagsaktivitäten bedingt durch die Schulterfunktion. Dabei zeigte sich für das Kollektiv insgesamt ein Mittelwert von 3,62 Punkten. Dieser Punktwert siedelt sich im Bereich zwischen „keiner Einschränkung“ und „geringfügiger Einschränkung“ bei Arbeit oder Alltagsaktivitäten ein. Die einzelnen Operationsverfahren (Platten-, Faden- und Zuggurtungsosteosynthese) deckten sich mit dem Gesamtergebnis, wobei sich nur minimale Abstufungen ergaben. Erneut stachen die Hakenplatte (2,75 Punkte) sowie die Kleeblattplatte (3,00 Punkte) heraus, da sie im vorliegenden Kollektiv auch in dieser Kategorie das schlechteste Ergebnis erzielten. Insgesamt konnte in dieser Studie jedoch festgestellt werden, dass die Arbeits- sowie die Alltagsfähigkeit in keinem Fall gänzlich eingeschränkt war, sondern vornehmlich im guten Bereich, d.h. keine/geringfügige Einschränkung, angesiedelt war.

Ein zunehmend wichtiger Aspekt in der heutigen Medizin ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer Therapie. Das Streben nach Kostenreduktion bei gleichzeitig maximalem Benefit prägt dabei den Alltag in der Klinik. Der Kostenfaktor wurde in der vorliegenden Arbeit anhand zweier Punkte behandelt. Zum einen anhand einer Gegenüberstellung von Operationsdauer und Implantatkosten (s. 4.6.2 Tabelle 19), wobei sich zeigte, dass die Operationszeiten unter den einzelnen Verfahren nur geringfügige Unterschiede aufwiesen. Zum anderen anhand der Übersichtstabelle (s. 4.7.5 Tabelle 28) aller Funktionscores in Abhängigkeit vom jeweiligen Operationsverfahren. Dabei ließ sich feststellen, dass das günstigste Verhältnis hinsichtlich Outcome und Kosten bei den Zuggurtungsosteosynthesen, genauer bei der extraartikulären Methode, lag. Zwar gingen die Plattenosteosynthese mit Ausnahme der Haken- und Kleeblattplatte ebenfalls mit einem guten Outcome einher, jedoch waren hier die Kosten deutlich höher. Gleiches gilt für die PDS-Kordel (Fadenosteosynthese). Das ungünstigste Verhältnis zwischen Kosten und Outcome zeigte sich bei der Hakenplatte, welche im vorliegenden Kollektiv funktionell am schlechtesten abschnitt, zugleich aber mit den höchsten Materialkosten verbunden war, was aber vor dem Hintergrund der geringen Fallzahlen wiederholt kritisch zu betrachten ist.

## 5.8 Diskussion des bildgebenden Outcomes

Die bildgebende Diagnostik ist in der Traumatologie nicht zu entbehren. Im Rahmen der lateralen Klavikulafraktur ist sie für eine genaue Frakturklassifizierung und für die Beurteilung des Frakturausmaßes essentiell. Diese wiederum ist eine Voraussetzung bei der Entscheidung für eine Therapie, insbesondere für die Indikationsstellung zur operativen Versorgung. Etablierte Klassifikationssysteme wie die Einteilung nach NEER oder nach JÄGER und BREITNER basieren auf der Darstellung der Frakturlokalisierung sowie der Beurteilung einer Bänderbeteiligung (CC-Bänder). Anhand dieser Klassifikationen ist es erst möglich Therapieformen in der Literatur zu vergleichen und letztendlich zu Therapieempfehlungen zu gelangen.

Die einfache Röntgenaufnahme ist der Standard in der bildgebenden Diagnostik von Frakturen. Anhand präoperativer Aufnahmen im anterior-posterioren oder kaudokranial gekippten Strahlengang war es in dieser Arbeit möglich die Frakturen nach der Jäger und Breitner Klassifikation einzuteilen. Ein optimaler röntgenologischer Verlauf bestand dabei in der Vollständigkeit prä- und postoperativer Bilder, u.U. ergänzt durch Aufnahmen nach Materialentfernung. Für eine sichere Beurteilung der Frakturheilung und der Ausschließung heilungsassoziierter Komplikationen war überdies eine engmaschige postoperative Röntgendokumentation nötig. Komplikationen der Frakturheilung bestehen in der verzögerten und ausbleibenden (Pseudoarthrose, Non-Union) ossären Konsolidierung und sind innerhalb der Klavikulafrakturen am häufigsten bei Frakturen im lateralen Drittel zu beobachten [78]. Der Literatur nach liegt die zeitliche Definition der verzögerten Knochenheilung zwischen 4-6 Monaten und die der Pseudoarthrose bei >6 Monaten [79]. In der vorliegenden Arbeit gelang die sichere Beurteilung der knöchernen Konsolidierung nur bei 43 von 59 Patienten. Die restlichen 16 Patienten waren aufgrund von Mängel in der postoperativen Röntgendokumentation, konkret aufgrund des Fehlens von Aufnahmen über den perioperativen Zeitraum hinaus, nicht sicher auszuwerten. Anhand diverser Publikationen [32, 34, 68, 71, 75] ist festzustellen, dass der zeitliche Abstand bis zur ossären Konsolidierung unabhängig vom gewählten Operationsverfahren im Bereich zwischen 6-12 Wochen liegt. Des Weiteren ist zu beobachten, dass die operative Therapie der lateralen Klavikulafraktur mit hohen Raten (TIREN [71] 100%; SCHLIEMANN [34] 100%; GOOD [32] 95%; RIJAL [75] 100%) radiologischer Knochenheilung einhergeht. Im Vergleich dazu liegt die komplikationslose Heilungsrate bei konservativer Therapie mit Blick auf die Literatur [15, 58, 80] wesentlich niedriger. In der Arbeit von EDWARDS et al. [58] lag sie bei 25% (45% verzögerte Knochenheilung, 30% Pseudoarthrose), in NEERS [15] Arbeit sogar bei 0% (66,6% verzögerte Knochenheilung, 33,3% Pseudoarthrose). Ergänzend muss hinzugefügt werden, dass es sich dabei um die konservative Therapie dislozierter lateraler Klavikulafrakturen handelte, weshalb die Operation in der Folge empfohlen wurde. In der vorliegenden Arbeit lag die mittlere Konsolidierungszeit bei ca. 10 Wochen, womit die Zahlen aus

der Literatur bestätigt werden konnten. Ebenso lag die Heilungsrate mit 97,7% im hohen Bereich. Einzig die verzögerte Knochenheilung eines 81-jährigen Patienten (LCP winkelstabile Klavikulaplatte) lag als Heilungskomplikation vor. Die Ursachen für die Entstehung von Pseudoarthrosen sind unterschiedlicher Natur, wobei ein höheres Patientenalter laut HIERHOLZER und WOLTMANN [81] dazugehört. Die Ausschließung von Knochenheilungen in Fehlstellung, d.h. die Fehlheilung, erfolgte anhand prä- und postoperativer Dislokationsanalysen. In allen Fällen, die diesbezüglich ausgewertet werden konnten, war eine anatomisch korrekte Heilung festzustellen. Im Vergleich dazu lag die Fehlheilungsrate bei konservativer Therapie in Neers [15] Arbeit bei 100%, wobei neben einem posterioren Abwinkeln der Klavikula auch eine exzessive Kallusbildung zu beobachten war.

Laterale Klavikulafrakturen können bei Beteiligung der CC-Bänder (Jäger und Breitner Typ IIa/b) zu vertikaler Instabilität führen und dementsprechend zu Dislokationen entlang der vertikalen Achse [21]. Die coracoclaviculären Bänder haben demnach eine Stabilisierungsfunktion, welche durch eine Läsion beeinträchtigt werden kann. Um die Heilung der Bandapparatur zu beurteilen ist der Höhenstand der Klavikula von großem Interesse. SCHLIEMANN et al. [34] bewerteten in diesem Zusammenhang den coracoclaviculären Abstand anhand von postoperativen Röntgenaufnahmen. Hierfür betrachteten sie den CC-Abstand direkt postoperativ sowie zum Zeitpunkt des Follow Ups und verglichen dabei die Differenzen für beide Seiten, wobei sie keinen signifikanten Unterschied feststellten. Diese einfache Methode war in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht möglich, da hierfür die Übersichtsaufnahmen beider Schultern fehlten, so dass man die Gegenseite nicht als Referenzpunkt heranziehen konnte. Der Höhenstand der Klavikula wurde stattdessen gemeinsam mit dem AC-Gelenksspalt anhand einer sonographischen Untersuchung zum Zeitpunkt des Follow Up untersucht. Die Sonographie ist eine einfache, schnell verfügbare und dynamische Methode, die auch in der Bildgebung der Schulter ihre Anwendung findet [82]. Insbesondere gelingt durch sie die Darstellung der Knochenkonturen im Akromioklavikulargelenk, weshalb sie auch in der Diagnostik von ACG-Sprengungen verwendet wird [83]. Das Ausmessen des Klavikulahöhenstandes anhand des Abstandes zwischen Klavikula- und Akromionoberkante und der Vergleich mit der Gegenseite brachte in der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Unterschiede. Jedoch gilt es festzuhalten, dass der größte Höhenunterschied zwischen der betroffenen und nicht betroffenen Seite in der Fadenosteosynthese-Gruppe lag, wo ein geringfügiger Reduktionsverlust der operierten Seite festgestellt werden konnte. Was die AC-Gelenksspaltbreite anbelangt, so war diese ebenfalls ohne relevanten Unterschied zwischen ipsi- und contralateraler Schulter. Insgesamt ist jedoch einzuräumen, dass die sonographische Untersuchung nur für eine gewisse Schnittmenge (n=32) des Patientenguts durchgeführt werden konnte.

## 5.9 Vor- und Nachteile der Studie

Vorteile der vorliegenden Studie waren zum einen, dass die Untersuchung über einen langen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren durchgeführt wurde, wodurch es möglich war eine Vielzahl an unterschiedlichen Operationstechniken hinsichtlich ihres Outcomes zu erfassen und miteinander zu vergleichen. Hierfür wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, wodurch viele Parameter erfasst werden konnten. Zum einen erfolgte die Analyse allgemeiner epidemiologischer Daten bezüglich der lateralen Klavikulafraktur für das vorliegende Kollektiv (z.B. Häufigkeit der Fraktursubtypen, jahreszeitliche Inzidenz, Traumagenese, etc.). Zum anderen erfolgte die Beurteilung der Schulterfunktion sowie der bildgebenden Ergebnisse. Die Erfassung der Schulterfunktion erfolgte anhand eines Fragebogens, welcher aus vier internationalen Scores zusammengestellt wurde und daher durch seine große Itemzahl viele Aspekte der Schulterfunktion (z.B. Schmerz, Bewegungsumfang, Alltagsfähigkeit, Sensibilität) abfragen konnte. Des Weiteren erfolgte eine klinische Nachuntersuchung anhand derer die Schulter nochmals durch einen Untersucher hinsichtlich Bewegungsumfang und Kraft beurteilt werden konnte. Für die Erfassung des bildgebenden Outcomes flossen Messungen aus sonographischen Untersuchungen der Schulter sowie retrospektive Daten aus Röntgenanalysen ein.

Nachteile der vorliegenden Studie liegen in der Vielzahl der unterschiedlichen Operationstechniken und dem damit einhergehenden Ungleichgewicht was die Fallzahlen der einzelnen Subgruppen anbelangt, welche teilweise zu gering ausfielen. Daher muss, wie bereits erwähnt, das Ergebnis jener Operationstechniken, deren Fallzahl gering war, kritisch betrachtet werden. Ein weiterer Nachteil liegt in der Tatsache, dass nicht alle 59 Patienten des Gesamtkollektivs für eine Nachuntersuchung zur Verfügung standen. Zwar lag die Rücklaufquote bei 79,7% (47 von 59 Patienten), jedoch waren unter den übrigen 20,3% einige wenige Patienten, die gerade aufgrund von Unzufriedenheit mit dem Outcome nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen wollten. Unter Einschließung dieser Patienten wäre das Ergebnis einzelner Methoden gerade aufgrund der ohnehin niedrigen Fallzahl unter Umständen negativer ausgefallen als dies der Fall war.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

---

Ziel dieser Arbeit war es Patienten mit einer lateralen Klavikulafraktur hinsichtlich ihres funktionellen und bildgebenden Outcomes in Abhängigkeit vom gewählten Operationsverfahren zu untersuchen. Hierfür galt es in einer retrospektiven klinischen Studie jene Fälle zu erfassen, welche am Klinikum der Universität München Campus Großhadern in einem definierten Zeitraum von 10 Jahren operativ therapiert worden waren, diese statistisch aufzuarbeiten und bezüglich ihrer klinischen und bildgebenden Ergebnisse im Rahmen eines Follow Up zu untersuchen um letztlich die Unterschiede zwischen den einzelnen Operationstechniken aufzuzeigen.

Im Rahmen der statistischen Aufarbeitung zeigte sich für das Patientengut, dass überwiegend Männer betroffen waren. Der Altersgipfel lag bei 43,4 Jahren. Die jahreszeitliche Prävalenz der lateralen Klavikulafraktur war im Spätfrühling bzw. Frühsommer am größten. Dabei war der Radsturz gefolgt vom Verkehrsunfall der häufigste Unfalltyp. Im Zuge der biomechanischen Traumaanalyse zeigte sich ausschließlich die direkte Gewalteinwirkung auf die Schulter, wobei der laterale Kraftvektor am häufigsten zu beobachten war. Es zeigte sich eine linksdominante Seitenverteilung mit einem Verhältnis (li:re) von 3:2 festgestellt. Sämtliche Frakturen wurden nach der Jäger und Breitner Klassifikation eingeteilt, wobei die Typ IIa Fraktur (52,5%) am häufigsten zu beobachten war. Was das zeitliche Versorgungsmanagement betraf, lag das Zeitintervall zwischen Unfall und Operation im Durchschnitt bei 5 Tagen und die stationäre Aufenthaltsdauer bei 8 Tagen. Dabei ließ sich eine Korrelation zum Schweregrad der Begleitverletzungen feststellen, so dass sowohl das Zeitintervall bis zur Operation als auch der Stationsaufenthalt bei schweren Begleitverletzungen länger waren.

Die operative Versorgung ließ sich in drei Hauptmethoden untergliedern, der Plattenosteosynthese, der Fadenosteosynthese und der Zuggurtungsosteosynthese. Im Rahmen der Plattenosteosynthese wurden wiederum fünf unterschiedliche Plattensysteme (Rekonstruktionsplatte, T-Platte, Kleeblattplatte, LCP winkelstabile Klavikulaplatte, Hakenplatte) verwendet. Ebenso ließ sich die Zuggurtungsosteosynthese in zwei Varianten (extraartikuläre und transartikuläre Zuggurtung) gliedern. Komplikationen ließen sich in peri- und postoperative Formen unterteilen. Perioperativ war im Rahmen der Implantation einer winkelstabilen Klavikulaplatte bei zusätzlicher K-Draht-Spickung eines Knochenfragments ein Drahtbruch auf Knochenniveau zu verzeichnen. Postoperativ waren jeweils im Zuge einer Rekonstruktionsplattenversorgung ein Wundhämatom, eine Wundheilungsstörung und insgesamt drei Plattenbrüche festzustellen.

Das funktionelle Outcome wurde anhand des SF-12® Health Surveys, des DASH-Scores, der UCLA Shoulder Rating Scale und des Constant Scores erhoben. Für alle drei Hauptmethoden ergaben

sich in allen Scores gute bis exzellente Ergebnisse. Die Ausnahme bildeten die Kleeblattplatte und die Hakenplatte, die innerhalb der Plattenosteosynthese-Gruppe jeweils mit funktionell schlechteren Ergebnissen einhergingen. Insgesamt waren die funktionellen Unterschiede zwischen den einzelnen Hauptmethoden nur minimal ausgeprägt. Die Plattenosteosynthese und deren größte Gruppe (LCP winkelstabile Klavikulaplatte) schnitten zum Teil schlechter ab als die Fadenosteosynthese oder die Zuggurtungsosteosynthese, jedoch waren die einzelnen Stichproben in ihrer Fallzahl für einen fairen Vergleich nicht optimal.

Das bildgebende Outcome zeigte anhand von Röntgenanalysen eine hohe Konsolidierungsrate (97,7%). Nur in einem Fall (81 jähriger, multimorbider Patient) war von einer verzögerten Knochenheilung auszugehen. Durch die sonographische Beurteilung des Akromioklavikulargelenks gelang es zudem die Gelenkspaltbreite sowie den Höhenstand der Klavikula im Seitenvergleich zu beurteilen. Dabei zeigten sich nur dezente Seitenunterschiede ohne Signifikanz, wobei der Reduktionsverlust in der Gruppe der Fadenosteosynthese am größten ausfiel. Es darf jedoch davon ausgegangen werden, dass durch die operative Therapie der Fraktur ein der gesunden Gegenseite nahezu entsprechender Zustand erreicht worden ist.

Insgesamt zeigte sich, dass die operative Versorgung der lateralen Klavikulafraktur, besonders bei instabilen Formen, eine sinnvolle Maßnahme ist, die mit guten bis sehr guten Ergebnissen verbunden ist. Somit können die Erkenntnisse aus der Literatur bestätigt werden. Insbesondere moderne Plattensysteme mit anatomisch korrekten Designs wie bei der LCP winkelstabilen Klavikulaplatte sind vielversprechend und scheinen sich allein anhand der Anwendungszahlen dieser Arbeit bereits am Klinikum der Universität München Campus Großhadern etabliert zu haben. Aufgrund ihrer, der Klavikula getreuen, Kontur bieten sie den Vorteil der fehlenden Notwendigkeit zur intraoperativen Anpassung an die Klavikula durch den Operateur. Dadurch wird wiederum das Risiko eines Plattenbruchs durch möglicherweise iatrogen verursachte Sollbruchstellen minimiert. Daher scheinen sie im Vergleich mit den übrigen Platten, vor allem im Vergleich mit der Rekonstruktionsplatte, sinnvoller zu sein. Die Rekonstruktionsplatte ging in dieser Arbeit zwar mit guten funktionellen Ergebnissen einher, war jedoch zugleich mit der höchsten Komplikationsrate, insbesondere mit dem Materialversagen durch Plattenbruch, verbunden. Die T-Platte zeigte innerhalb der Plattenosteosynthese-Gruppe die besten Ergebnisse. Jedoch sind diese Ergebnisse im Vergleich zu jenen der winkelstabilen Platte aufgrund der sehr geringen Fallzahl der T-Platte weniger valide. Letztlich ist die Hakenplatte zu erwähnen, die sich von den restlichen Platten dieser Arbeit insofern unterscheidet als sie unter Beteiligung des Akromioklavikulargelenks eingesetzt wird. Diese lieferte im Rahmen dieser Arbeit funktionell schlechtere Resultate und war hinsichtlich der Patientenzufriedenheit mit dem schlechtesten Ergebnis verbunden, wobei hier die Ergebnisse wiederum aufgrund der geringen Fallzahl wenig repräsentativ sind. Die Fadenosteosynthese mittels der PDS- Kordel zeigte in der vorliegenden

Arbeit gute Resultate. Sie bietet durch die Resorbierbarkeit des Implantats den Vorteil eines fehlenden Sekundäreingriffs zur Materialentfernung, was sich in der Patientenzufriedenheit spiegelte, da dieses Verfahren im Vergleich zur winkelstabilen Platte mit einer höheren Patientenzufriedenheit verbunden war. Nachteil dieser Technik ist jedoch der mögliche Repositionsverlust, der sich in dieser Arbeit durch einen größeren Höhenstand der Klavikula zum Akromion im Vergleich zur nicht betroffenen Seite äußerte. Schließlich stand die Zuggurtungsosteosynthese zur Verfügung. Diese Technik, gegliedert in eine extra- und in eine transartikuläre Variante, ging ebenfalls mit guten bis sehr guten Ergebnissen einher. Sie ist ein einfaches und leicht zugängliches Verfahren, das zudem mit dem besten PreisLeistungsverhältnis einhergeht. Abermals sind die Resultate dieser Technik bedingt durch eine sehr geringe Anwendungszahl im Vergleich mit den übrigen Methoden, insbesondere mit der winkelstabilen Platte und der PDS-Kordel, weniger valide.

Für die operative Therapie dislozierter, lateraler Klavikulafrakturen geht aus der vorliegenden Arbeit die Empfehlung zur Versorgung mittels winkelstabiler Platte oder alternativ Fadenosteosynthese hervor. Aufgrund des jedoch größeren Repositionsverlustes der Fadenosteosynthese ist ihre Anwendung eher bei sehr lateralen Klavikulafrakturen mit einem geringen Dislokationsgrad indiziert, während die winkelstabile Platte bei lateralen Klavikulafrakturen mit einem höheren Dislokationsgrad einsetzbar ist.

Diese Arbeit konnte somit drei verschiedene Operationsverfahren vergleichend gegenüberstellen und bietet daher einen guten Überblick über die angewandten operativen Therapiemöglichkeiten der lateralen Klavikulafraktur über einen Zeitraum von 10 Jahren am Klinikum Großhadern. Dabei wurden vier internationale Scores verwendet um die Ergebnisse zu objektivieren, sodass für jedes Operationsverfahren ein für sich valides Gesamtergebnis erreicht werden konnte. Jedoch waren die einzelnen Gruppen unterschiedlich groß mit teilweise zu kleinen Subkollektiven, sodass eine Repräsentativität der Ergebnisse im Vergleich zur Literatur kritisch hinterfragt werden muss (s. Hakenplatte). Die Studie war retrospektiv mit einem langen Beobachtungszeitraum, was die Rekrutierung der Patienten erheblich erschwerte und was unter anderem ein Grund für das kleine Patientenkollektiv war. Für zukünftige Arbeiten wäre daher zu empfehlen den Fokus im Rahmen einer prospektiven Studie auf wenige Operationsverfahren zu richten und diese anhand einer ausreichend großen Fallzahl mit nahezu gleich großen Gruppen miteinander zu vergleichen (z.B. Hakenplatte vs. winkelstabile Klavikulaplatte).

## 7 Danksagung

---

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen haben.

Hierfür möchte ich mich zunächst bei der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums der Universität München für die Überlassung dieses Themas bedanken.

Auch gilt mein Dank den Ärztinnen und Ärzten, den Schwestern und Pflegern der Chirurgischen Poliklinik A am Campus Großhadern für die freundliche Unterstützung und für die Bereitstellung der Räumlichkeiten sowie des Ultraschallgerätes. Ohne deren Unterstützung wäre das Follow Up in dieser Form nicht möglich gewesen.

Zudem danke ich dem Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München für ihre Promotionsberatung.

Ich möchte mich auch bei meiner Kollegin Frau Sabrina Dewenter aus der Schulter-Arbeitsgruppe für die wunderbare Zusammenarbeit bedanken.

Weiterhin möchte ich mich bei meiner Betreuerin Frau Dr. med. Bianka Rubenbauer bedanken, die als Ratgeberin und Ansprechpartnerin stets eine große Hilfe war.

Ebenso gilt ein besonderer Dank meinem Doktorvater Herrn PD. Dr. med. Oliver Pieske für das Vertrauen und für die Unterstützung.

Letztlich gebührt meiner Familie ein großer Dank, da sie mir stets zur Seite stand und mich bei allen Aufgaben unterstützte.

## 8 Literaturverzeichnis

---

1. Hau, R. and A. Ender, *PONS Wörterbuch für Schule und Studium Latein-Deutsch*. Vol. 3. 2003, Stuttgart: Ernst Klett Sprechen GmbH.
2. Henne-Bruns, D., *Duale Reihe Chirurgie*. Vol. 4. 2012: Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart, New York, Dehli, Rio.
3. Nowak, J., H. Mallmin, and S. Larsson, *The aetiology and epidemiology of clavicular fractures. A prospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden*. *Injury*, 2000. **31**(5): p. 353-8.
4. Sinha, A., et al., *A radiological study to define safe zones for drilling during plating of clavicle fractures*. *J Bone Joint Surg Br*, 2011. **93**(9): p. 1247-52.
5. Donnelly, T.D., et al., *Fractures of the clavicle: an overview*. *Open Orthop J*, 2013. **7**: p. 329-33.
6. Meller, R. and C. Krettek, *Frakturen der lateralen Klavikula und des Akromions*. *Der Unfallchirurg*, 2012. **115**(10): p. 879-886.
7. Grifka, J. and M. Kuster, *Orthopädie und Unfallchirurgie - Für Praxis, Klinik und Facharztprüfung*. 2011: Springer.
8. Bernat, A., et al., *The anatomy of the clavicle: A Three-dimensional Cadaveric Study*. *Clin Anat*, 2013.
9. Aumüller, G., et al., *Duale Reihe Anatomie*. Vol. 2. 2010, Germany: Thieme.
10. Mathieu, P.A., et al., *Anatomical study of the clavicle: endomedullary morphology*. *Surg Radiol Anat*, 2014. **36**(1): p. 11-5.
11. Junqueira, L.C.U., et al., *Histologie*. Vol. 6. 2004, Germany: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
12. Tilmann, B.N., *Atlas der Anatomie des Menschen*. Vol. 2. überarbeitete Auflage. 2010: Springer Medizin Verlag.
13. Paulsen, F. and J. Waschke, *Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen*. Vol. 23. 2010: Elsevier - Urban & Fischer.
14. Nordqvist, A. and C. Petersson, *The incidence of fractures of the clavicle*. *Clin Orthop Relat Res*, 1994(300): p. 127-32.
15. Neer, C.S., 2nd, *Fractures of the distal third of the clavicle*. *Clin Orthop Relat Res*, 1968. **58**: p. 43-50.
16. Hansmeier, T. *Schlüsselbeinbruch (Klavikulafraktur): Symptome*. 2014 26.02.2014; Available from: <http://www.onmeda.de/krankheiten/schlueselbeinbruch-symptome-1502-5.html>.
17. Müller, M., *Chirurgie - Für Studium und Praxis*. Vol. 10. 2010/2011: Medizinische Verlags- und Informationsdienste - Breisach.

18. Horst, K., et al., *Detecting severe injuries of the upper body in multiple trauma patients*. J Surg Res, 2015. **199**(2): p. 629-34.
19. Shuster, M., et al., *Prospective evaluation of clinical assessment in the diagnosis and treatment of clavicle fracture: Are radiographs really necessary?* CJEM, 2003. **5**(5): p. 309-13.
20. Reiser, M., et al., *Duale Reihe Radiologie*. Vol. 3. 2011, Germany: Thieme.
21. Seppel, G., A. Lenich, and A.B. Imhoff, *Die Laterale Klavikulafraktur*. Operative Orthopädie und Traumatologie, 2014: p. 254 - 262.
22. Allman, F.L., Jr., *Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation*. J Bone Joint Surg Am, 1967. **49**(4): p. 774-84.
23. Robinson, C.M., *Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification*. J Bone Joint Surg Br, 1998. **80**(3): p. 476-84.
24. Neer, C.S., 2nd, *Fracture of the distal clavicle with detachment of the coracoclavicular ligaments in adults*. J Trauma, 1963. **3**: p. 99-110.
25. Pieske, O., et al., *[Midshaft clavicle fractures--classification and therapy. Results of a survey at German trauma departments]*. Unfallchirurg, 2008. **111**(6): p. 387-94.
26. Trompetter, R. and A. Seekamp, *Klavikulafrakturen*. Unfallchirurg, 2008(1): p. 27-39.
27. Jauch, K.-W., et al., *Chirurgie Basisweiterbildung In 100 Schritten durch den Common Trunk*. 2013, Springer: Berlin ;Heidelberg.
28. Hubner, E.J., et al., *Clavicle fractures--is there a standard treatment?* Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2011. **78**(4): p. 288-96.
29. van der Meijden, O.A., T.R. Gaskill, and P.J. Millett, *Treatment of clavicle fractures: current concepts review*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(3): p. 423-9.
30. Nordqvist, A., C. Petersson, and I. Redlund-Johnell, *The natural course of lateral clavicle fracture. 15 (11-21) year follow-up of 110 cases*. Acta Orthop Scand, 1993. **64**(1): p. 87-91.
31. Hessmann, M., et al., *Therapie und Ergebnisse bei lateralen Klavikulafrakturen*. Der Unfallchirurg, 1997. **100**: p. 17-23.
32. Good, D.W., et al., *Clavicle hook plate fixation for displaced lateral-third clavicle fractures (Neer type II): a functional outcome study*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(8): p. 1045-8.
33. Tambe, A.D., et al., *Fractures of the distal third of the clavicle treated by hook plating*. Int Orthop, 2006. **30**(1): p. 7-10.
34. Schliemann, B., et al., *Surgical treatment of vertically unstable lateral clavicle fractures (Neer 2b) with locked plate fixation and coracoclavicular ligament reconstruction*. Arch Orthop Trauma Surg, 2013.
35. Rustemeier, M. and H.A. Kulenkampff, *[The surgical treatment of acromioclavicular joint separation with a resorbable PDS cord]*. Unfallchirurgie, 1990. **16**(2): p. 70-4.

36. Mall, J.W., et al., *Surgical treatment of fractures of the distal clavicle with polydioxanone suture tension band wiring: an alternative osteosynthesis*. J Orthop Sci, 2002. **7**(5): p. 535-7.
37. Acumed. *Acumed - Distal Clavicle Plates*. 2014 [cited 2014 09.11.2014]; Available from: <http://www.acumed.net/products/shoulder/clavicle/distal-clavicle-plates>.
38. Synthes®, *LCP Locking Compression Plate - Kombinieren ohne Kompromisse. Bestellinformation*. 2008. p. 1-61.
39. Synthes®, *Klavikula-Hakenplatte. Ein Implantat für zwei Indikationen*. 2006. p. 1-2.
40. Stegeman, S.A., et al., *Surgical treatment of Neer type-II fractures of the distal clavicle: a meta-analysis*. Acta Orthop, 2013. **84**(2): p. 184-90.
41. Bühren, V. and P. Augat, *Neues aus der Unfallchirurgie*. Bayerisches Ärzteblatt, 2008(9/2008): p. 512-516.
42. Gabel, J. and V. Bühren, *Off-Label-Anwendungen bei winkelstabiler Plattenfixation*. Trauma und Berufskrankheit, 2006(8): p. 235-243.
43. Loriaut, P., et al., *Outcome of arthroscopic treatment for displaced lateral clavicle fractures using a double button device*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013.
44. Jenkinson, C., et al., *A shorter form health survey: can the SF-12 replicate results from the SF-36 in longitudinal studies?* J Public Health Med, 1997. **19**(2): p. 179-86.
45. *SF-12® Health Survey Scoring Demonstration*. 2014 [cited 2014 18.04.2014]; Available from: <http://www.sf-36.org/demos/SF-12.html>.
46. Amstutz, H.C., A.L. Sew Hoy, and I.C. Clarke, *UCLA anatomic total shoulder arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 1981(155): p. 7-20.
47. Kirkley, A., S. Griffin, and K. Dainty, *Scoring systems for the functional assessment of the shoulder*. Arthroscopy, 2003. **19**(10): p. 1109-20.
48. Constant, C.R. and A.H. Murley, *A clinical method of functional assessment of the shoulder*. Clin Orthop Relat Res, 1987(214): p. 160-4.
49. Boehm, D., et al., *[Development of a questionnaire based on the Constant-Murley-Score for self-evaluation of shoulder function by patients]*. Unfallchirurg, 2004. **107**(5): p. 397-402.
50. Bustami, B., *Der Constant-Murley-Score als Fragebogen: Stellenwert bei der Nachbeobachtung von Patienten nach ESWT bei Tendinosis calcarea der Schulter*. 2005: Verlag Dr. Hut. 78.
51. Thomas, M., O. Dieball, and M. Busse, *[Normal values of the shoulder strength in dependency on age and gender--comparison with the constant, UCLA, ASES scores and SF36 health survey]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2003. **141**(2): p. 160-70.
52. Katolik, L.I., et al., *Normalization of the Constant score*. J Shoulder Elbow Surg, 2005. **14**(3): p. 279-85.

53. Habermeyer, P., P. Magosch, and S. Lichtenberg, *Classifications and Scores of the Shoulder*. 2006: Springer Berlin Heidelberg.
54. Kienast, B., et al., *Passform eines neuen auf Basis einer anatomischen Knochendatenbank entwickelten Klavikula-Osteosyntheseplattensystems (VariAx Clavicle) im Vergleich zu individuell von Chirurgen gebogenen Rekonstruktionsplatten*. *Obere Extremität*, 2013: p. 8:226-230.
55. Lill, H., et al., *T-Platten-Osteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen*. *Unfallchirurgie*, 1997: p. 23:183-190.
56. Kühle, R., et al., *Die Kleeblattplatte zur Versorgung der Humeruskopffraktur - Eine Standortbestimmung*. *Unfallchirurg*, 2006: p. 109: 1017-1024.
57. Klein, S.M., et al., *Results of surgical treatment for unstable distal clavicular fractures*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010. **19**(7): p. 1049-55.
58. Edwards, D.J., T.G. Kavanagh, and M.C. Flannery, *Fractures of the distal clavicle: a case for fixation*. *Injury*, 1992. **23**(1): p. 44-6.
59. Flinkkila, T., et al., *Hook-plate fixation of unstable lateral clavicle fractures: a report on 63 patients*. *Acta Orthop*, 2006. **77**(4): p. 644-9.
60. Webber, M.C. and J.F. Haines, *The treatment of lateral clavicle fractures*. *Injury*, 2000. **31**(3): p. 175-9.
61. Soliman, O., W. Koptan, and A. Zarad, *Under-coracoid-around-clavicle (UCAC) loop in type II distal clavicle fractures*. *Bone Joint J*, 2013. **95-B**(7): p. 983-7.
62. Haidar, S.G., K.M. Krishnan, and S.C. Deshmukh, *Hook plate fixation for type II fractures of the lateral end of the clavicle*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2006. **15**(4): p. 419-23.
63. Gijssen, R., et al., *Causes and consequences of comorbidity: a review*. *J Clin Epidemiol*, 2001. **54**(7): p. 661-74.
64. Andersen, J.R., et al., *Precontoured superior locked plating of distal clavicle fractures: a new strategy*. *Clin Orthop Relat Res*, 2011. **469**(12): p. 3344-50.
65. Meda, P.V., et al., *Clavicular hook plate for lateral end fractures:- a prospective study*. *Injury*, 2006. **37**(3): p. 277-83.
66. Witt, A., et al., *Hakenplatten-Osteosynthese bei instabiler lateraler Klavikulafraktur*. *Obere Extremität*, 2008: p. 64-68.
67. Largo, R.D., et al., *Anatomic reconstruction of unstable lateral clavicular fractures*. *J Trauma*, 2011. **71**(5): p. 1348-51.
68. Abdeldayem, A., W. Nafea, and A. Eid, *Treatment of unstable distal third clavicular fracture with locked distal radius plate*. *J Orthop*, 2013. **10**(4): p. 168-71.

69. Bezer, M., N. Aydin, and O. Guven, *The treatment of distal clavicle fractures with coracoclavicular ligament disruption: a report of 10 cases*. J Orthop Trauma, 2005. **19**(8): p. 524-8.
70. Tiren, D., et al., *Hook plate fixation of acute displaced lateral clavicle fractures: mid-term results and a brief literature overview*. J Orthop Surg Res, 2012. **7**: p. 2.
71. Tiren, D. and J.P. Vroemen, *Superior clavicle plate with lateral extension for displaced lateral clavicle fractures: a prospective study*. J Orthop Traumatol, 2013. **14**(2): p. 115-20.
72. Lin, H.Y., et al., *Clavicular hook plate may induce subacromial shoulder impingement and rotator cuff lesion--dynamic sonographic evaluation*. J Orthop Surg Res, 2014. **9**: p. 6.
73. Tan, H.L., et al., *Clinical results of treatment using a clavicular hook plate versus a T-plate in neer type II distal clavicle fractures*. Orthopedics, 2012. **35**(8): p. e1191-7.
74. Lee, Y.S., et al., *Comparison of the efficacy of hook plate versus tension band wire in the treatment of unstable fractures of the distal clavicle*. Int Orthop, 2009. **33**(5): p. 1401-5.
75. Rijal, L., et al., *Modified tension band for displaced type 2 lateral end clavicle fractures*. Int Orthop, 2012. **36**(7): p. 1417-22.
76. Kao, F.C., et al., *Treatment of distal clavicle fracture using Kirschner wires and tension-band wires*. J Trauma, 2001. **51**(3): p. 522-5.
77. Wu, K., C.H. Chang, and R.S. Yang, *Comparing hook plates and Kirschner tension band wiring for unstable lateral clavicle fractures*. Orthopedics, 2011. **34**(11): p. e718-23.
78. Tannheimer, A., *Klavikulapseudarthrose*. Trauma und Berufskrankheit, 2006(8): p. 153-156.
79. Bhandari, M., et al., *Variability in the definition and perceived causes of delayed unions and nonunions: a cross-sectional, multinational survey of orthopaedic surgeons*. J Bone Joint Surg Am, 2012. **94**(15): p. e1091-6.
80. Krüger-Franke, M., G. Köhne, and B. Rosemeyer, *Ergebnisse operativ behandelte laterale Klavikulafrakturen*. Unfallchirurg, 2000: p. 538-544.
81. Hierholzer, C. and A. Woltmann, *Komplikationen nach Klavikulafrakturen*. Trauma und Berufskrankheit, 2012(14): p. 18-25.
82. Hedtmann, A., G. Heers, and S. Heidersdorf, *Bildgebende Verfahren an der Schulter*. Arthroskopie, 2001(14): p. 74-93.
83. Heers, G., et al., *[Ultrasound evaluation of the acromioclavicular joint--a correlation of anatomical and sonographical findings]*. Ultraschall Med, 2006. **27**(6): p. 549-52.

## 9 Abbildungsverzeichnis

---

Abb. 1: Linke Klavikula von kranial (a) und kaudal (b) (Quelle: [12], S. 391)

**Verwendung dieser Abbildung mit schriftlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags**

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Skelett: Das rechte Sternoklavikulargelenk von ventral, das linke Sternoklavikulargelenk im Frontalschnitt (Quelle: [12], S. 397)

**Verwendung dieser Abbildung mit schriftlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags**

Abb. 3: Ausschnitt aus dem Skelett: Das rechte Akromioklavikulargelenk in der Ansicht von ventral-lateral (Quelle: [12], S. 397)

**Verwendung dieser Abbildung mit schriftlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags**

Abb. 4: Frontal-laterale Ansicht von Rumpf- und Schultermuskulatur der linken Körperhälfte (Quelle: [12], S. 407)

**Verwendung dieser Abbildung mit schriftlicher Genehmigung des Springer Medizin Verlags**

Abb. 5: Röntgenaufnahme anterior-posterior

Abb. 6: Röntgenaufnahme kaudokranial

Abb. 7: (a) 45° Schrägaufnahme von anterior

(b) 45° Schrägaufnahme von posterior

Abb. 8: Belastungsaufnahme (5kg) anterior-posterior

Abb. 9: Allman Klassifikation der Klavikulafraktur

Abb. 10: Neer Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur

Abb. 11: Jäger und Breitner Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur

Abb. 12: Laterale Klavikulafraktur re: Versorgung mittels transakromialer Kirschner-Draht-Osteosynthese (Quelle: [24])

Abb. 13: Laterale Klavikulafraktur re: Versorgung mittels Draht-Zuggurtungsosteosynthese

Abb. 14: a: Achtertourige coracoclaviculäre Cerclage

b: Acromioclaviculäre Cerclage

Abb. 15: Osteosyntheseplatten

a: Präformierte winkelstabile Platte der Firma Acumed<sup>®</sup> zur Therapie der lateralen Klavikulafraktur (Quelle: [37])

b: Rekonstruktionsplatte (Quelle: [38], S. 4)

c: T-Platte (Quelle: [38], S. 7)

d: Kleeblattplatte (Quelle: [38], S. 7)

Abb. 16: Hakenplatte (Quelle: [39], S. 1)

Abb. 17: (a) Kraftübertragung durch Platten-Knochen-Reibung bei konventioneller Platte

(b) Kraftübertragung durch Fixateur interne bei winkelstabiler Platte

Abb. 18: Winkelstabile Platte - Gewinde am Schraubkopf und im Plattenloch (Quelle: [41])

Abb. 19: Laterale Klavikulafraktur li: Versorgung mittels TightRope™-Implantat (Quelle: [43])

Abb. 20: Bruch einer Rekonstruktionsplatte bei Z.n. Plattenosteosynthese einer Klavikulafraktur links

Abb. 21: Follow Up Zeit in Abhängigkeit vom OP-Datum

Abb. 22: Punkteverteilung des Constant Scores nach Funktionsbereich

Abb. 23: Constant Score - Kraftmessung mittels eines Mineralwasserkastens

Abb. 24: Ultraschall-aufnahme der linken Schulter in der Coronar-ebene

Abb. 25: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks coronar

Abb. 26: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks coronar mit hervorgehobener Kortikaliskontur

Abb. 27: Ultraschall-aufnahme der linken Schulter in der Axialebene

Abb. 28: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks axial

Abb. 29: Ultraschallaufnahme des linken Akromioklavikulargelenks axial mit hervorgehobener Kortikaliskontur

Abb. 30: Schematische Darstellung einer Abduktion in 30°-Schritten

Abb. 31: Darstellung der Abduktionskraftmessung

Abb. 32: Geschlechterverteilung (n=59)

Abb. 33: Altersklassen des Patientenkollektivs zum Unfallzeitpunkt (n=59)

Abb. 34: Geschlechtsspezifische Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt (n=59)

Abb. 35: Art des Unfalls (n=59)

Abb. 36: Unfallspezifische Jahresverteilung der lateralen Klavikulafraktur (n=59)

Abb. 37: Form der Gewalteinwirkung (n=29)

Abb. 38: Form des Kraftvektors (n=29)

Abb. 39: Verteilung der Frakturseite (n = 59)

Abb. 40: Häufigkeit der Frakturtypen nach Jäger und Breitner (n = 59)

Abb. 41: Anzahl allgemeiner Vorerkrankungen

Abb. 42: Anzahl der Patienten mit Begleitverletzungen (n=59)

Abb. 43: Zeitintervall zwischen Unfall und Operation in Abhängigkeit vom Grad der Begleitverletzung

Abb. 44: Dauer des stationären Aufenthaltes in Abhängigkeit vom Grad der Begleitverletzung

Abb. 45: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 46: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Rekonstruktionsplatte

Abb. 47: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 48: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer T-Platte

Abb. 49: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 50: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Kleeblattplatte

Abb. 51: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 52: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer LCP winkelstabilen Klavikulaplatte

Abb. 53: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 54: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Implantation einer Hakenplatte

Abb. 55: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 56: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. Fadenosteosynthese

Abb. 57: Laterale Klavikulafraktur li präoperativ

Abb. 58: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. extraartikulärer Zuggurtungsosteosynthese

Abb. 59: Laterale Klavikulafraktur re präoperativ

Abb. 60: Laterale Klavikulafraktur li postoperativ bei Z.n. transartikulärer Zuggurtungsosteosynthese

Abb. 61: Perioperative Komplikation durch Drahtbruch auf Knochenniveau bei Spickung eines Knochenfragments

Abb. 62: Ruhigstellung in Tagen in Abhängigkeit von der Verbandsform

Abb. 63: Mittlerer PCS in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Abb. 64: Mittlerer PCS in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 65: Mittlerer MCS in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Abb. 66: Mittlerer MCS in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 67: Mittlerer DASH-Score in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Abb. 68: Mittlerer DASH-Score in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 69: Streuung des DASH-Scores in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 70: Mittlere UCLA Rating Scale in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Abb. 71: Mittlere UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 72: Mittlerer Schmerz nach der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik

Abb. 73: Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis in Abhängigkeit vom gewählten Operationsmaterial/-methodik

Abb. 74: Punkteverteilung des Constant Scores in Abhängigkeit vom Operationsverfahren

Abb. 75: Punkteverteilung des Constant Scores in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

Abb. 76: Mittlere Punktezah für die Schmerzintensität in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik

*Abb. 77: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Geschlecht*

*Abb. 78: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Operationsverfahren*

*Abb. 79: Kraft beider Schultern in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik*

*Abb. 80: Geschlechtsspezifische Kraft der betroffenen Schulter in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik*

*Abb. 81: Breite des ACG-Spalts (in mm) auf der betroffenen und nicht betroffenen Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren*

*Abb. 82: Höhenstand der Klavikula (in mm) auf der betroffenen und nicht betroffenen Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren*

*Abb. 83: Röntgenaufnahme im kaudokranial gekippten Strahlengang einer lateralen Klavikulafraktur links mit einem Dislokationsgrad von 50% der Schaftbreite*

*Abb. 84: Röntgenaufnahme im kaudokranial gekippten Strahlengang einer mit einer winkelstabilen Platte der Firma Acumed<sup>®</sup> versorgten lateralen Klavikulafraktur links. Dislokationsgrad 0% der Schaftbreite*

*Abb. 85: Röntgenaufnahme im kaudokranial gekippten Strahlengang nach Materialentfernung. Dislokationsgrad 0% der Schaftbreite*

## 10 Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Messskalen des SF-12® Health Surveys .....	23
Tabelle 2: Zusammenfassung des DASH-Scores in 6 Fragekategorien .....	24
Tabelle 3: UCLA Rating Scale nach Amstutz et al. ....	26
Tabelle 4: Funktionsbereiche des Constant Scores .....	27
Tabelle 5: Schmerzbereiche der VAS .....	27
Tabelle 6: Punktevergabe bei der Beurteilung der Handreichweite .....	28
Tabelle 7: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Flexion und Abduktion .....	28
Tabelle 8: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Außenrotation .....	29
Tabelle 9: Punktevergabe des Bewegungsumfangs bei Innenrotation .....	29
Tabelle 10: Punktevergabe der Kraftmessung .....	30
Tabelle 11: Alters- und geschlechtsspezifische Norm des Constant Scores .....	31
Tabelle 12: Ergebnisbereiche /-bewertung in Abhängigkeit vom Constant Score (%) nach BOEHM .....	31
Tabelle 13: Geschlechterverteilung (n=59) .....	39
Tabelle 14: Altersklassen des Patientenkollektivs zum Unfallzeitpunkt (n=59) .....	40
Tabelle 15: Häufigkeiten der Kraftvektoren (n=29) .....	44
Tabelle 16: Häufigkeit allgemeiner Diagnosen .....	46
Tabelle 17: Art/Häufigkeit der Begleitverletzungen .....	47
Tabelle 18: Übersicht über die Operationsdauer in Abhängigkeit vom Operationsverfahren /-material (in h:mm:ss) .....	55
Tabelle 19: Übersicht über die mittlere Operationsdauer (in h:mm:ss) in Abhängigkeit vom Operationsverfahren /-material mit Gegenüberstellung der orientierenden Implantatkosten .....	55
Tabelle 20: Übersicht über die Zahl der Materialentfernungen und dem mittleren zeitl. Abstand zwischen ME und OP in Monaten in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik .....	58
Tabelle 21: Verteilung und Häufigkeit der Operationsverfahren und -materialien (n=47) .....	59
Tabelle 22: Übersicht über die Ergebnisse des DASH-Scores in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik .....	64
Tabelle 23: Übersicht über die Ergebnisse der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik .....	65
Tabelle 24: Übersicht über die Ergebniseinteilung der UCLA Shoulder Rating Scale in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik .....	66
Tabelle 25: Übersicht über den mittleren Punktwert für den Schmerz in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik nach der UCLA Shoulder Rating Scale .....	67
Tabelle 26: Mittlere Punktezahl für die Arbeitsfähigkeit in Abhängigkeit vom Operationsmaterial/-methodik ..	72
Tabelle 27: Übersicht über die mittlere Punkteverteilung der einzelnen Bewegungsparameter für die ipsi- und contralaterale Seite in Abhängigkeit vom Operationsverfahren und -material (ipsi = ipsilateral; contr = contralateral; Δ = Differenz) .....	72
Tabelle 28: Übersicht über die funktionellen Scores sowie über die Implantatkosten je nach Operationsverfahren und -material .....	77
Tabelle 29: Ergebnisübersicht der Plattenosteosynthese-Gruppe – „Mit artikulärer Beteiligung“ (Hakenplatte) vs. „Ohne artikulärer Beteiligung“ (restliche Platten) .....	77
Tabelle 30: Übersicht über die prä- und postoperativen Dislokationsgrade und deren Differenz in Prozent der Schaftbreite .....	81
Tabelle 31: Übersicht über den Mittelwert vom prä- und postoperativen Dislokationsgrad und deren Differenz in Prozent der Schaftbreite in Abhängigkeit von Operationsverfahren und -material/-methodik .....	82

## 11 Lebenslauf

---

### Persönliche Daten

---

Name: Keshtgarpoor  
Vorname: Aryan  
Geburtstag: 24.09.1987 in Dorsten

### Schulbildung

---

Sept. 1994 – Juli 1998 Volksschule an der Max Kolmspergerstraße München  
Sept. 1998 – Juli 2002 Max-Planck-Gymnasium München Pasing  
Sept. 2002 – Juli 2007 Carl-Spitzweg-Gymnasium Germering Unterpfaffenhofen  
Abschluss: Abitur mit 1,6

### Hochschulbildung

---

WS 2007/08 - SS 09 LMU / TU München: Humanmedizin – Vorklinik  
Abschluss: 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Physikum)  
mit der Note "Gut" (2,5)  
WS 09/10 - WS 13/14 LMU München: Humanmedizin – Klinik  
Abschluss: 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung mit der Note  
"Sehr Gut" (1,5)  
Gesamtnote: "Gut" (1,8)  
November 2013 Erhalt der Approbation als Arzt von der Regierung von  
Oberbayern  
SS 14 Promotionssemester an der Medizinischen Fakultät der LMU  
München

### Beruflicher Werdegang

---

Seit Dezember 2014 Assistenzarzt in der Weiterbildung zum Viszeralchirurgen an  
der Asklepios Stadtklinik Bad Tölz

## 12 Studienunterlagen

---

Im Folgenden liegt der Patientenfragebogen in der einfachen und der erweiterten Version vor.

Name:..... Vorname: ..... Geburtsdatum: .....

Telefonnr: ..... (für Rückfragen)

(bitte Vorder- und Rückseite ausfüllen)

## Allgemeiner Gesundheitszustand

### 1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

aus- gezeichnet	sehr gut	gut	weniger gut	schlecht
<input type="checkbox"/>				

### 2. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beim Steigen mehrerer Treppenabsätze eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

ja, stark	ja, etwas	nein, gar nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3. Haben Sie in den vergangenen Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause?

	ja	nein
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

	ja	nein
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 5. Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...:

	immer	meistens	oft	manchmal	selten	nie
.... ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>					
.... voller Energie?	<input type="checkbox"/>					
.... entmutigt und traurig?	<input type="checkbox"/>					

### 6. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihren Kontakt zu anderen Menschen (Besuche von Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

immer	meistens	manchmal	selten	nie
<input type="checkbox"/>				

**Schmerz:** (der am stärksten verspürte im Verlauf des täglichen Lebens)

7.      **keine**                      **milde**                      **mäßige**                      **starke Schmerzen**

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – **10** – 11 – 12 – 13 – 14 – 15

- Die ganze Zeit vorhanden und unerträglich, ständige starke Medikation nötig
- Die ganze Zeit vorhanden aber erträglich, manchmal starke Medikation nötig
- Kein oder wenig Schmerz in Ruhe, vorhanden während leichten Aktivitäten, ständiger NSAR Gebrauch\*
- Nur bei schweren oder besonderen Aktivitäten vorhanden, manchmal NSAR
- Manchmal leichte Schmerzen
- Keine Schmerzen

\* z.B. Aspirin, Ibuprofen, Voltaren, Diclofenac, Novalgin, etc.

### Allgemeine Funktion

8. Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein den betroffenen Arm zu nutzen

- Nicht in der Lage den betroffenen Arm zu benutzen
- Nur leichte Aktivitäten möglich
- In der Lage leichte Hausarbeiten und Alltagsaktivitäten auszuführen
- Alltagsaktivitäten, Einkaufen, Fahren, Haare kämmen, Bekleiden (inkl.
- Leichte Einschränkungen. Arbeiten über Schulterhöhe möglich
- Normale Aktivität

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der *vergangenen Woche* durchgeführt haben, indem Sie das entsprechende Kästchen ankreuzen.

	keine Schwierigkeiten	geringe Schwierigkeiten	mäßige Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
9. Ein Neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Einen Schlüssel umdrehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Eine Mahlzeit zubereiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Eine schwere Tür aufstoßen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	keine Schwierigkeiten	geringe Schwierigkeiten	mäßige Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
--	-----------------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	---------------

14. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

15. Schwere Hausarbeit (z.B. Wände abwaschen, Boden putzen)

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

16. Garten- oder Hofarbeit

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

17. Betten machen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

18. Einkaufstasche oder Aktenkoffer tragen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

19. Schweren Gegenstand tragen (über 5kg)

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

20. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

21. Haare waschen oder föhnen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

22. Rücken waschen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

23. Pullover anziehen

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

24. Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

25. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen, Stricken, usw.,)

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------



35. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulterprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der *vergangenen Woche* Beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

überhaupt nicht      ein wenig      mäßig      ziemlich      sehr

36. Waren Sie in der *vergangenen Woche* durch Ihre Schulterprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

überhaupt nicht      ein wenig      mäßig      ziemlich      sehr

37. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

keine Schwierigkeiten      geringe Schwierigkeiten      mäßige Schwierigkeiten      erhebliche Schwierigkeiten      nicht möglich

38. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Tätigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann (Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

stimme überhaupt nicht zu      stimme nicht zu      weder Zustimmung noch Ablehnung      stimme zu      stimme sehr zu

39. Arbeitshöhe: Bitte kreuzen Sie die höchste erreichbare Zahl an

Sind Sie in der Lage....

- ...die Hose zuzuknöpfen 1
- ...ein Hemd von unten bis zu Brust zuzuknöpfen 2
- ...den obersten Hemdknopf zu schließen 3
- ...die Haare zu kämmen 4
- ...etwas aus einem Regal über Kopfhöhe zu nehmen 5

## Zufriedenheit

40. Sind Sie mit dem Ergebnis der Operation zufrieden?

- Zufrieden und besser
- Nicht zufrieden und schlechter

41. Ich bin mit meiner Narbe zufrieden (Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

- |                                 |                          |                                    |                          |                          |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| stimme<br>überhaupt nicht<br>zu | stimme<br>nicht zu       | weder Zustimmung<br>noch Ablehnung | stimme zu                | stimme sehr<br>zu        |
| <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

42. Die Narbe ist zu lang, sie stört mich aus ästhetischen Gründen  
(Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

- |                                 |                          |                                    |                          |                          |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| stimme<br>überhaupt nicht<br>zu | stimme<br>nicht zu       | weder Zustimmung<br>noch Ablehnung | stimme zu                | stimme sehr<br>zu        |
| <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

43. Die Narbe belastet mich im Alltag, z.B. durch Aufreibungen mit der Kleidung  
(Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an)

- |                                 |                          |                                    |                          |                          |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| stimme<br>überhaupt nicht<br>zu | stimme<br>nicht zu       | weder Zustimmung<br>noch Ablehnung | stimme zu                | stimme sehr<br>zu        |
| <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Bewegungsumfang, schmerzfrei und aktiv (von der Klinik auszufüllen)**

	<b>Flexion/Anteversion</b>	<b>Abduktion</b>
0°-30°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31°-60°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61°-90°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
91°-120°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
121°-150°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
151°-180°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Kraft bei Anteversion**

Normal	<input type="checkbox"/>
Gut	<input type="checkbox"/>
OK	<input type="checkbox"/>
Wenig	<input type="checkbox"/>
Muskelkontraktion	<input type="checkbox"/>
Nichts	<input type="checkbox"/>

**Außenrotation**

Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>
Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>
Hand auf den Scheitel mit Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>
Hand auf Scheitel mit Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>
Volle Elevation vom Scheitel ausgehend	<input type="checkbox"/>

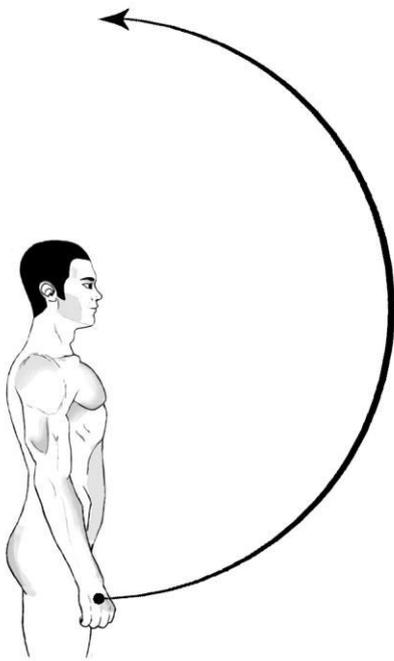
**Innenrotation**

Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	<input type="checkbox"/>
Handrücken auf Gesäß	<input type="checkbox"/>
Handrücken auf lumbosakralen Übergang	<input type="checkbox"/>
Handrücken auf Gürtellinie (3. Lendenwirbel)	<input type="checkbox"/>
Handrücken auf 12. Rückenwirbel	<input type="checkbox"/>
Handrücken zwischen Schulterblättern (Th 7)	<input type="checkbox"/>

**Kraft**

90° Abduktion in der Scapulaebene, Hand proniert. 1 Punkt entspricht einem Pfund (= 0,45kg)  
Max. 25 Punkte = 11,25 kg

Gesamt\_\_\_\_\_



## Anteversion

Bitte heben Sie den gestreckten Arm wie abgebildet in einem Bogen nach vorne. Führen Sie die Bewegung sowohl auf der linken als auch rechten Seite aus. Setzen Sie ein Kreuz, wenn Sie die jeweiligen Schritte ausführen können.

Quelle:

- Fragebogen nach Bustami, B., *Der Constant-Murley-Score als Fragebogen: Stellenwert bei der Nachbeobachtung von Patienten nach ESWT bei Tendinosis calcarea der Schulter*. 2005: Verlag Dr. Hut. 78.

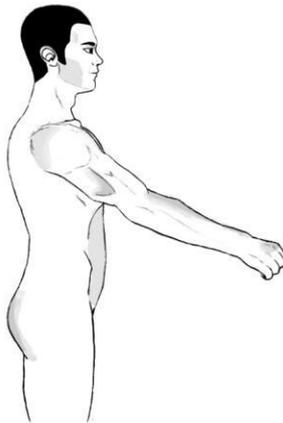
- Bilder von A. Keshtgarpoor

30°



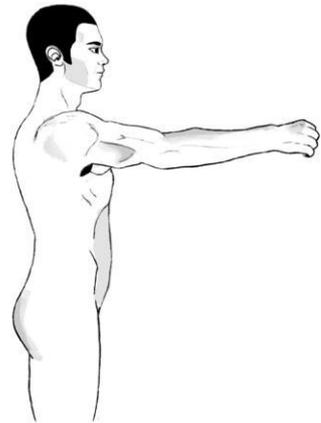
links:   
rechts:

60°



links:   
rechts:

90°



links:   
rechts:

120°



links:   
rechts:

150°

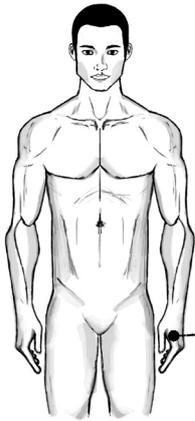


links:   
rechts:

180°



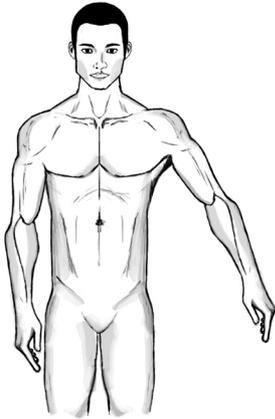
links:   
rechts:



## Abduktion

Bitte heben Sie den gestreckten Arm wie abgebildet seitwärts in einem Bogen. Führen Sie die Bewegung sowohl auf der linken als auch rechten Seite aus. Setzen Sie ein Kreuz, wenn Sie die jeweiligen Schritte ausführen können.

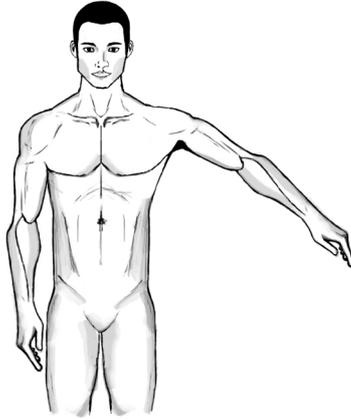
30°



links:

rechts:

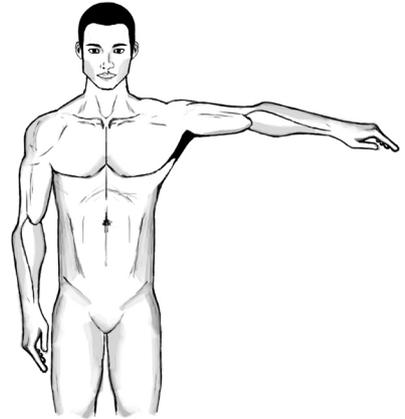
60°



links:

rechts:

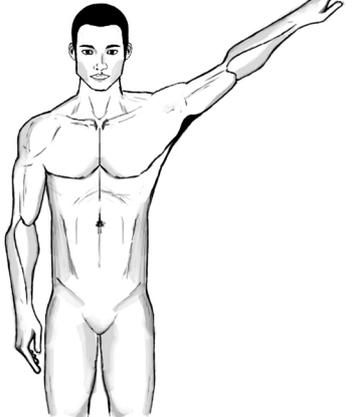
90°



links:

rechts:

120°



links:

rechts:

150°



links:

rechts:

180°

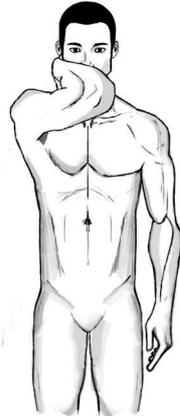


links:

rechts:

## Außenrotation

Bitte führen Sie die abgebildeten Bewegungen sowohl auf der linken als auch rechten Seite aus. Setzen Sie ein Kreuz, wenn sie die jeweiligen Schritte ausführen können.



Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach vorne

links:

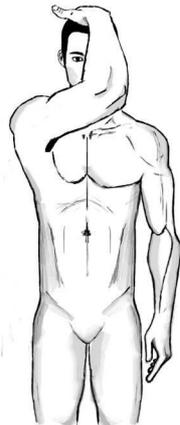
rechts:



Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach hinten

links:

rechts:



Hand auf den Scheitel mit Ellenbogen nach vorne

links:

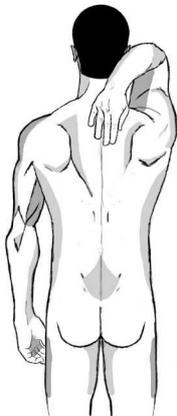
rechts:



Hand auf den Scheitel mit Ellenbogen nach hinten

links:

rechts:



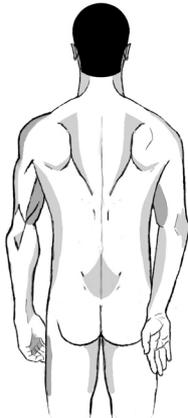
Hand von oben zwischen die Schulterblätter

links:

rechts:

## Innenrotation

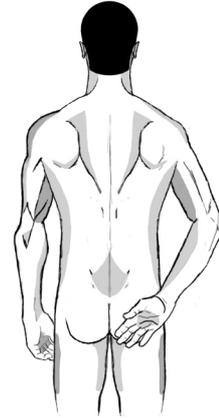
Bitte führen Sie die abgebildeten Bewegungen sowohl auf der linken als auch rechten Seite aus. Setzen Sie ein Kreuz, wenn sie die jeweiligen Schritte ausführen können.



Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels

links:

rechts:



Handrücken auf Gesäß

links:

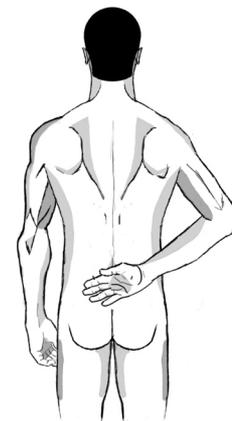
rechts:



Handrücken auf Kreuzbein

links:

rechts:



Handrücken auf Gürtellinie (3. Lendenwirbel)

links:

rechts:



Handrücken auf 12. Rückenwirbel

links:

rechts:



Handrücken von unten zwischen die Schulterblätter

links:

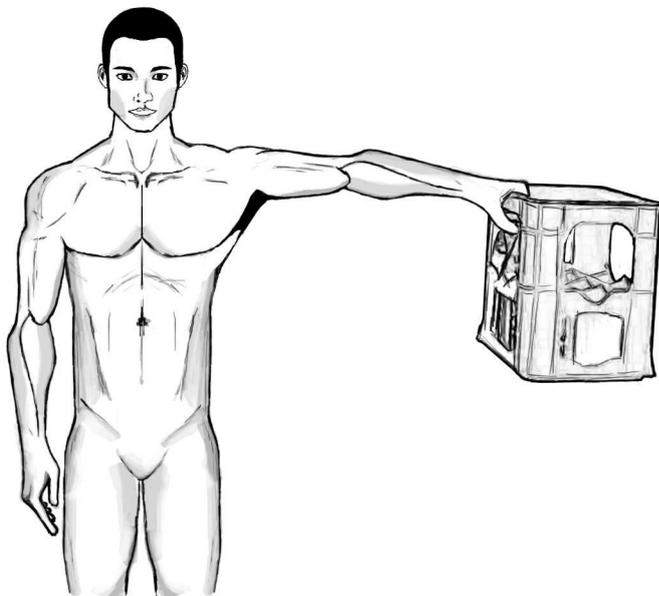
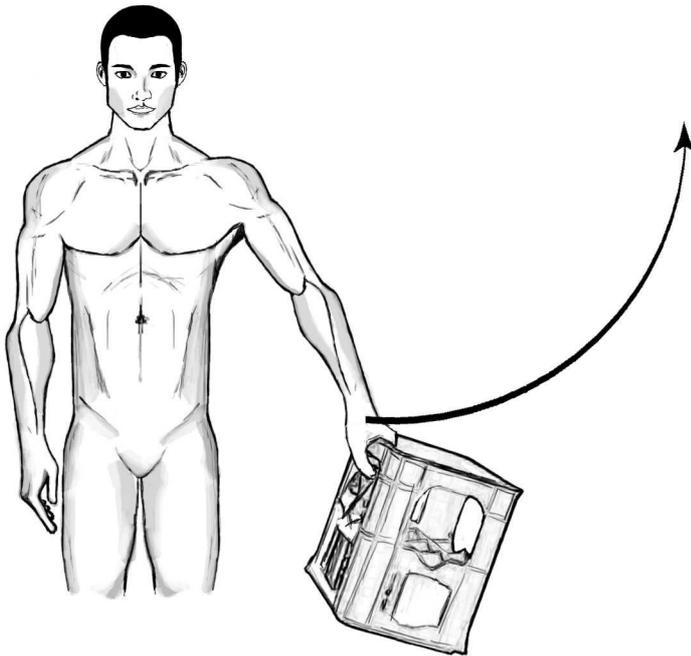
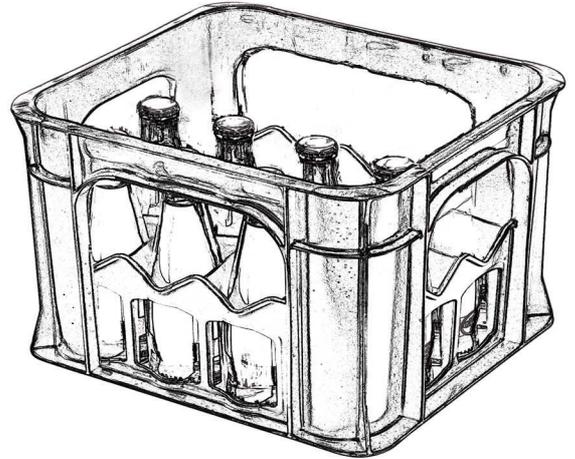
rechts:

## Kraft

Zur Messung der Kraft gilt es maximal 5kg mit gestrecktem Arm seitlich in die Waagrechte zu heben. Für die Durchführung bereiten Sie bitte einen Mineralwasser-Kasten mit 8 leeren 0,75l Glasflaschen vor.

Füllen Sie den Kasten zunächst mit einer leeren Flasche und führen Sie die abgebildete Bewegung durch, wobei Sie den Arm für 5 Sekunden in der Waagrechten halten. Steigern Sie schrittweise das Gewicht indem Sie jedes mal eine weitere Flasche hinzufügen (maximal 8 leere Flaschen  $\approx$  5kg).

Führen Sie dies sowohl auf der linken als auch rechten Seite durch und geben Sie dann jeweils die Zahl der maximal erreichten Flaschen an.



Anzahl der maximal erreichten Flaschen:

links: \_\_\_\_\_

rechts: \_\_\_\_\_

Durchführung nicht möglich

# Eidesstattliche Versicherung

Aryan Keshtgarpoor

---

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,  
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

**Die laterale Klavikulafraktur:**

**Funktionelles und bildgebendes Outcome nach Therapie mittels 3 unterschiedlicher Operationstechniken**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Doktorandin/Doktorand