

**Die Plattenosteosynthese bei lateraler Klavikulafraktur
– eine retrospektive Analyse**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Schiele, Clara Sophie

2015

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr .U. Stöckle

2. Berichterstatter: Professor Dr. U. Liener

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	5
1.1 Anatomie und Funktion der Klavikula	5
1.2 Epidemiologie der Klavikulafraktur	7
1.3 Klassifikation der Klavikulafraktur	9
1.3.1 Einteilung der Klavikulafraktur nach Lokalisation	9
1.3.2 Einteilung der lateralen Klavikulafraktur	11
1.4 Klinische Untersuchung	13
1.5 Bildgebende Diagnostik	14
1.6 Therapie der lateralen Klavikulafraktur	17
1.6.1 Konservative Verfahren	18
1.6.2 Operative Verfahren	18
1.7 Verwendete Technik dieser Studie	21
1.8 Komplikationen der lateralen Klavikulafraktur	23
1.8.1 Nichtvereinigung der Fraktarenden – Pseudarthrose	23
1.8.2 Konsolidierung in Fehlstellung	25
1.8.3 Neurologische Komplikationen	26
1.9 Ziel der Arbeit	27
2 Material und Methoden	28
2.1 Patientenkollektiv	28
2.2 Ausschlusskriterien	28
2.3 Ablauf der klinischen Untersuchung	29
2.3.1 Anamnese	29
2.3.2 Subjektive Beurteilung des Therapieergebnisses	30
2.3.3 Klinische Untersuchung	31
2.4 Bewertungsverfahren: Traumascores	31
2.4.1 Constant-Murley-Score	32
2.4.3 Simple-Shoulder-Test	34

2.4.4 DASH-Score (Disability of the arm, shoulder and hand questionnaire)	34
2.4.5 ASES-Score (Score of the American Shoulder and Elbow Surgeons)	36
2.5 Radiologische Untersuchung	37
2.6 Statistisches Verfahren	38
3 Ergebnisse	39
3.1 Patientenkollektiv	39
3.2 Zeitlicher Verlauf	40
3.3 Unfallmechanismus	41
3.4 Subjektive Beurteilung des Therapieergebnisses	42
3.5 Schmerzempfinden	42
3.6 Beurteilung durch den Untersucher	43
3.7 Auswertung der Traumascores	44
3.7.1 Constant-Murley-Score	44
3.7.2 DASH-Score	47
3.7.3 Simple-Shoulder-Test	48
3.7.4 ASES-Score	48
3.8 Radiologisches Outcome	50
3.9 Statistische Auswertung	53
4 Diskussion	55
5 Zusammenfassung	64
6 Literaturverzeichnis	66
7 Tabellenverzeichnis	73
8 Abbildungsverzeichnis	74
9 Abkürzungsverzeichnis	76
10 Erklärung zum Eigenanteil	77
11 Danksagung	78
12 Anhang	79

1 EINLEITUNG

1.1 ANATOMIE UND FUNKTION DER KLAVIKULA

Die Klavikula stellt zusammen mit der Mandibula entwicklungsgeschichtlich die erste skelettale Struktur des menschlichen Körpers dar, der bereits in der 6.-7. Embryonalwoche verknöchert. Primär entsteht sie aus einem einzigen zentral gelegenen Ossifikationszentrum, das intramembranös verknöchert. Damit stellt die Klavikula eine Ausnahme unter den langen Röhrenknochen dar. Es gibt zwei sekundäre Ossifikationszentren, die am medialen und lateralen Ende liegen. Dabei erfolgen ca. 20% des Längenwachstums über das laterale und ca. 80% über das mediale Zentrum. Der Schluss der Epiphysenfugen findet zwischen dem 20.-24. Lebensjahr statt [1][2-4].

Die Klavikula ist ein 12-15 cm langer, von kranial und kaudal betrachtet s-förmiger, von ventral und dorsal betrachtet nahezu gerader und waagrecht verlaufender Knochen [5]. Sie ist auf ganzer Länge unter der Haut palpabel. Ihre Enden sind abgeflacht, zum Thorax hin breit und nach lateral schmal. Der Übergang vom mittleren zum lateralen Drittel der Klavikula stellt den dünnsten und, auf Grund der fehlenden ligamentären und muskulären Verstärkung, auch schwächsten Teil des Knochens dar [4, 6-9].

Über die lateral gelegene *Articulatio acromioclavicularis* ist die Klavikula mit der *Scapula* verbunden. Medial kommuniziert sie über die *Articulatio sternoclavicularis* mit dem Thorax. Funktionell entsprechen beide Gelenke einem Kugelgelenk mit eingeschränkter Bewegungsfreiheit. Zusammen stellt die Klavikula so die einzige knöcherne Verbindung des Schultergürtels und damit der ganzen oberen Extremität zum Rumpf dar [10, 11].

Die Klavikula wird an mehreren Stellen durch einen Bandapparat verstärkt:

zum Sternum hin ventral durch das Lig. sternoclaviculare anterius und dorsal durch das Lig. sternoclaviculare posterius. Das Lig. interclaviculare verläuft zwischen beiden sternalen Enden der beiden Klavikula, das Lig. costoclaviculare zwischen medialem Ende der Klavikula und dem knorpeligen Anteil der ersten Rippe.

Am medialen Beginn des lateralen Drittels dient das zweigeteilte Lig. coracoclaviculare, bestehend aus dem lateral gelegenen Lig. trapezoideum und dem medial gelegenen Lig. conoidium, der Stabilisation und schützt die Klavikula so durch Einschränkung des Bewegungsumfangs vor Luxation [12].

Lateral ist das Lig. acromioclaviculare zu nennen, das die Articulatio acromioclavicularis stabilisiert.

Weiterhin dient die Klavikula auch einigen Muskeln als Ansatz oder Ursprung. Erwähnenswert sind hier vor allem:

- M. sternocleidomastoideus,
- M. trapezius,
- M. subclavius und
- die Pars clavicularis des M. pectoralis major und des M. deltoideus

Aus all dem Genannten ist klar ersichtlich, welche wichtige biomechanische Rolle die Klavikula bei der Kommunikation zwischen Arm und Rumpf spielt. Sie dient bei der Bewegung der oberen Extremität als „Führungsstange“ [12].

Eine weitere Funktion der Klavikula ist der Schutz der darunter verlaufenden neurovaskulären Strukturen. Als wichtigstes Beispiel wäre hier der Plexus brachialis und die A. und V. subclavia zu nennen.

Die Perfusion der Klavikula erfolgt in erster Linie periostal. Des Weiteren sind drei Arterien beteiligt: die A. suprascapularis, die A. thoracoacromialis und A. thoracia interna [13].

Nerval wird nur die Faszie der Klavikula versorgt. Dies wird durch die Nn. supraclaviculares aus dem Plexus cervicalis gewährleistet.

1.2 EPIDEMIOLOGIE DER KLAVIKULAFRAKTUR

Die Klavikula ist durch ihre subkutane und damit „ungeschützte“ Lage und ihre sigmoide Form geradezu prädestiniert für Frakturen [14].

Daher stellt die Klavikulafraktur mit einem Anteil von 2-5 % neben der distalen Radiusfraktur eine der häufigsten Frakturen des Erwachsenenalters dar [15-18].

Die jährliche Inzidenz wird in der Literatur mit 29 bis 64 pro 100.000 Einwohner angegeben [15, 17, 19].

Es gibt zwei Personengruppen, die laut Khan et al. [18] besonders häufig betroffen sind:

- junge Männer < 30 Jahre und
- ältere, vor allem weibliche Personen > 80 Jahre

Die hohe Inzidenz der ersten Gruppe geht in erster Linie auf ein direktes Schultertrauma bei sportlicher Aktivität (direkter Sturz vom Pferd/Rad etc. auf die Schulter) zurück [20].

In der zweiten Gruppe ist die hohe Frakturrate primär bei geringfügigen Traumata osteoporosebedingt.

Im Groben werden drei verschiedene Lokalisationen von Klavikulafrakturen unterschieden, der Knochen wird hierfür in ein laterales, mittleres und mediales Drittel unterteilt.

Den größten Anteil machen die Klavikulaschaftfrakturen mit 70-80 % aller Klavikulafrakturen aus. Besonders häufig ist diese Frakturart unter jungen Erwachsenen.

Das laterale Drittel ist mit 12-15 % [21] und das mediale mit 2-5 % deutlich seltener betroffen [15-17, 19, 20, 22].

Als häufigster Unfallmechanismus wurde in früheren Studien ein Sturz auf den ausgestreckten Arm beschrieben, wobei man sich vorstellte, dass so das schwächste funktionelle Glied einer Kette breche [22-25]. Heutzutage gilt als erwiesen, dass über 90 % aller Klavikulafrakturen, auch der lateralen, durch einen direkten Sturz auf die Schulter im Sinne einer Stauchungsfraktur bei angelegtem Arm verursacht werden [8, 19, 20, 26-28]. Bei Klavikulaschaftfrakturen, lateralen Frakturen mit Ruptur des Lig. conoideum und lateralen Frakturen Typ 3 nach Jäger und Breitner – biomechanisch einer Klavikulaschaftfraktur entsprechend - wird durch den Zug des M. pectoralis major und das Gewicht des Armes das laterale Fragment gemeinsam mit dem Glenohumeralgelenk nach kaudal und ventral gezogen, während der M. sternocleidomastoideus zusammen mit dem M. trapezius das medial gelegene Knochenfragment nach kranial und dorsal zieht [20]. Dies führt klinisch zu einer Verkürzung der Klavikula, verbunden mit einer typischen, sicht- und tastbaren, schmerzhaften Schwellung, die sich aus der Überlagerung beider Knochenfragmente (sog. „Stufenbildung“) ergibt. Die Schulterfunktion ist folglich dementsprechend eingeschränkt [9, 29].

1.3 KLASSIFIKATION DER KLAVIKULAFRAKTUR

1.3.1 EINTEILUNG DER KLAVIKULAFRAKTUR NACH LOKALISATION

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Klassifikationen zur Einteilung der Klavikulafrakturen entwickelt.

Diese basieren in erster Linie auf der anatomischen Lokalisation der Fraktur. Die gebräuchlichste darunter ist die Klassifikation nach Allman [22]. Dabei betreffen die Typ I Frakturen das mittlere, die Typ II Frakturen das laterale und die Typ III Frakturen das mediale Drittel der Klavikula (s. Abb. 1-3).

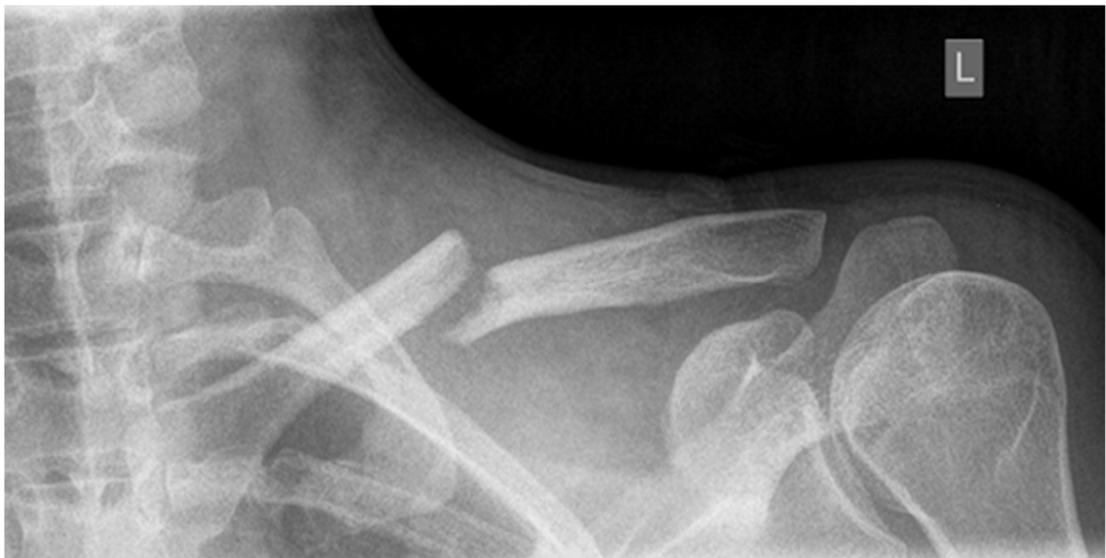


Abbildung 1: AllmanTyp I (Klavikulaschaftfraktur)

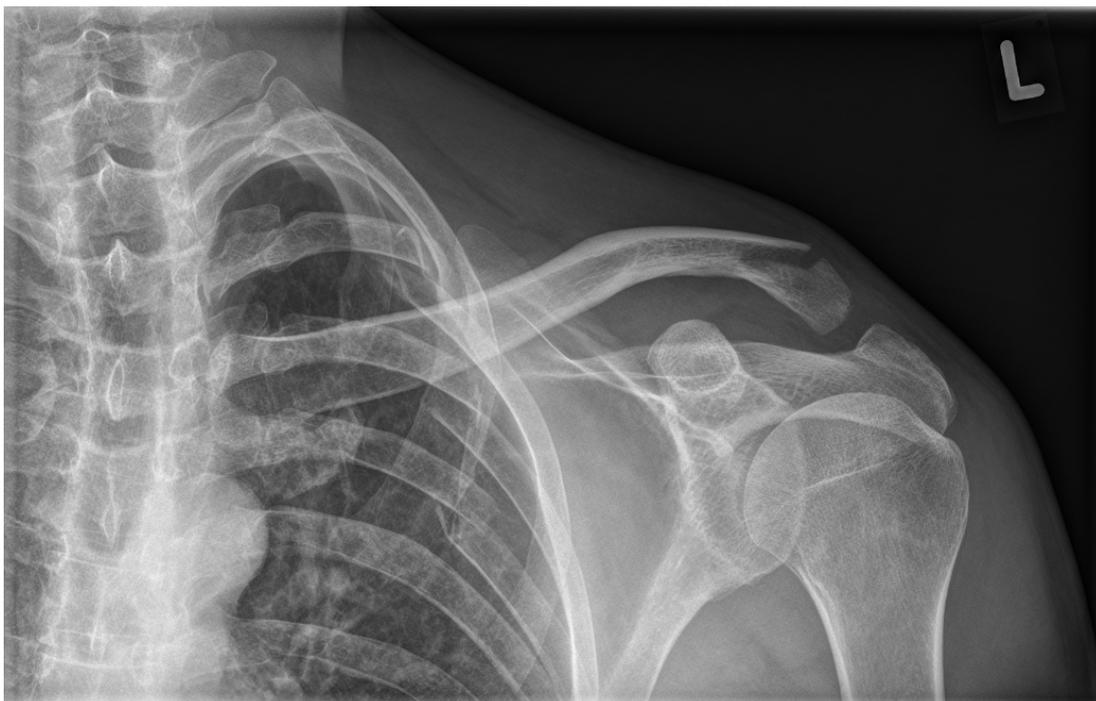


Abbildung 2: konventionelles Röntgenbild bei lateraler Klavikulafraktur, Allman Typ II, nebenbefundlich linksseitige Rippenserienfraktur

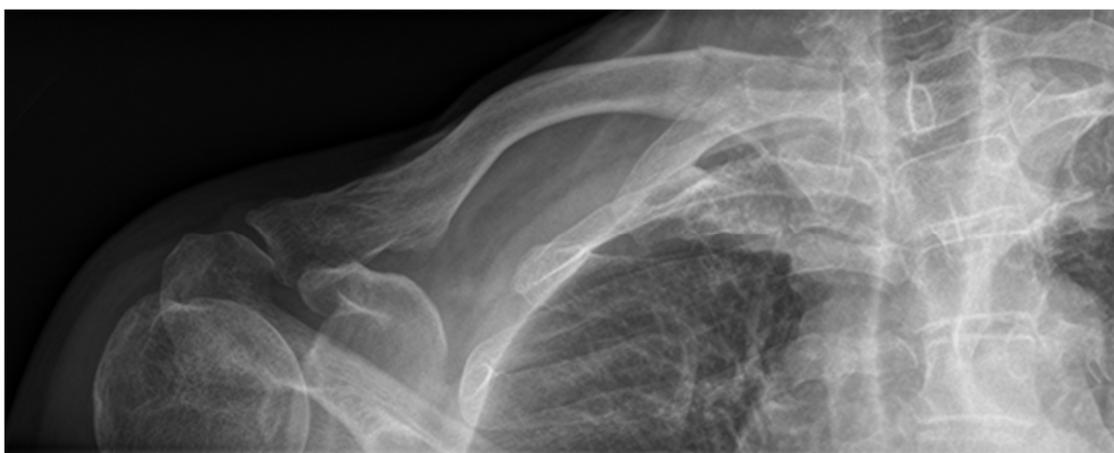


Abbildung 3: konventionelles Röntgenbild bei medialer Klavikulafraktur, Allman III

1.3.2 EINTEILUNG DER LATERALEN KLAVIKULAFRAKTUR

Neer [30] erweiterte 1968 diese Klassifikation, indem er der lateralen Klavikulafraktur eine Sonderstellung einräumte und diese genauer differenzierte:

- Typ I: Fraktur lateral des intakten korakoklavikulären Bandapparats
- Typ II: Fraktur auf Höhe des rupturierten korakoklavikulären Bandapparats mit teilweiser oder vollständiger Rupturierung desselben
- Typ III: Fraktur des distalen Klavikulaendes mit Beteiligung der acromioclaviculären Gelenkfläche

Im angloamerikanischen Sprachraum ist diese Einteilung für laterale Klavikulafrakturen auch heutzutage noch weit verbreitet [12]. Dagegen findet im europäischen Raum - so auch in dieser Arbeit - die Klassifikation nach Jäger und Breitner [31] Verwendung. Sie ist eine Weiterentwicklung der oben genannten Neer-Klassifikation [30]. Jäger und Breitner unterteilten die lateralen Klavikulafrakturen dabei noch genauer mit dem Ziel, dadurch die für jede Frakturlokalisierung sachgerechte und adäquate Therapie und Prognose ableiten zu können [31].

Insgesamt werden hierbei vier verschiedene Frakturformen unterschieden (s. Abb.4):

- Typ I: Fraktur lateral des intakten korakoklavikulären Bandapparates, entspricht Neer Typ I. Es herrschen stabile Verhältnisse, sehr selten grobe Dislokation.
- Typ II: Fraktur auf Höhe der korakoklavikulären Bänder (entspricht Neer Typ II)
- a) Mit Ruptur des Lig. conoideum. Das laterale Fragment bleibt in anatomisch korrekter Position, das mediale Fragment wird durch den Zug des M. sternocleidomastoideus nach kranial und dorsal verlagert, in der Mehrzahl der Fälle resultiert daraus eine deutliche Dislokation verbunden mit dauerhafter Instabilität.
- b) Mit Ruptur des Lig. trapezoideum. Bei intaktem AC-Gelenk liegen stabile Verhältnisse vor.
- Typ III: Lediglich per definitionem eine laterale Klavikulafraktur: Der Frakturspalt findet sich in diesem Fall medial des intakten korakoklavikulären Bandapparates am lateralen Drittel der Klavikula.
- Typ IV: Sonderform der kindlichen Fraktur, auch „Pseudoluxation“ genannt [12]:
- Hierbei tritt der laterale Klavikulaanteil aus dem gerissenen Periostschlauch aus. Es entsteht eine Fehlstellung nach kranial, wobei AC-Gelenk und Wachstumsknorpel durch das Lig. akromioklavikuläre in anatomisch korrekter Position bleiben. Es entsteht das Bild des „Banana peeling“ [32].

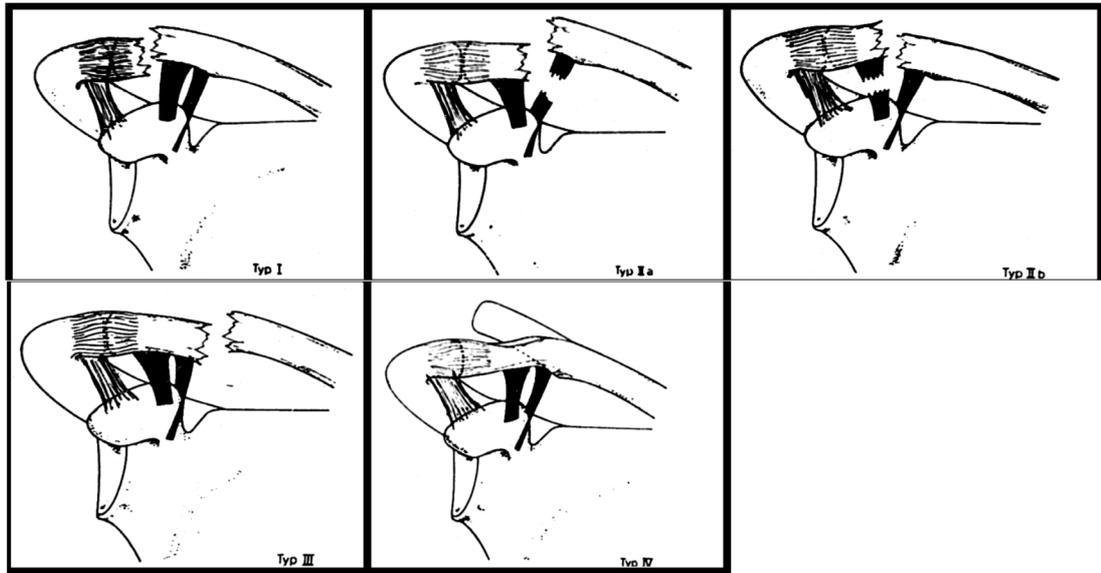


Abbildung 4: Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur nach Jäger und Breitner [31] im Uhrzeiger Sinn: Typ I, IIa, IIb, III, IV aus Hessmann M et al. [38]

1.4 KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Die Anamnese mit klassischem Unfallhergang lässt zusammen mit dem klinischen Erscheinungsbild des Patienten (siehe 1.3) häufig bereits vor der Bildgebung auf eine Klavikulafraktur schließen [8, 9, 33, 34]. Typischerweise erscheinen die Patienten mit schmerzhaft eingeschränkter Beweglichkeit und Schonhaltung des entsprechenden Schultergelenks („Blickdiagnose“): der Arm der betroffenen Seite wird adduziert und innenrotiert an den Rumpf angelegt und mit der anderen Hand gehalten [9, 12, 33]. Krepitationen im Frakturbereich können zusammen mit einer Konturunterbrechung oder einem subkutanen Hämatom hinweisend für die Fraktur sein. Bei der lateralen Klavikulafraktur findet sich bei genauerer klinischer Untersuchung wegweisend ein Druckschmerz über dem AC-Gelenk oder etwas medial davon. Insbesondere kann bei instabilen Frakturen (vor allem Jäger und

Breitner Typ IIa) das nach kranial dislozierte Knochenfragment getastet werden [12]. Häufig ist die betroffene Klavikula verkürzt [35]. Ein Vergleich mit der gesunden Gegenseite ist hier hilfreich. Mögliche Begleitverletzungen von neurovaskulärer Strukturen, so z.B. eine Plexusläsion müssen ausgeschlossen werden. Im klinischen Alltag werden Durchblutung, Motorik und Sensibilität im Seitenvergleich geprüft [18, 36, 37].

1.5 BILDGEBENDE DIAGNOSTIK

Bei Frakturverdacht erfolgt im Anschluss an die klinische Untersuchung zur Diagnosesicherung eine Röntgenaufnahme der Klavikula in zwei Ebenen [38, 39]. Dabei hat sich bewährt, eine Aufnahme im anterior-posterioren (s. Abb. 5) und eine zweite Ebene im axialen Strahlengang (mit 45° Grad nach kranial gekippter Röhre) anzufertigen.

In Ausnahmefällen kann eine Computertomographie hilfreich sein (Abb. 6). Dies ist z.B. der Fall bei unklaren Befunden im konventionellen Röntgenbild, bei klinischem V.a. eine „Floating-Shoulder“ oder zur OP-Planung bei komplexen Frakturen.



Abbildung 5: konventionelles Röntgenbild einer Klavikulaschaftfraktur. Deutlich zu erkennen ist die "Stufenbildung" durch das nach kranial dislozierte mediale Knochenfragment und die daraus resultierende Weichteilschwellung.



Abbildung 6: CT-Bild (3D-Rekonstruktion) der linken Schulter. Laterale Klavikulafraktur, gering disloziert. CT- morphologisch a.e. Typ I nach Jäger und Breitner

Bei klinischem Verdacht auf das Vorliegen von neurovaskulären Begleitverletzungen kann ergänzend eine Duplex-Sonographie oder Angiographie zur Gefäßdarstellung bzw. eine MRT zur Plexusdarstellung durchgeführt werden [12, 40-42].

Differentialdiagnostisch kann nach Ausschluss einer Klavikulafraktur bei Verdacht auf eine isolierte AC-Gelenkssprengung oder Verletzung des korakoklavikulären Bandapparates eine Schulter-Panoramaaufnahme (s. Abb.7) angefertigt werden. Bei dieser auch als „Belastungs“- oder

„Stressaufnahme“ bezeichneten Technik kann der gesamte Schultergürtel unter Zug von jeweils 10 kg an den Armen dargestellt werden [38].



Abbildung 7: Schulterpanoramaaufnahme mit deutlich erweitertem AC-Gelenkspalt rechts

1.6 THERAPIE DER LATERALEN KLAVIKULAFRAKTUR

Bis vor kurzem ging man davon aus, dass Klavikulafrakturen, vor allem Klavikulaschaftfrakturen, bei konservativer Therapie mit funktionell gutem Ergebnis ausheilen [43-46]. In den letzten Jahren stellte sich jedoch aufgrund der Gefahr der Pseudarthrosenentstehung und Verkürzung der Klavikula ein Trend hin zur operativen Versorgung auch von Schaftfrakturen dar. Als OP-Indikation gilt im Allgemeinen die Dislokation um mehr als eine Schaftbreite [47]. Eine klare Diagnostik und Klassifikation ist für die Therapieentscheidung daher unerlässlich [12].

1.6.1 KONSERVATIVE VERFAHREN

Eine konservative Therapie erfolgt, wie oben erwähnt, nur noch in Einzelfällen, so z.B. bei multimorbiden Patienten, die auf Grund ihres schlechten Gesamtzustands nach individueller Risiko-Nutzen-Abwägung nicht von der Operation profitieren würden oder bei Frakturen, die nicht oder nur gering disloziert sind. Dies betrifft vor allem Typ I-, Typ III- und meist auch Typ IIb-Frakturen nach Jäger und Breitner, bei denen durch Intaktheit des Lig. conoideum bzw. des gesamten coracoclaviculären Bandapparates die Stabilität der Fraktur auch ohne Osteosynthese gewährleistet ist [12, 38].

Die konservative Therapie beinhaltet die relative Ruhigstellung des Schultergürtels und der betroffenen Extremität mit einem sog. Gilchristverband für ca. 14 Tage. Im Anschluss an diesen Zeitraum wird erneut ein Röntgenbild der Klavikula angefertigt, um die Stabilität der Fraktur zu überprüfen und eine sekundäre Dislokation auszuschließen. Bei stabilen Verhältnissen kann mit einer frühfunktionellen Therapie begonnen werden.

Eine vollständige Frakturkonsolidierung sollte nach 6-8 Wochen erreicht werden.

1.6.2 OPERATIVE VERFAHREN

Für die laterale Klavikulafraktur ist eine operative Versorgung bei Typ IIa, z.T. IIb und IV und damit bei dislozierten und instabilen Frakturen indiziert.

Eine hohe Pseudarthroserate von bis zu 30% bei konservativem Vorgehen [21] und die immer noch problematische operative Revision einer etablierten Pseudarthrose rechtfertigen dies [21, 30, 48-53]. Absolute

Operationsindikation besteht, wenn es sich um eine offene Fraktur II. oder III. Grades handelt oder operationspflichtige Gefäßverletzungen vorliegen [54] und bei drohender Hautdurchspießung [17, 31, 36, 55].

In der Literatur wird eine große Zahl von Operationsverfahren beschrieben, die kontrovers diskutiert werden. Die gebräuchlichsten Verfahren zur Stabilisierung der Klavikulafraktur sind:

- Zuggurtungsosteosynthese mittels transakromial-eingebrachten Kirschner-Drähten oder Banding [48, 49, 56-59],
- Plattenosteosynthese mittels konventioneller Platten [60, 61], Locking-Compression-Platte (LC-Platte) [62], sowie Hakenplatte (Abb. 8) [50, 52, 63-65],
- Schraubenosteosynthese (z.B. korakoklavikuläre Verschraubung mittels Bosworth-Schraube) [66],
- Seilzugsysteme (z.B. TightRope) [53, 67-69].

Neben offenen (u.a. Plattenosteosynthese) stehen auch arthroskopische OP-Verfahren (z.B. dem TightRope®-System der Fa.Arthrex) zur Verfügung. Bei dieser minimalinvasiven Operationstechnik wird das mediale Fragment durch ein korakoklavikuläres Flaschenzugsystem kaudalisiert und die Fraktur somit indirekt reponiert. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass intraartikuläre BegleitleSIONen detektiert, simultan versorgt werden können und eine Materialentfernung nicht notwendig ist. Des Weiteren wird durch die indirekte Repositionstechnik die iatrogene Verletzung des Periosts vermieden. Nachteilig ist, wie bei allen arthroskopischen Verfahren, die eingeschränkte Übersicht über das Operationsfeld und daraus resultierend das Übersehen von Rotationsfehlern, die eingeschränkte Möglichkeit von Repositionsmanövern und das Vorhandensein einer allenfalls relativen Frakturstabilität mit daraus resultierend erhöhtem Risiko für Refrakturen und

Pseudarthrose bei mangelnder Ruhigstellung bzw. zu offensiver postoperativer Nachbehandlung [70].

Für die Fixierung mittels Kirschnerdrähten wurde eine erhöhte Rate an Pseudarthrosen, Drahtmigration und, bei mangelnder Ruhigstellung, Drahtbruch, sowie Implantatversagen beschrieben [49]. Bei Fixierung mit Hakenplatte kann es zu Implantatversagen [64], Repositionsverlust [49], Verletzung der Rotatorenmanschette und subakromialem Impingement kommen [52].

Weitere Komplikation der Hakenplatte und anderer transakromialer Verfahren ist die iatrogene Schädigung des AC-Gelenks, eine Gelenksarthrose und daraus resultierend die häufig erforderliche Entfernung des Osteosynthesematerials.

Bei der Versorgung der lateralen Klavikulafraktur besteht die entscheidende Herausforderung für den Operateur darin, das zumeist kleinere laterale Fragment oder sogar eine mehrfragmentäre Situation ausreichend zu stabilisieren. Dies erweist sich mit den geläufigen Operationsverfahren bisweilen als äußerst schwierig.

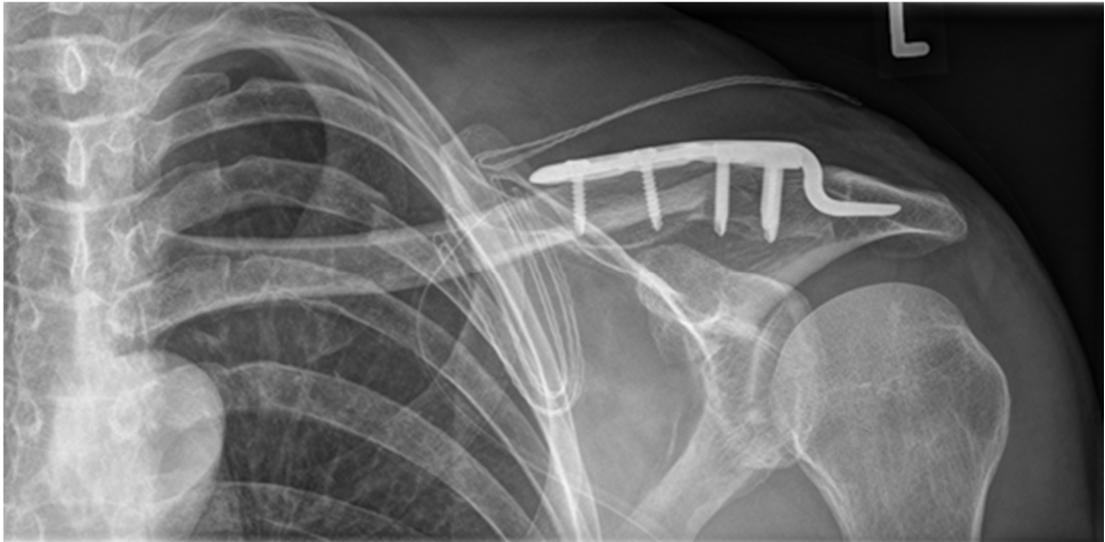


Abbildung 8: laterale Klavikulafraktur mit Hakenplatte

1.7 VERWENDETE TECHNIK DIESER STUDIE

Resultierend aus o.g. Problematik mit herkömmlichen Operationsimplantaten, wurde im Jahre 2008 über eine neue Methode berichtet, bei der die Plattenosteosynthese erstmals mit einer für die distale Radius-Fraktur entworfenen winkelstabilen Kompressionsplatte (3,5mm-LCP-T-Platte) durchgeführt und mit der operativen Verstärkung des korakoklavikulären Bandapparates kombiniert wurde.

Der Vorteil dieses Implantats besteht in der guten Passform für die laterale Klavikula. Des Weiteren zeigte sich, dass die Anordnung der Verriegelungsschrauben sogar in kleinen distalen Fragmenten Stabilität gewährleisten kann, was einen deutlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Osteosyntheseplatten darstellt. Die flache Form der Platte führt zu einem geringen Fremdkörpergefühl [51, 71].

Erstmals berichteten Kalamaras et al. [51] über dieses alternative Verfahren. Hierbei benutzten sie eine für die distale Radius-Fraktur entworfene winkelstabile T-Platte zur Osteosynthese und augmentierten den korakoklavikulären Bandapparat mittels Fibrewire® (Arthrex, Naples, Inc). Es resultierte eine 100%ige Heilungsrate bei exzellentem klinischen Outcome.

Der operative Eingriff wird in Allgemeinanästhesie in Beach-Chair-Position durchgeführt, wobei auf freie Beweglichkeit der betroffenen Extremität geachtet wird. Mit einem Säbelhiebschnitt (dies entspricht einem Hautschnitt im rechten Winkel zur Klavikula über der Fraktur, wobei den Hautspaltlinien gefolgt wird) leicht medial des AC-Gelenks, wird ein direkter Zugang zur Fraktur und dem Processus coracoideus ermöglicht. Die Faszie des M. deltoideus wird im Faserverlauf gespalten. Die Fraktur wird daraufhin unter Sicht und Durchleuchtung reponiert und temporär fixiert. Danach wird eine 3,5 mm winkelstabile T-Platte (Synthes, Umkirch, Schweiz) eingebracht, wobei das distale Ende mit mindestens 3 Verriegelungsschrauben fixiert wird. Anschließend wird eine 1,5 mm PDS-Kordel um die Basis des Korakoids und um die Klavikula gezogen, um den verletzten CC-Bandapparat zu augmentieren und die Osteosynthese während der Heilung zu sichern. Dies ist vor allem bei klein- und mehrfragmentären Frakturen sinnvoll (s. Abb. 9). Die anatomisch korrekte Reposition und Plattenlage wird unter Durchleuchtung kontrolliert und die PDS-Kordel mittels eines chirurgischen Knotens und fünf gegenläufigen Halbschlägen fixiert. Abschließend erfolgt die Rekonstruktion der Faszie des M. deltoideus und der Wundverschluss mittels Hautnaht.

Die postoperative Nachsorge beinhaltet die Immobilisation der betroffenen Extremität in einem Gilchristverband für vier Wochen. Des Weiteren wird ein Physiotherapieprogramm mit zunächst passiver und im Verlauf zunehmend

aktiver Mobilisation verordnet. Flexion und Abduktion sind für sechs Wochen auf maximal 90° begrenzt.

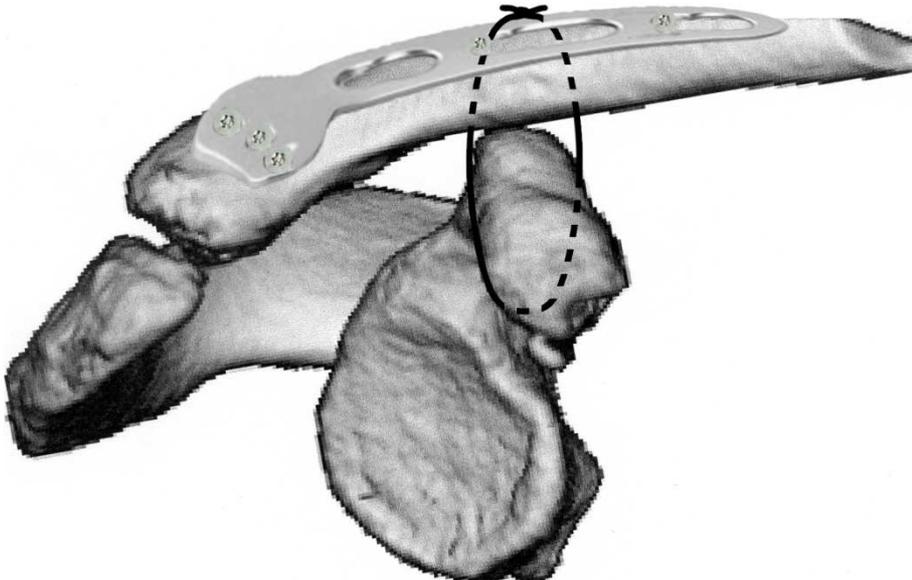


Abbildung 9: winkelstabile 3,5mm T-Platte für den distalen Radius mit PDS-Cerclage, eigenes Bildmaterial.

1.8 KOMPLIKATIONEN DER LATERALEN KLAVIKULAFRAKTUR

1.8.1 NICHTVEREINIGUNG DER FRAKTURENDEN – PSEUDARTHROSE

Definiert ist die Pseudarthrose (s. Abb. 10) als nicht-konsolidierte Fraktur nach einem Zeitraum von über 6 Monaten seit dem auslösenden Ereignis [72]. In der Literatur werden verschiedene Angaben über die Prävalenz der Pseudarthrose bei lateraler Klavikulafraktur nach konservativem Therapieversuch gemacht (11,5 % [73] bis 30% [21, 30, 55]). Verglichen mit

der Prävalenzrate für die diaphysären Klavikulaverletzungen (4,5% [73] bis 15% [74, 75]) kommt es bei der lateralen Klavikulafraktur also deutlich häufiger zur Bildung von Pseudarthrosen.

Prinzipiell ist zu beachten, dass ältere Menschen und Patienten mit dislozierter Fraktur ein höheres Risiko für das Auftreten einer Pseudarthrose haben [73, 76].

Klinisch fallen häufig belastungsabhängige Schmerzen über dem Frakturbereich und daraus resultierend Funktionseinschränkungen, sowie Achsen- und Rotationsfehler auf [30, 77]. Des Weiteren wird in Folge der teils ausgeprägten Kallusbildung bei hypertrophen Pseudarthrosen nicht nur die funktionelle Einschränkung im Schultergelenk, sondern auch das kosmetische Ergebnis von einigen Patienten als störend empfunden.

Bei entsprechender Symptomatik ist die Indikation für ein sekundär operatives Vorgehen gegeben. Dieses besteht in einer stabilen Plattenosteosynthese. Zusätzlich wird bei hypo- oder atrophen Pseudarthrosen ein Anfrischen der Frakturrenden, sowie die Anlagerung autologer Spongiosa empfohlen [78, 79].

In den meisten Fällen – laut Trompetter [54] sogar in sechs von sieben - und vor allem bei nur mäßigem funktionellen Anspruch (i.e. in erster Linie ältere Patienten) sind Pseudarthrosen asymptomatisch und bedürfen dementsprechend keiner weiteren Therapie [73].



Abbildung 10: konventionelles Röntgenbild. laterale Klavikulafraktur mit atropher Pseudarthrose

1.8.2 KONSOLIDIERUNG IN FEHLSTELLUNG

Wie schon in vorangegangenen Abschnitten erwähnt, heilen konservativ behandelte Frakturen, die sekundär nicht zu einer Pseudarthrose geführt haben, meist in Fehlstellung aus [18]. Es wird dabei in aktuellen Studien kontrovers diskutiert, ob eine anatomische Verkürzung oder die Konsolidierung der Klavikula in Fehlstellung grundsätzlich zu einer klinisch relevanten Funktionseinschränkung im Alltag führen muss [80, 81]. Da verkürzt und disloziert verheilte Klavikelfragmente zu einer Positionsänderung der Fossa glenoidalis führen können, steht in neueren Publikationen auch zur Diskussion, ob dies zu funktionellen Beschwerden und Funktionseinbußen des ganzen Schultergelenks/-gürtels führen kann, vor allem im Sinne einer verminderten Abduktion und bei Arbeiten über Kopfhöhe [82].

Einigkeit herrscht allerdings über die Risikofaktoren, die hierfür eine entscheidende Rolle spielen:

Demnach führen vor allem höheres Alter, weibliches Geschlecht, grobe Dislokation und Mehrfragmentfrakturen zu einem vermehrten Auftreten von symptomatischen „falsch“-konsolidierten Klavikulafrakturen [17, 19, 73, 76]. Wie bei der Pseudarthrose raten die meisten Autoren auch im Falle einer Konsolidierung in Fehlstellung bei entsprechender Symptomatik zu operativer Revision der Fraktur [83, 84]. Diese erfolgt durch Osteotomie der ehemaligen Frakturrenden, Plattenosteosynthese und Rekonstruktion sowie Augmentation unter Zuhilfenahme von autologer Spongiosa.

1.8.3 NEUROLOGISCHE KOMPLIKATIONEN

Als Folge einer akuten oder aber auch einer chronischen Dislokation, wie sie bei Pseudarthrosen und in Fehlstellung konsolidierten Klavikulafrakturen häufig in Kombination mit einer vermehrten Kallusbildung auftritt, kann es zu neurologischen Komplikationen in Form von Nervenkompression kommen. In diesem Fall ist der Raum zwischen erster Rippe und Klavikula durch übermäßige Kallusbildung verengt, sodass es aufgrund dieser Lokalisation typischerweise zu Symptomen im Verlauf des Nervus ulnaris kommt (=Kostoklavikularsyndrom) [85, 86]. Weitere Gründe für Nervenirritationen nach Fraktur können Narbenverwachsungen und Arteria-subclavia-Aneurysmata sein. Des Weiteren können sie im Falle operativen Vorgehens auch iatrogen ausgelöst sein, z.B. durch Migration eines TEN (für laterale Frakturbehandlung nicht relevant) oder Verletzung des Nervengewebes während der OP [87]. Die Klinik besteht meist aus lageabhängiger, oft durch Abduktion provozierbarer Kraftminderung und eventuell Schmerzen. In schweren Fällen kann es bis zu Lähmungserscheinungen im betroffenen Arm kommen. Bei entsprechender Symptomatik und nach Bestätigung der Diagnose durch ergänzende Bildgebung und/oder elektrophysiologische

Testung (Elektroneurographie und -myographie) steht die Beseitigung der Ursache im Vordergrund. Wie oben erwähnt, besteht diese nach Fraktur am häufigsten in einer hypertrophen Pseudarthrose oder einer in Fehlstellung verheilten Klavikula, deren Therapie schon in 1.8.1 und 1.8.2 besprochen wurde.

1.9 ZIEL DER ARBEIT

Die Klavikulafraktur ist eine der häufigsten Frakturen. Deshalb ist die zwar nur mit einem verhältnismäßig geringen prozentualen Anteil vertretene laterale Fraktur dennoch epidemiologisch bedeutsam. Vor allem die im Vergleich zur diaphysären Fraktur weitaus höhere Komplikationsrate bei konservativer Behandlung begründet die häufigere Indikationsstellung zum primär operativen Vorgehen. Hierbei waren jedoch alle bisher erprobten Fixationstechniken mit diversen Nachteilen verbunden, so dass die Suche nach dem idealen Osteosyntheseverfahren bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch anhält.

Ziel unserer klinischen Studie war, ein aktuelles operatives Verfahren in einem größeren Kollektiv von 30 Patienten zu untersuchen, um das klinische Outcome und die Komplikationen der Technik bei Versorgung der instabilen lateralen Klavikulafraktur herauszuarbeiten.

Die Ergebnisse sollten mit der aktuellen Literatur verglichen und mögliche Vor- und Nachteile der Technik herausgearbeitet werden.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 PATIENTENKOLLEKTIV

Im Zeitraum vom 01.01.2007 bis zum 01.01.2010 wurden in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Klinikums Rechts der Isar in München insgesamt 37 instabile laterale Klavikulafrakturen Typ IIa mittels winkelstabiler 3,5mm T-Platte (Fa. Synthes) und zusätzlicher PDS-Cerclage versorgt. Davon erfüllten 30 Patienten (81%) die Einschlusskriterien und standen für eine Nachuntersuchung zur Verfügung. Die Studienpopulation bestand aus 10 Frauen und 20 Männern, deren Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der operativen Versorgung 36 Jahre (16-68 Jahre) betrug. Die dominante Seite war bei 13 von 30 Patienten betroffen (43%).

2.2 AUSSCHLUSSKRITERIEN

Zu den Ausschlusskriterien gehörten:

Vorangegangene konservative Therapie oder Vorliegen eines Polytraumas oder einer Kettenverletzung (Vorhandensein mehrerer Frakturen an einer Extremität) der betroffenen Schulter, alle anderen Klavikulafrakturen, bei denen es sich nicht um instabile laterale Frakturen handelte, alternative Operationsverfahren, vorangegangene osteosynthetische Versorgung oder stattgehabte Fraktur, Vorliegen einer pathologischen Fraktur oder Pseudarthrose, neurovaskuläre Begleitverletzungen, bestehende Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis oder entzündliche Grunderkrankungen wie Sepsis, Meningitis und andere neurologisch-psychiatrische Grunderkrankungen.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Oktober 2009 bis Dezember 2010) konnte zu drei Patienten kein Kontakt hergestellt werden, vier lehnten die Teilnahme an der Studie ab. In die endgültige Auswertung gingen daher die Ergebnisse von 30 Patienten ein.

2.3 ABLAUF DER KLINISCHEN UNTERSUCHUNG

Alle erfassten Patienten wurden nach einem Aufklärungsgespräch über den Untersuchungsablauf und Einwilligung zu einem ambulanten Nachuntersuchungstermin in die Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Klinikums Rechts der Isar der Technischen Universität München einbestellt.

Die eigentliche Untersuchung erfolgte anhand eines eigens für die Studie erstellten Fragebogens und diverser standardisierter und international anerkannter Traumascores (s.u.).

2.3.1 ANAMNESE

Als Erstes wurden in einem ausführlichen Anamnesegespräch die allgemeinen Patientendaten, wie Anschrift, Alter, Größe und Gewicht, sowie Angaben zum Unfallhergang, zu relevanten Voroperationen oder Nebenerkrankungen und die aktuelle Medikation (auch Schmerzmedikation) erfasst. Weiterhin wurden Risikofaktoren erfragt. Dazu gehörten Sport/Leistungssport, die Berufsanamnese und die Feststellung, ob die Klavikula des dominanten Armes gebrochen war. Zusätzlich wurden durch Befragung des Patienten, aber auch aus der Patientenakte, postoperative Komplikationen wie Thrombose, Implantatversagen oder Infekt ermittelt. Aus der Akte konnten

auch Operationszugang, -seite, -zeit und verwendetes OP-Implantat, die Diagnose nach Jäger und Breitner und außerdem Anzahl und Datum der Re-Operationen entnommen werden.

Des Weiteren wurden Angaben über die Ruhigstellung der Schulter (ja/nein, per Gilchristverband) und die Art und Häufigkeit der Nachbehandlung (z.B. Physiotherapie) gemacht.

2.3.2 SUBJEKTIVE BEURTEILUNG DES THERAPIEERGEBNISSES

Im Anschluss daran sollte der Patient/die Patientin angeben, ob und welche Art bzw. Intensität von Schmerzen und Funktionseinschränkung er aktuell habe. Dabei konnte er zwischen

- gelegentlich Schmerzen,
- Dauerschmerz,
- Belastungsschmerz,
- Gebrauchsstörung und
- Blockierungen

unterscheiden. Auch Mehrfachnennungen waren möglich. Um die Aussage zu spezifizieren, sollte der Patient seine subjektiv erlebte Schmerzintensität anhand einer visuellen Analogskala (VAS) darstellen. Hierbei konnte er eine Zahl von 0 = keinerlei Schmerz bis hin zu 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz auswählen.

Der Studienteilnehmer sollte dann noch Angaben zu Aktivitäten des täglichen Lebens machen, sowie ob die postoperative Belastbarkeit das Niveau vor dem Trauma erreichte.

Zu guter Letzt wurden noch die Zufriedenheit des Patienten mit dem Verfahren und sein abschließendes Gesamturteil (sehr gut bis sehr schlecht) erfasst.

2.3.3 KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Bei entkleidetem Oberkörper wurden im Anschluss die Narbe und der Hautstatus beurteilt und der Schultergürtel auf Asymmetrien, Muskelatrophien, Schwellungen und andere Auffälligkeiten inspiziert und mit der Gegenseite verglichen. Die Palpation schloss die Prüfung von Narbenverschieblichkeit, Druckdolenzen, Überwärmung, sowie Sensibilitätsstörungen ein. Es wurde darauf geachtet, dass die klinischen Daten bei jedem Patienten nach Möglichkeit in gleicher Form erhoben wurden.

Das Bewegungsausmaß (Range of Motion = ROM) und etwaige Blockierungen wurden nach der Neutral-Null-Methode mittels Winkelmesser für Abduktion/Adduktion, Ante-/Retroversion und Außen-/Innenrotation (in 90° Flexion im Ellenbogengelenk) ermittelt.

2.4 BEWERTUNGSVERFAHREN: TRAUMASCORES

Alle Patienten wurden zur Objektivierung und damit besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse auch anhand verschiedener Traumascores untersucht.

Zu den oben genannten zählten:

- Constant-Murley-Score,
- Simple-Shoulder-Test,
- DASH-Score und
- ASES-Score.

2.4.1 CONSTANT-MURLEY-SCORE

Dieser Score erlaubt die subjektive und objektive Beurteilung der gesamten Schulterfunktion [88, 89]. Zu den subjektiven Parametern (Wichtung 35%) zählen (1) Schmerz und (2) Aktivitäten des täglichen Lebens. Die objektiven Kriterien (Wichtung 65%) setzen sich aus (3) Bewegungsumfang und (4) Kraft zusammen.

Insgesamt können maximal 100 Punkte erreicht werden. Dieser Punktwert entspricht einer schmerzfreien, voll beweglichen und funktionstüchtigen Schulter. Demgegenüber charakterisieren 0 Punkte einen Zustand maximalen Schmerzes ohne relevante Schulterfunktion. Der Score wurde in unserem Fall zum individuellen Seitenvergleich sowohl an der betroffenen als auch an der gesunden Schulter erhoben.

Die Kraftmessung wurde zur besseren Vergleichbarkeit anhand eines Muskelkraft-Analysegerätes (IsoForceControl, Fa MDS Medical Device Solutions AG, Schweiz) ermittelt.

Dazu zog der Patient im Stehen mit 90° flektierten und 90° abduzierten Arm mit maximaler Kraft für 4 s an dem eigens zur isometrischen Kraftmessung entwickelten Analysegerät.

Diese Messung wurde insgesamt dreimal pro Seite wiederholt, wobei dann jeweils der erreichte Mittelwert für die Durchschnitts- und maximale Zugkraft in die Studie eingingen. Dabei erhielt der Patient für jedes englische Pfund einen Punkt.

Die Auswertung des Constant-Murley-Scores erfolgte durch Addition der jeweils erreichten Einzelpunktzahl, wobei folgende Punktgrenzen galten:

- 100-91 Punkte: ausgezeichnet
- 90-81 Punkte: gut
- 80-71 Punkte: befriedigend
- 70-61 Punkte: ausreichend
- < 60 Punkte: schlecht

Um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Geschlechtern und den verschiedenen Altersgruppen zu gewährleisten, normalisierten wir den Constant-Score nach Katolik et al. [90]. Diese Arbeitsgruppe erhob bei 441 Patienten den Constant-Score (inkl. Kraftmessung) und stellte dabei fest, dass zum einen Frauen im Schnitt signifikant schlechter abschnitten als Männer, zum anderen ältere Patienten schlechter als jüngere, auch wenn sie in einer alters- und geschlechtsgematchten Vergleichsgruppe durchaus (über-) durchschnittliche Ergebnisse erzielen würden. Daher entwickelten Katolik et al. [90] auf Basis dieser Datenlage eine Formel, die geschlechts- und altersspezifische Unterschiede mit einkalkuliert und so ein realistisches Bild der individuellen Leistungsfähigkeit kreierte (Tab. 1).

Normalisierter CS = ("roher" CS/alters- und geschlechtsgematchten Normwert*) x 100

ALTER (JAHRE)	MÄNNER	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 1: alters- und geschlechtskorrelierte Normwerte für den Constant-Score n. Katolik et. al [90]

2.4.3 SIMPLE-SHOULDER-TEST

Der Simple-Shoulder-Test ist ein einfacher Fragebogen, der die Einschränkung des Patienten im Alltag beurteilt. Hierbei wurden 12 Fragen zu Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) gestellt, die entweder mit ja oder nein beantwortet werden konnten. Für jedes „ja“ erhielt der Patient einen Punkt, die Maximalpunktzahl betrug folglich 12.

2.4.4 DASH-SCORE (DISABILITY OF THE ARM, SHOULDER AND HAND QUESTIONNAIRE)

Der „DASH-Score“ [91-93] beinhaltet insgesamt einen 34 Punkte-Katalog zur Bewertung der globalen Funktionsfähigkeit der betroffenen oberen Extremität des Patienten.

Es handelt sich somit hierbei um einen sogenannten „self report“-Fragebogen, der im Gegensatz zum Constant-Score vor allem eine patientenorientierte alltagsbezogene Evaluation der Schulter-/Armfunktion darstellt.

In unserer Studie verwendeten wir die deutsche Version des DASH-Fragebogens, die erstmals 1999 von Germann et al. veröffentlicht [93] und 2003 durch die gleiche Arbeitsgruppe standardisiert und validiert worden war [92].

Der DASH besteht in dieser Version aus drei Komponenten:

- (1) Teil A beinhaltet 23 Fragen zur Evaluation der Funktionsfähigkeit der oberen Extremität im täglichen Leben,
- (2) Teil B beinhaltet 7 Fragen zur Evaluation der Beschwerdesymptomatik im täglichen Leben und
- (3) Teil C mit einem 4 Fragen beinhaltenden optionalen Modul für Leistungssportler und Berufsmusiker.

Teil C kam in unserer Studie allerdings nicht zur Anwendung, da keiner der 30 Studienteilnehmer Leistungssportler oder Berufsmusiker war, sodass insgesamt 30 Fragen beantwortet werden konnten.

Über einen Algorithmus wurde dann aus dem Fragebogen das Endergebnis berechnet:

DASH Wert für Behinderung/Symptome = [(Summe der n Antwortpunkte) – 1] x 25 : n

Hierbei entsprach n der Anzahl der beantworteten Fragen. Dies mussten mindestens 27 Fragen sein, um die Reproduzierbarkeit und Validität des Tests zu gewährleisten.

Insgesamt konnten zwischen 0 und 100 Punkten erreicht werden, wobei 0 Punkte dem bestmöglichen Ergebnis und damit exzellenter Funktion der Extremität entsprach.

2.4.5 ASES-SCORE (SCORE OF THE AMERICAN SHOULDER AND ELBOW SURGEONS)

Analog zum DASH-Score gehen beim ASES-Score [94] wieder die Funktion der Extremität im täglichen Leben (10 Fragen) und die Schmerzintensität (Visuelle Analogskala) in der betroffenen Schulter in die Bewertung ein, wobei beide Teile jeweils 1:1 gewichtet werden.

Eigentlich besteht der ASES-Score aus zwei Komponenten:

- (1) Teil 1 beinhaltet die gerade erwähnte Evaluation durch den Patienten
- (2) Teil 2 besteht aus einer körperlichen Untersuchung durch den Arzt.

Allerdings geht nur Teil 1 in die Bewertung mit ein, so dass sich die Gesamtpunktzahl wie folgt berechnen lässt:

Durch Addition der einzelnen Punkte und Anwendung unten genannter Formel, konnte eine Maximalpunktzahl von 100 erreicht werden:

$[(10 - \text{Schmerzpunktzahl}) \times 5] + (5/3 \times \text{Punktzahl ADL}) = \text{Ergebnis des ASES-Scores}$

Die Auswertung erfolgte analog zum Constant-Score (Tab. 2):

100 – 91 Punkte	Ausgezeichnet
90 – 81	Gut
80 – 71	Befriedigend
70 – 61	Ausreichend
< 60	Schlecht

Tabelle 2: Bewertung der erreichten Punktzahl im ASES-Scores

2.5 RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

Im Anschluss an die klinische Untersuchung erfolgte die radiologische Diagnostik. Diese bestand aus einer konventionellen Röntgenaufnahme im anterior-posterioren, sowie im tangentialen Strahlengang.

In dieser Studie wurden sowohl die präoperativen Röntgenbilder, als auch die Bilder der Abschlussuntersuchung beurteilt. Dabei wurde besonders auf die Frakturdislokation, die Dauer bis zur vollständigen Konsolidierung, Implantatversagen oder –lockerung, Repositionsverlust und arthrotische Gelenkveränderungen geachtet.

Wie von Robinson et al. [95] vorgeschlagen, wurde die Dehiszenz der Frakturenenden bestimmt. Hierbei wurde der vertikale Abstand zwischen dem am weitesten kranial gelegenen Anteil des diaphysären Fragments und dem am weitesten kranial gelegenen Anteils des lateralen Fragments unter Berücksichtigung von Projektionsartefakten gemessen. Die Messungen erfolgten in digitalen Bildern mit einem kalibrierten „Digital Ruler“ (OfficePACS, Stryker Imaging, Flower Mound, TX). Die Ergebnisse wurden auf eine Dezimalstelle genau gerundet.

Die Fraktur galt als konsolidiert, wenn der Frakturspalt mit Kallus überbaut war und Frakturlinien nicht mehr abgrenzbar waren.

2.6 STATISTISCHES VERFAHREN

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte an Hand der Software SPSS 11.5 (Statistical Product and Service Solutions, SPSS Inc, Chicago, IL).

Zum Vergleich der Ergebnisse zwischen Männern und Frauen, sowie dominanter und nicht-dominanter Schulter, wurde der t-Test angewandt. Dabei wurde das Signifikanzniveau bei $p < 0,05$ angesetzt.

3 ERGEBNISSE

3.1 PATIENTENKOLLEKTIV

30 von 37 Patienten (81%) standen für die Nachuntersuchung zur Verfügung. 10 Patienten waren Frauen, 20 Patienten waren Männer. Das Geschlechterverhältnis betrug somit 1:2.

Im Mittel waren die Patienten bei der Operation 35,7 Jahre alt (16 – 68 Jahre). Die Gruppen der Frauen und Männer unterschieden sich nur geringfügig hinsichtlich des Alters bei der Operation. Männer waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 34,6 (16 – 51 Jahre), Frauen 37,9 (16 – 68 Jahre) Jahre alt (s. Abb. 11).

23 (77%) der 30 nachuntersuchten Patienten waren Rechts-, die restlichen 7 (23%) Linkshänder. Es war in 7 (23 %) Fällen die linke, in 23 (77%) die rechte Klavikula betroffen. Zusammenfassend verletzten sich 13 (43%) Patienten an der dominanten, 17 (57%) an der nicht-dominanten Seite.

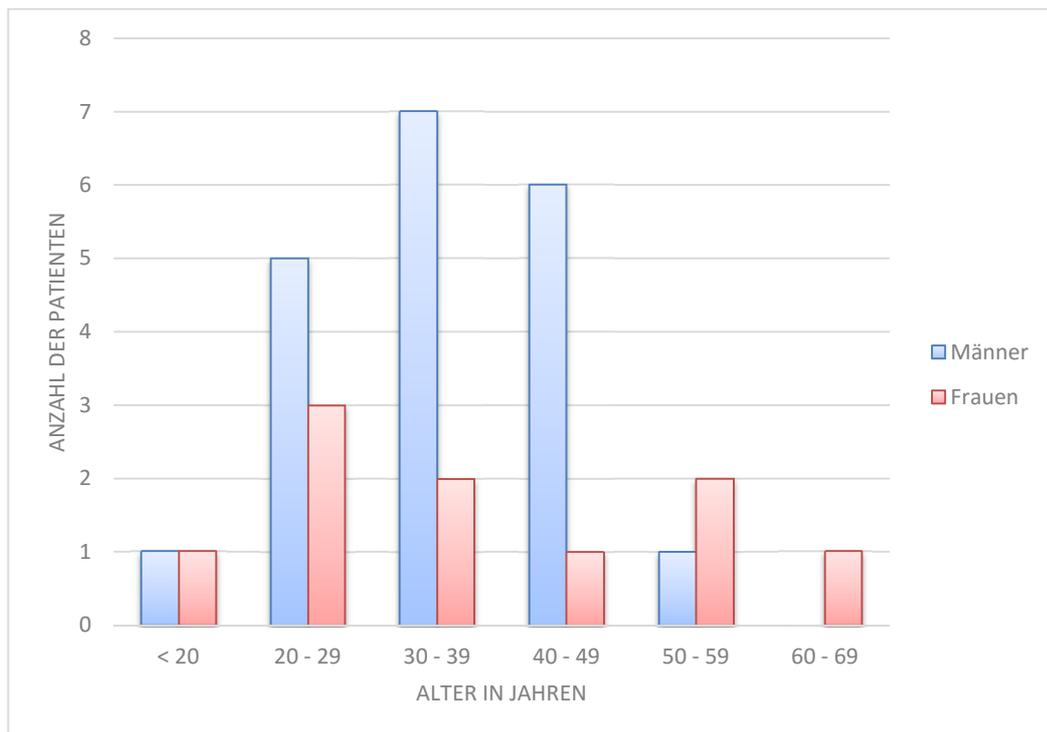


Abbildung 11: Alters- und Geschlechtsverteilung des nachuntersuchten Patientenkollektivs

3.2 ZEITLICHER VERLAUF

Der Follow-up betrug durchschnittlich 14,3 Monate (4,7 – 37,2 Monate) postoperativ.

Vom Unfallzeitpunkt bis zur Operation vergingen durchschnittlich 4,7 Tage (0 – 22 Tage), die durchschnittliche Operationsdauer betrug 81 Minuten (43 - 143 Minuten). Dabei wurde die Operationsdauer als Zeit vom Hautschnitt bis zur Hautnaht definiert.

3.3 UNFALLMECHANISMUS

Der am häufigsten genannte Unfallmechanismus war mit 37% (n = 11) der Fahrradsturz, gefolgt von 23 % (n = 7) Verletzungen beim Ski-/Snowboard-/Schlittenfahren, 17 % (n = 5) bei Stürzen zu Hause/im Haushalt, 7% (n = 2) beim Wassersport, 7% (n = 2) Verkehrsunfälle, 3% (n=1) Sturz als Fußgänger, 3% (n = 1) beim Fußballspielen und ebenfalls 3% (n = 1) bei einem Reitunfall. Somit waren 22 der 30 (73%) Verletzungen auf Sportunfälle zurückzuführen (s. Abb. 12).

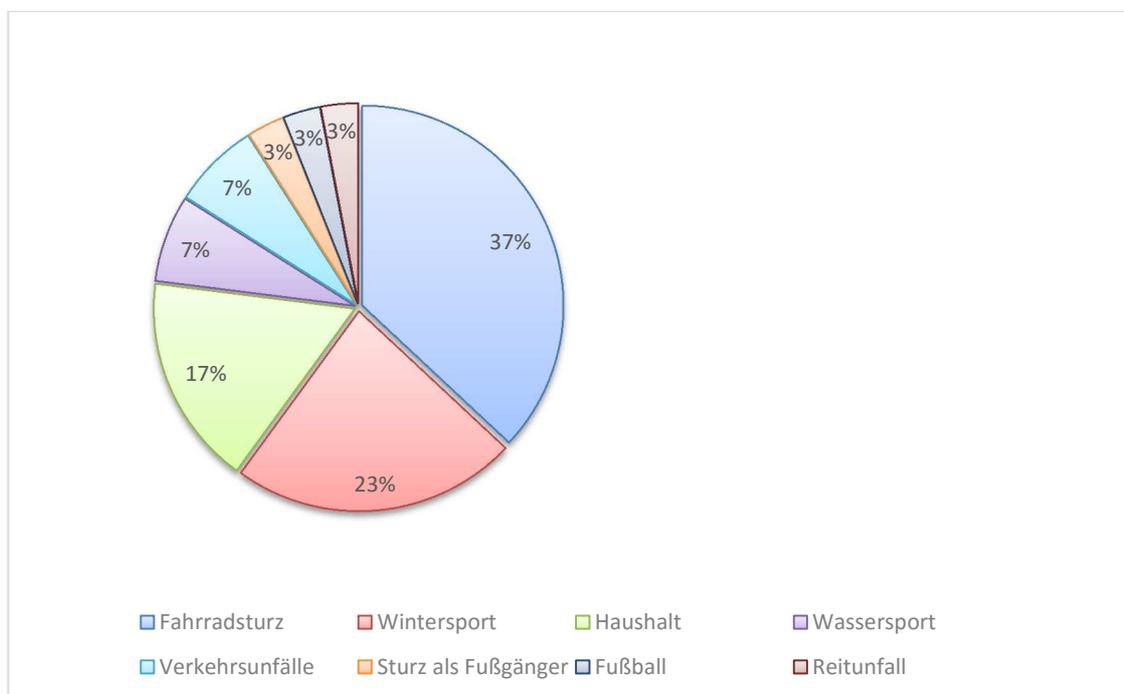


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Unfallursachen

3.4 SUBJEKTIVE BEURTEILUNG DES THERAPIEERGEBNISSES

Die zusammenfassende Bewertung der Probanden reichte von 1 (= sehr gut) bis 3 (=befriedigend). Die durchschnittliche Bewertung aller Nachuntersuchten lag bei 1,4 und somit etwas über der Bewertung des Untersuchers. 6 (20%) Patienten gaben gelegentliche Schmerzen von geringer Intensität im Frakturbereich an, die aber nur bei z.B. ungewohnter oder großer Belastung auftraten. Bei 8 (27%) Patienten konnten durch Druck auf den ehemaligen Frakturspalt Schmerzen ausgelöst werden. Außerdem klagten 7 (23%) über geringfügige Blockierungen im Sinne einer Einschränkung des Bewegungsausmaßes. Mit dem kosmetischen Ergebnis waren 25 (83%) Patienten zufrieden, 5 (17%) klagten über eine leichte Narbenhypertrophie.

3.5 SCHMERZEMPFFINDEN

Die mittels visueller Analogskala erhobene Schmerzintensität betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung durchschnittlich $0,9 \pm 1,3$ von maximal 10 Punkten (0 Punkte entsprechen Schmerzfreiheit, 10 Punkte einem maximalen Schmerzniveau).

Keiner der Patienten gab Schmerzen im Bereich des AC-Gelenks im Sinne einer degenerativen Veränderung/Arthrose an.

Die Arbeitsfähigkeit konnte in allen Fällen wiederhergestellt werden, bei sportlicher Aktivität klagten jedoch 6 Patienten (20%) über eine verminderte Funktionalität der betroffenen Extremität.

3.6 BEURTEILUNG DURCH DEN UNTERSUCHER

Der Untersucher bewertete dieselben Kriterien wie die Patienten. Die Spanne der Bewertungen durch den Untersucher lag zwischen 1 (sehr gut) und 4 (= ausreichend), das Ergebnis lag mit einer Durchschnittsnote von 1,7 (Range: 1-4) nur wenig unter der Einschätzung der Probanden (s. Abb. 13).

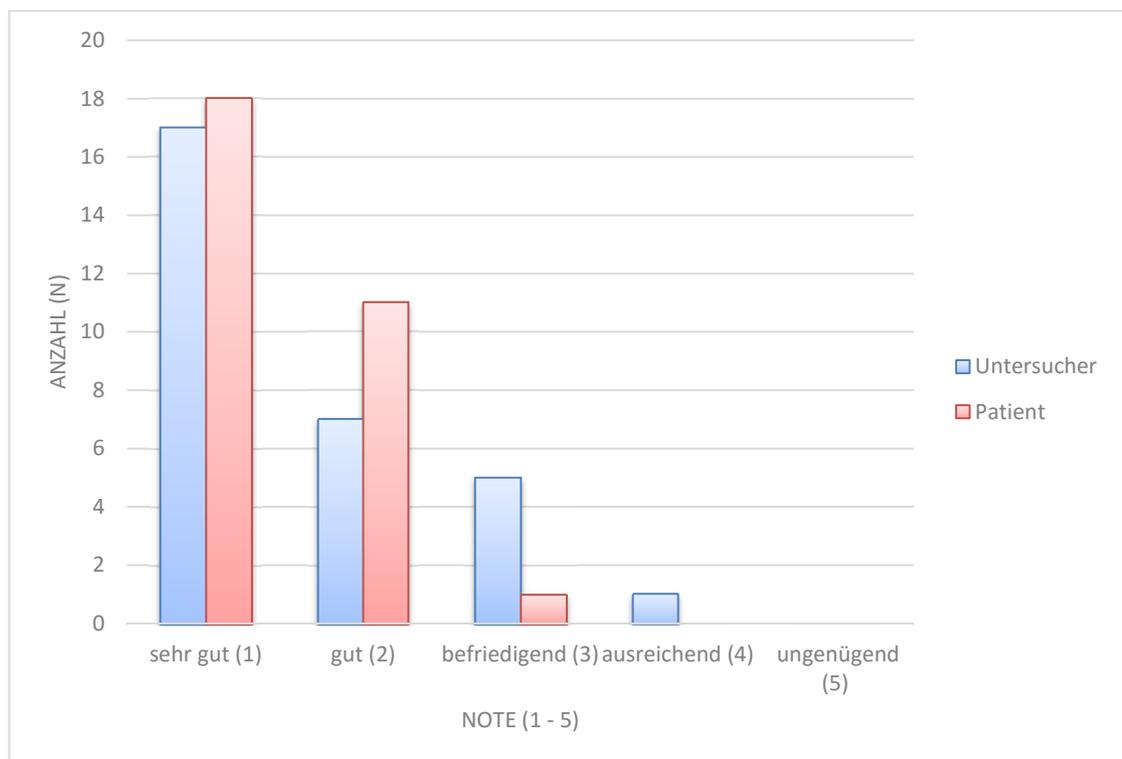


Abbildung 13: Gesamtbeurteilung durch Untersucher und Patient

3.7 AUSWERTUNG DER TRAUMASCORES

3.7.1 *CONSTANT-MURLEY-SCORE*

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde ein mittlerer Constant Score von 85,6 (59 – 100) auf der betroffenen Seite ermittelt. Die mittleren Rohwerte für die einzelnen Testkomponenten betragen 13,2 Punkte (Range 10 – 15 Punkte) für Schmerz, 15 Punkte (Range 10 – 25 Punkte) für Kraft, 18,6 Punkte (Range 13 – 20 Punkte) für ADL und 38,9 Punkte (Range 34 – 40 Punkte) für ROM. Die Ergebnisse des Constant-Scores wurden dann zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen und zur Erhöhung der Validität des Constant-Scores nach den Empfehlungen von Katolik et. al. [90] normalisiert:

Unsere Patienten erreichten dabei durchschnittlich 92,3 Punkte (Range 64 – 100). Dies entspricht einem ausgezeichneten Ergebnis. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tab.3 und Abbildung 14 dargestellt.

Patient	Geschlecht (w/m)	Alter (Jahre)	Frakturseite (r/l)	Constant Score [0 - 100]	Schmerz	Kraft	ADL [0	ROM	normalisierter Constant-Score [0 - 100]
					[0 - 15]	[0 - 25]	- 20]	[0 - 40]	
1	w	42	l	76	10	10	16	40	95
2	w	57	r	78	15	10	15	38	100
3	m	49	l	59	10	10	13	26	64
4	m	27	l	85	10	15	20	40	87
5	m	35	l	95	15	20	20	40	100
6	m	25	l	90	10	20	20	40	92
7	w	16	r	90	15	15	20	40	93
8	m	34	l	95	15	20	20	40	100
9	m	34	r	95	15	20	20	40	100
10	m	43	l	90	15	15	20	40	98
11	m	47	r	100	15	25	20	40	100
12	w	68	r	80	15	10	15	40	100
13	w	23	r	70	10	10	16	34	72
14	w	31	l	80	10	10	20	40	89
15	w	28	r	85	15	10	20	40	88
16	w	35	l	80	10	10	20	40	89
17	m	51	l	90	15	15	20	40	100
18	m	30	l	100	15	25	20	40	100
19	m	41	r	83	10	15	20	38	90
20	m	21	r	90	10	20	20	40	92

3 Ergebnisse

21	w	50	r	76	10	10	16	40	100
22	m	42	l	95	15	20	20	40	100
23	m	36	l	90	15	15	20	40	97
24	m	48	l	90	15	15	20	40	98
25	m	30	l	70	10	10	16	34	75
26	m	26	l	95	15	20	20	40	97
27	m	16	l	90	15	15	20	40	92
28	m	23	r	88	15	15	20	38	90
29	w	29	r	78	15	10	15	38	80
30	m	24	r	85	15	15	15	40	91
Mittelwert				85,6	13,2	15	18,6	38,9	92,3
SD				9,5	2,5	4,7	2,3	2,9	9,2
Maximum				100	15	25	20	40	100
Minimum				59	10	10	13	26	64

Tabelle 3: Ergebnisse des Constant-Scores

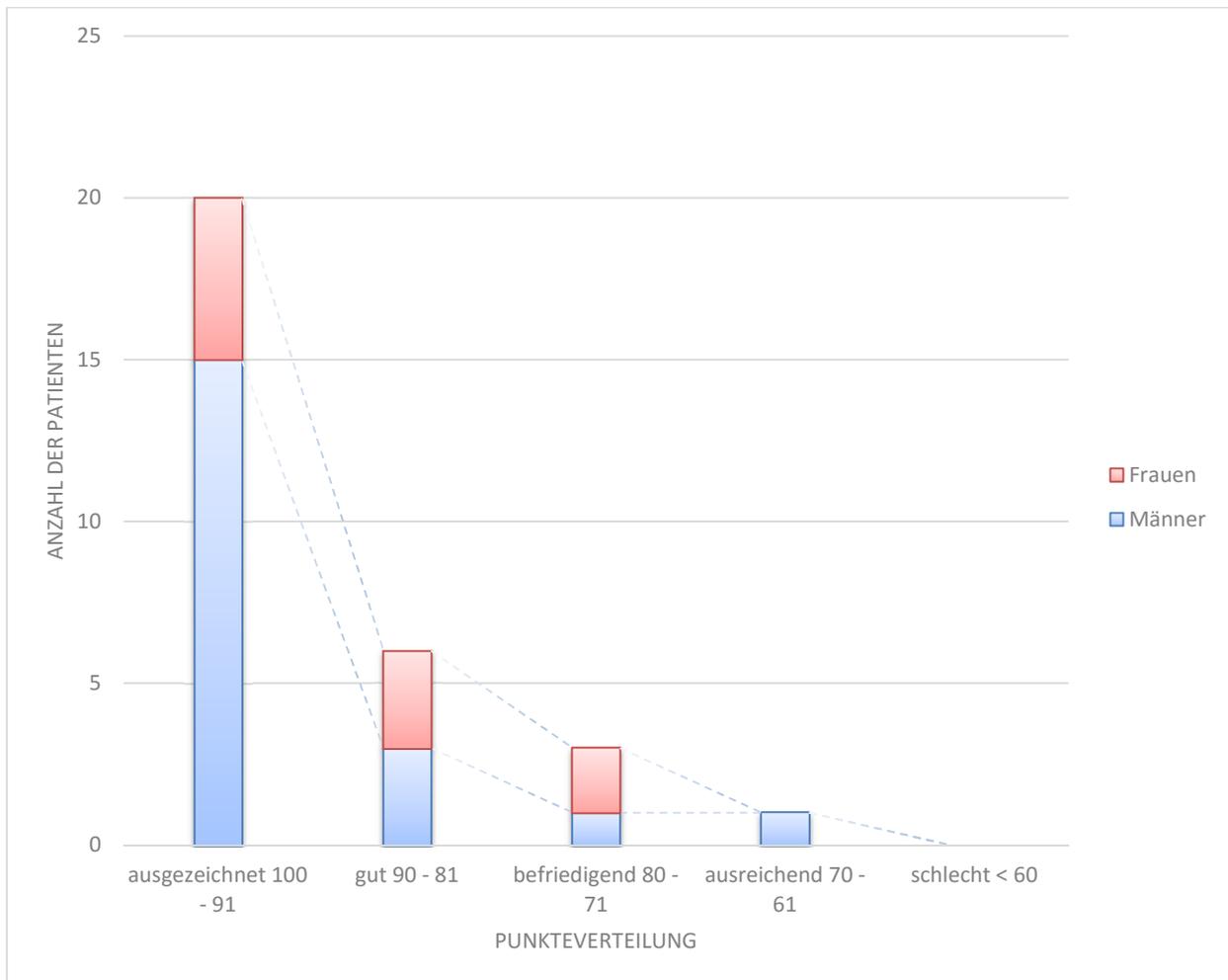


Abbildung 14: Ergebnisse des normalisierten Constant-Scores

3.7.2 DASH-SCORE

Korrelierend mit den sehr guten Ergebnissen im Constant-Score wurden auch im DASH-Score mit durchschnittlich 6,2 Punkten (Range 0 - 33,3), wobei 0 den bestmöglichen Wert darstellt, hervorragende Resultate erzielt.

Um eine direkte Vergleichbarkeit der Testergebnisse mit dem Constant-Score zu vereinfachen, wurde nach den Empfehlungen von Döhler et al. [96] zusätzlich der reziproke Wert des DASH-Scores gebildet und in Anlehnung an den Constant-Score ausgewertet (s. Anhang).

3.7.3 SIMPLE-SHOULDER-TEST

Die oben genannten Ergebnisse wurden durch das gute Resultat des Simple-Shoulder-Tests bei durchschnittlich 10,7 (Range 6 - 12) von maximal 12 erreichbaren Punkten bestätigt.

3.7.4 ASES-SCORE

Das sehr gute Abschneiden unserer Patienten im ASES-Score mit durchschnittlich 92,0 Punkten (Range 68 - 100) bestätigt die Ergebnisse der vorhergehenden Scores.

Ein Überblick der wichtigsten Ergebnisse ist in Tab. 4 zusammengefasst.

	Alter (Jahre)	Total follow-up (Monate)	Metallentfernung (Monate)	Operationsdauer (Minuten)	Constant- Score (*)	DASH- Score	VAS	ASES- Score	SST
Mittelwert	35,7	14,3	9,5	80,7	92,3	6,2	0,9	92	10,7
SD	12,3	8,8	3,7	22,8	9,2	8,4	1,3	9,3	1,7
Maximum	68	37,2	16,4	143	100	33,3	4	100	12
Minimum	16	4,7	5,6	43	64	0	0,0	68	6

Tabelle 4: Überblick über die wichtigsten Ergebnisse

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, SST: Simple-Shoulder-Test, (*) normalized by Katolik

3.8 RADIOLOGISCHES OUTCOME

Die radiologische Beurteilung von präoperativen Röntgenaufnahmen zeigte eine anfängliche Fragmentdislokation von durchschnittlich 11,5 mm, welche sich bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf 1,6 mm reduzierte (s. Abb. 15, 16, 17).

Alle Frakturen verheilten komplikationslos 6 bis 10 Wochen postoperativ. In keinem der Fälle wurde radiologisch Repositionsverlust, Schraubenlockerung oder Implantatversagen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beobachtet. Bei 12 der 30 Patienten (40%) fand eine Metallentfernung statt, da das Implantat als störend empfunden wurde. Dies erfolgte nach durchschnittlich 9,5 Monaten postoperativ.

Präoperativ war röntgenologisch in 5 Fällen eine beginnende AC-Gelenksarthrose nachweisbar, es konnte jedoch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine wesentliche Progredienz beobachtet werden.

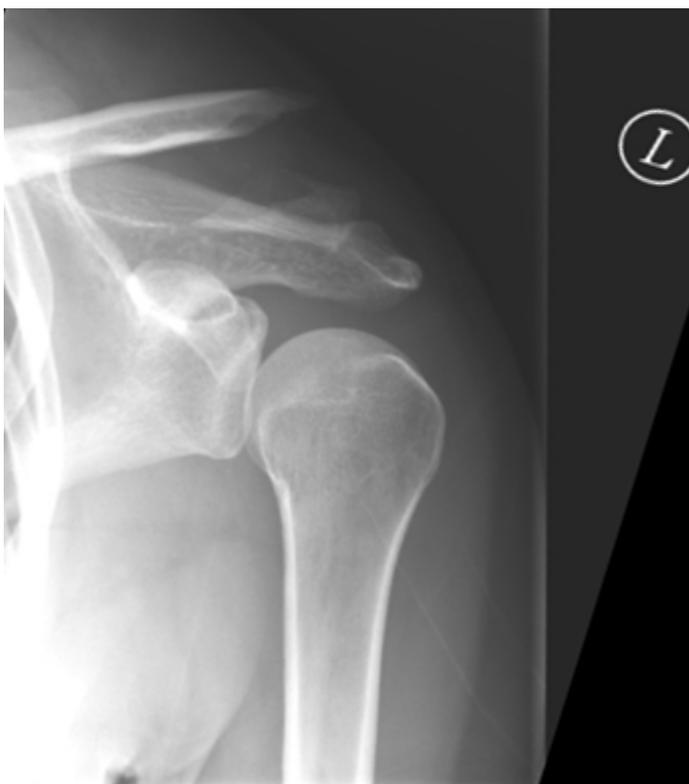


Abbildung 15: 42-jährige Patientin mit Typ IIa-Fraktur vor OP, deutliche Dislokation bei Abriss des korakoklavikulären Bandapparates

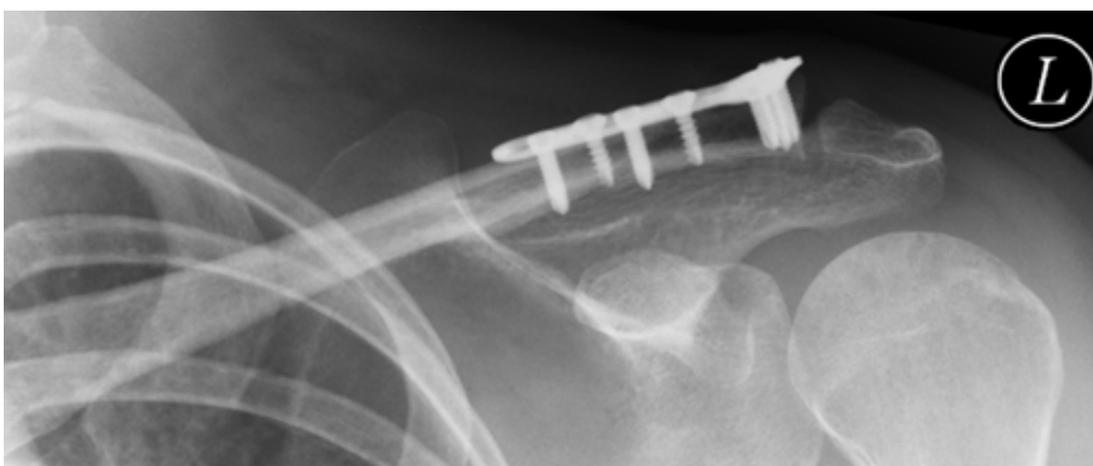


Abbildung 16: Kontrollbild derselben Patientin nach plattenosteosynthetischer Versorgung vier Monate postoperativ

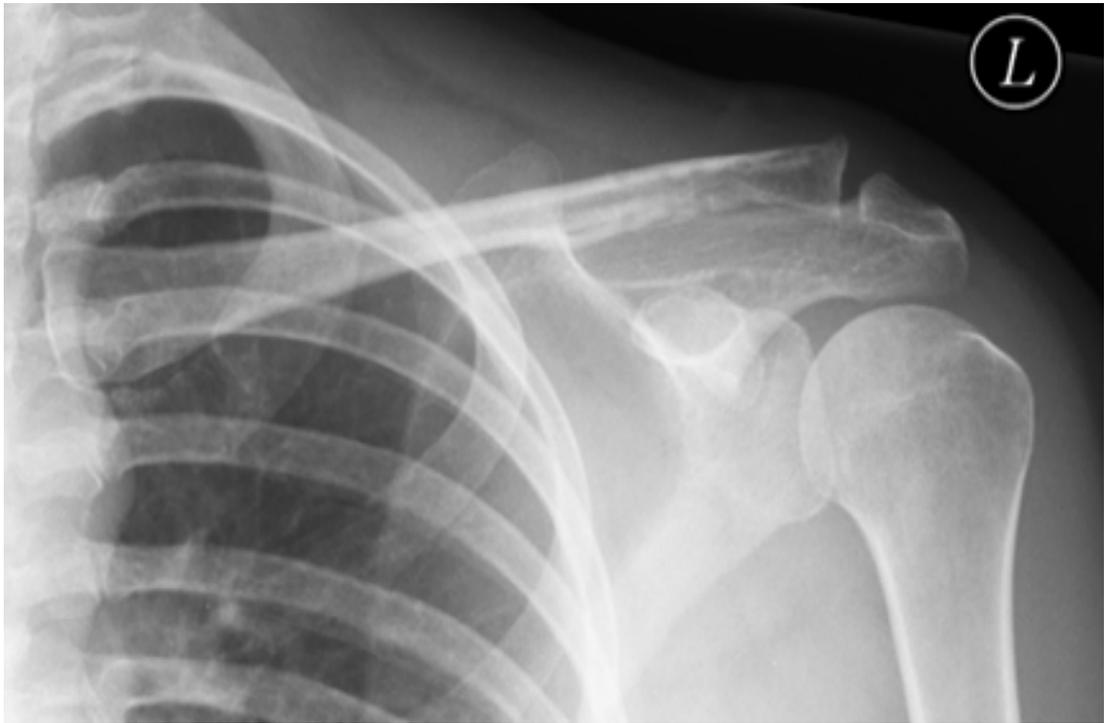


Abbildung 17: Vollständig konsolidierte Fraktur ohne residuelle Dislokation nach Metallentfernung ca. 6 Monate nach dem Unfallereignis

3.9 STATISTISCHE AUSWERTUNG

Statistisch wurden die Ergebnisse zwischen Männern und Frauen, sowie dominanter und nicht-dominanter Schulter verglichen. Dafür wurde der t-Test angewandt und das Signifikanzniveau bei $p < 0,05$ angesetzt.

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen. Dies betraf sowohl den normalisierten Constant Score ($p = 0,48$), den DASH-Score ($p = 0,16$), als auch die VAS-Levels ($p = 0,29$), den Simple-Shoulder- ($p = 0,08$) und ASES-Score ($p = 0,49$). Des Weiteren konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dominanter und nicht-dominanter Seite gefunden werden:

VAS ($p = 0,11$), Constant Score ($p = 0,44$), Simple Shoulder ($p = 0,91$), DASH ($p = 0,48$), ASES ($p = 0,68$).

Weiterhin bestand keine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Alter zum Operationszeitpunkt und den Scoreergebnissen:

VAS ($p = 0,64$), Constant Score ($p = 0,29$), Simple Shoulder ($p = 0,12$), DASH ($p = 0,29$), ASES ($p = 0,11$).

Gleiches galt für die Wartezeit auf die operative Versorgung:

VAS ($p = 0,41$), Constant Score ($p = 0,14$), Simple Shoulder ($p = 0,93$), DASH ($p = 0,50$), ASES ($p = 0,60$).

Die initiale Frakturdislokation stellte keinen statistisch signifikanten Einflussfaktor auf die Scoreergebnisse dar:

VAS ($p = 0,80$), Constant Score ($p = 0,26$), Simple Shoulder ($p = 0,36$), DASH ($p = 0,31$), ASES ($p = 0,64$).

Allerdings konnte die präoperative Fragmentdislokation im Mittel von 11,5 mm auf 1,6 mm postoperativ signifikant reduziert werden ($p < 0,01$).

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 5 dargestellt.

	MÄNNER VS FRAUEN	DOMINANT VS N.DOMINANT	KORRELATION MIT ALTER	KORRELATION MIT WARTEZEIT BIS OP	KORRELATION MIT INITIALER FRAKTURDISLOKATION
VAS	p=0,29	p=0,11	p=0,64	p=0,41	p=0,80
CS	p=0,48	p=0,44	p=0,29	p=0,14	p=0,26
SST	p=0,08	p=0,91	p=0,12	p=0,93	p=0,36
DASH	p=0,16	p=0,48	p=0,29	p=0,50	p=0,36
ASES	p=0,49	p=0,68	p=0,11	p=0,60	p=0,64

Tabelle 5: Ergebnisse der statistischen Auswertung

4 DISKUSSION

Laterale Klavikulafrakturen Typ IIa nach Jäger und Breitner werden als potentiell instabil angesehen. Diese Instabilität wird in erster Linie durch die Ruptur des korakoklavikulären Bandapparates bei gleichzeitigem Zug des M. trapezius und des M. sternocleidomastoideus nach dorsokranial verursacht. So kann es zu einer mit konservativem Vorgehen nicht zu beherrschenden Fragmentdislokation und konsekutiv hoher Pseudarthrosenrate von bis zu 30% kommen [21, 30, 55, 97]. Daher wird bei diesen Verletzungen heute ein operatives Vorgehen bevorzugt [21], um eine suffiziente Osteosynthese und gute Ausheilung der Fraktur zu erreichen. Dies wird häufig dadurch erschwert, dass es sich bei den Typ IIa Frakturen oftmals um mehrfragmentäre Frakturen handelt. Weitere Schwierigkeiten stellen beispielsweise ein zu kleines distales Fragment sowie ein verminderter Mineralsalzgehalt des Knochens dar.

In der aktuellen Literatur werden verschiedenste Fixationstechniken beschrieben. Zu den geläufigsten gehören die Stabilisierung mittels Hakenplatte [50, 64], transakromialer Kirschner-Drähte [49], Knowles-Pin [98], korakoklavikulärer Schraube [66, 98], Zuggurtungsosteosynthese [48, 49, 58, 59] oder die arthroskopisch gestützte Stabilisierung [99].

Diese Verfahren gehen jedoch oft mit spezifischen Problemen und Komplikationen, wie z.B. Implantatversagen, Nagel-Migration, periprothetischer Fraktur und – gerade bei der Hakenplatte [63] - mit subakromialem Impingement, Verletzung der Rotatorenmanschette und langfristig AC-Gelenksarthrose einher [100, 101]. Daher herrscht auf Grund der unterschiedlichen verfahrensspezifischen Komplikationen bisher kein Konsens über den Goldstandard zur Versorgung der instabilen lateralen Klavikulafraktur.

Im Jahre 2008 wurde über eine neue Methode berichtet, bei der die Plattenosteosynthese erstmals mit einer für die distale Radius-Fraktur entworfenen winkelstabilen Kompressionsplatte (engl. Locking-Compression-Plate, LCP) durchgeführt und mit der operativen Verstärkung des korakoklavikulären Bandapparates kombiniert wurde [52].

Der Vorteil dieses Implantats bestand in der guten Passform für die laterale Klavikula. Es zeigte sich weiterhin, dass durch die Implantat-spezifische Anordnung der Verriegelungs-Schrauben die häufig problematische Fixierung der kleinen distalen Fragmente vereinfacht wurde und das Frakturgefüge dadurch deutlich an Stabilität gewann. Die flache Form der Platte führte zudem zu einem geringeren Fremdkörpergefühl und gleichzeitig reduziertem Risiko für Verletzungen des AC-Gelenks [51, 71].

Erstbeschreiber dieses Verfahrens waren Kalamaras et al. [51]. Diese Arbeitsgruppe benutzte eine für die distale Radius-Fraktur entworfene 2,4-mm-LCP-T- bzw. L-Platte zur Osteosynthese und fixierte das Korakoid zusätzlich in 6 von 9 Fällen durch eine Fibrewire®-Naht um das Korakoid und durch den distalen Teil der Klavikula, wodurch der korakolavikuläre Bandapparat verstärkt und eine ausreichende vertikale Stabilisierung erreicht werden konnte.

Es resultierte eine 100%ige Heilungsrate bei exzellentem klinischen Outcome.

Ungefähr ein Jahr danach veröffentlichten Herrmann et al. eine ähnliche Studie [102]. Die Patienten wurden mittels 3,5mm-LCP-T-Platte versorgt. Zusätzlich wurden Fadenanker zur CC-Augmentation benutzt. Genauso wie bei Kalamaras [51] kam es bei keinem der sieben Patienten zu Komplikationen, wie Frakturinstabilität oder Nichtvereinigung der Knochenfragmente. Die Studienteilnehmer erreichten ausschließlich gute und sehr gute Ergebnisse in der klinischen Nachuntersuchung. Nichtsdestotrotz

war die Studienpopulation dieser beiden Arbeiten mit jeweils weniger als 10 Patienten sehr klein.

In einer weiteren aktuellen Studie von Largo et al. [103], die sich mit der Versorgung von lateralen Klavikulafrakturen mittels 2,4mm-LCP-T-Platte und PDS-Cerclage befasste, wurden 19 Patienten nach einem durchschnittlichen Follow-up von 5,3 Jahren nachuntersucht. Der Unterschied zu der vorliegenden Arbeit bestand zum einen darin, dass nur 12 der 19 Patienten tatsächlich mit der oben genannten 2,4mm-LCP-T-Platte für die distale Radiusfraktur versorgt wurden, zum anderen darin, dass die PDS-Kordel durch ein 2,5 mm Durchmesser umfassendes Bohrloch im Processus coracoideus geführt wurde. Da dies aber mit der erhöhten Gefahr einer Korakoidfraktur einhergeht [104], sehen wir in der bloßen Umschlingung des Korakoids die empfehlenswertere Variante. Nichtsdestotrotz wurden auch in dieser Studie sehr gute funktionelle Ergebnisse präsentiert. Dies spiegelt sich in einem mittleren Constant-Score von 91,5 Punkten und in – abgesehen von einem Fall, bei dem es zum Implantatbruch und daraus resultierend zu einer verzögerten Frakturheilung kam – einer vollständigen Frakturkonsolidierung innerhalb von 6 – 14 Wochen wieder.

Eine weitere Operationsvariante mit der 2,4mm-LCP-L-Platte für die distale Radiusfraktur stellten 2012 Hohmann et al vor [71].

Sie fixierten hierbei zur Verstärkung des korakoklavikulären Bandapparates und zur Minderung der vertikalen Dislokation das Tightrope System durch die Basis des Korakoids. Auch diese Studiengruppe mit 31 Patienten (2 der 31 Patienten standen allerdings für die Nachuntersuchung 12 Monate postoperativ nicht zur Verfügung) erreichte exzellente Ergebnisse mit einem mittleren Constant-Score von $95,6 \pm 4,8$ Punkten (Range 82–100 Punkte) und einem DASH-Score von $3,45 \pm 3,02$ Punkten (Range 1-16 Punkte) 12 Monate

postoperativ, sowie vollständiger Frakturkonsolidierung nach $6,3 \pm 4,1$ Wochen und bietet damit auch eine vielversprechende Alternative zu der von uns verwendeten PDS-Cerclage [105].

Auf Grund der erfolgreichen Behandlung mit diesen Verfahren wurden in den letzten Jahren spezielle präformierte Plattensysteme entwickelt, die lateral mehrere Möglichkeiten der Fixierung mit kleineren Schrauben erlauben. So veröffentlichten Beirer et al. [106] im Jahr 2014 Studienergebnisse für das Outcome nach Versorgung der lateralen Klavikulafraktur mittels einer nach lateral verlängerten, superior-anterioren LC-Platte. Die 20 Patienten dieser prospektiven Studie erreichten nach einem durchschnittlichen Follow-up von $14,2 \pm 4,0$ Monaten (Range 7-26 Monate) – vergleichbar mit unseren Ergebnissen - im DASH-Score $7,6 \pm 7,3$ Punkte (Range 0-26 Punkte) und im normalisierten Constant-Score $85,6 \pm 8,0$ Punkte (Range 65-100 Punkte). Ein ebenfalls vielversprechendes neues Kombinationsverfahren aus superiorer winkelstabiler Plattenosteosynthese und arthroskopischer FibreTape/DogBone-Zuggurtung stellten Seppel et al. [107] vor wenigen Monaten vor. Ein direkter Vergleich mit den Ergebnissen unserer Studie kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gezogen werden, da zum einen das Patientenkollektiv nur aus 12 Studienteilnehmern und die postoperative Evaluation in einer rein subjektiven Erhebung der Patientenzufriedenheit nach einem in der Studie nicht näher genannten kurzfristigen Beobachtungszeitraum bestand. Auch die erst dieses Jahr publizierte Arbeit von Fleming et al. [108] über die operative Versorgung mittels superiorer winkelstabiler Plattenosteosynthese mit vorgeformter Platte und zusätzlicher Cerclage erbrachte gute Ergebnisse mit hoher subjektiver Patientenzufriedenheit und vollständiger Frakturkonsolidierung bei allen 19 Patienten. Da die Ergebnisauswertung dieser Studie auf Basis anderer Traumascores (Oxford Shoulder Score) erfolgte, ist auch hier die direkte Vergleichbarkeit zu unserer Studie nicht

gegeben, stellt jedoch ebenfalls einen erfolgversprechenden Ansatz dar. Zusammenfassend zeigt sich, dass sich unsere Studie auch mit erst kürzlich publizierten Studien mit neuen Ansätzen und Varianten zur Versorgung der instabilen lateralen Klavikulafraktur messen kann.

Nach aktueller Literaturrecherche stellt die vorliegende Arbeit derzeit die Studie mit der größten Patientenzahl nach Plattenosteosynthese mit LCP der instabilen distalen Klavikulafraktur dar. Beim Blick auf unsere Studienergebnisse kamen wir mit einem durchschnittlichen Constant Score von $92,3 \pm 9,2$ Punkten (64-100 Punkte) (Herrmann [102]: $93,3 \pm 6,1$ Punkte (82–99 Punkte); Kalamaras [51]: 96 Punkte (96-100 Punkte), Largo [103] 91,5 Punkte (72-100 Punkte), Hohmann [71] $95,6 \pm 4,82$ Punkte (82-100)) und einem durchschnittlichen DASH-Score von $6,2 \pm 8,4$ Punkten (0-33,3 Punkte) (Herrmann [102]: $15,3 \pm 4,1$ (0,8–20 Punkte); Kalamaras [51]: nicht erhoben, Largo [103] 1,4 Punkte (0-9,2 Punkte), Hohmann [71] $3,5 \pm 3$ Punkte (1–16 Punkte)) zu ähnlichen Ergebnissen wie die zuvor genannten Studien.

Um die Ergebnisse der Studie genauer zu evaluieren, wurde ein Vergleich mit Normwerten aus der Literatur angestellt.

Beim DASH-Score wird für die gesunde Normalbevölkerung ein Mittelwert von 10,1 angegeben [109]. Ähnliche Werte erreichten die Probanden einer Studie von Clarke et al.[110]: Diese Arbeitsgruppe untersuchte 192 junge, sportliche Probanden im Alter zwischen 17 – 50 Jahren, um Normwerte für diese Altersgruppe zu schaffen. Dabei wurden im DASH-Score durchschnittlich 1,8 Punkte (0 - 50,8 Punkte), im ASES ein Mittelwert von 98,9 Punkten (80 – 100 Punkte) und im Simple-Shoulder-Test 11,9 Punkte (9 – 12 Punkte) erreicht. Eine Studie von Sallay et al. berichteten über einen durchschnittlichen ASES-Score von 92,2 Punkten (15 – 100 Punkte) in einer Studienpopulation von 343 gesunden Probanden mit einem mittleren Alter von 42,8 Jahren (6 - 87 Jahre)

[111]. Lippit et al. [112] zeigten in ihrer Studie, dass im Simple-Shoulder-Test in der gesunden Bevölkerung mehr als 95% der 12 Fragen mit „ja“ beantwortet werden. In unserem Fall wird dieser Wert bei einem Durchschnitt von 10,7 Punkten (6 – 12 Punkte) zwar leicht unterschritten, erreicht aber mit 89% immer noch ein fast an die gesunde Normalbevölkerung heranreichendes Resultat.

Somit ergibt sich für die Studienpopulation der vorliegenden Arbeit insgesamt ein exzellentes Gesamtergebnis.

Tab. 6 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit im Vergleich zu Ergebnissen aus der aktuellen Literatur.

Author	Anzahl der Patienten	Follow up	Operationmethode	Evaluation (Durchschnittswert)	Heilungsrate (%)	Komplikationen
Bajmir et al. (1991) [60]	5 (wrm = 0-5)	12 Monate	Korakotokula Schraube	Constant: NR DASH: NR	100%	Keine
Harder et al. (2006) [64]	22 (wrm = 0-16)	36 Monate	Hakenplatte	Constant: 89,0 DASH: 4,6	95%	1 Osteosynthesemateriallockerung 1 verzögerte und Fehlheilung 1 Wunddehiscenz 1 Nichtheilung der Fraktur an den 1 am Atrium diskretierte Platte 1 Kavitäre Stressfraktur
Budde et al. (2007) [48]	10 (wrm = 2-8)	9 - 27 Monate	Zugungsosteosynthese	Constant: 91,0 DASH: NR	100%	Keine
Kalamiras et al. (2008) [51]	8 (wrm = 1-7)	10 - 19 Monate	Synthes LC-Platte für den distalen Radius (volar) mit Cerclage	Constant: 96,0 DASH: NR	100%	1 Wundinfektion
Lee et al. (2009) [59]	32 (wrm = 14-18)	12 - 64 Monate	Hakenplatte	Constant: 90 DASH: NR	100%	1 Schraubenlockerung
Hierneman et al. (2009) [62]	7 (wrm = 1-6)	8,3 Monate	3,5 mm Verriegelungs-T-Platte mit Cerclage	Constant: 93,3 DASH: 15,3	100%	Keine
Kappel et al. (2010) [62]	11 (wrm = 5-6)	4 Monate	2 x Synthes 2,4 mm LC-Platte (Doppel-Platten-Fixierung)	Constant: 68 - 100 DASH: NR	100%	2 Schraubenlockerungen
Robinson et al. (2010) [95]	16 (wrm = 0-16)	12 Monate	"Mini coracoid burster" mit Nahken um die Klavikula	Constant: 87,1 DASH: 3,3	94%	1 Kieferkalus 1 Kapsulitis
Largo et al. (2011) [103]	19 (wrm = 3-16)	5,3 Jahre	2,4-mm distale Radius- Verriegelungs-T-Platte mit zusätzlicher POS-Augmentation	Constant: 91,5 DASH: 1,4	95%	1 Implantatbruch and verzögerte Wundheilung
Hidmann et al. (2012) [71]	31 (wrm = 8-23)	38, 7 Monate	2,4mm LC-Platte für den distalen Radius (volar) und Tigrope	Constant: 95,6 DASH: 3,5	97%	2 Loss to follow-up 1 Nichtheilung der Frakturen 1 Infektion
aktuelle Arbeit	30 (wrm = 10-20)	14,3 Monate	distale Radius-Verriegelungs-T- Platte mit zusätzlicher POS- Augmentation	Constant: 92,3 DASH: 6,2	100%	Keine

NR: not report NR

Tabelle 6: Literaturvergleich nach [113]

Im Hinblick auf die radiologische Untersuchung konnte in allen Fällen eine Knochenheilung innerhalb der ersten 6 bis 10 Wochen festgestellt werden. Komplikationen, wie Implantatversagen, Peri-Implantatfraktur, Fragmentdislokation oder postoperative Pseudarthrose mit daraus resultierender Revisionschirurgie wurden nicht beobachtet. Dies stellt einen großen Vorteil gegenüber der häufig mit Komplikationen vergesellschafteten Hakenplatte dar [50, 64]. Bei 12 der 30 Patienten (43%) fand eine Metallentfernung statt, da das Implantat von den Patienten subjektiv als störend empfunden wurde. Es bestand aber keine radiologische oder chirurgische Indikation zur Implantatentfernung. Diese Tatsache untermauert nochmals die Aussage von Kalamaras et al., dass eine routinemäßige Metallentfernung nicht notwendig sei, was wiederum einen Vorteil gegenüber anderen Operationsmethoden und -implantaten, wie der Zuggurtungsosteosynthese oder der Hakenplatte [18, 114], darstellt. Weitere Vorteile dieser Technik stellt die fehlende Irritation des AC-Gelenks, des subakromialen Raumes und der Rotatorenmanschette dar. Langzeitergebnisse stehen allerdings noch aus. Herrmann et al. [102] benutzten zur Gewährleistung der vertikalen Stabilität der Fraktur Ankernähte, da sie davon ausgingen, dass eine Fixierung mit bloßer Umschlingung von Korakoid und Klavikel zu anteriorer Dislokation und Malrotation der Klavikula führen würde, vergleichbar mit der aus biomechanischen Studien über hochgradige AC-Gelenksdislokationen bekannten Ergebnissen [115]. Da aber bei dem hier untersuchten Frakturtyp das AC-Gelenk mit Kapselapparat per definitionem intakt ist und dementsprechend eine horizontale Stabilität nach Osteosynthese gewährleistet ist, sehen wir dieses Problem nicht. Es müssten jedoch separate biomechanische Studien durchgeführt werden, um diese Frage vollständig klären zu können.

Bei kritischer Betrachtung des Studiendesigns der vorliegenden Studie werden einige Schwächen offensichtlich: So handelt es sich um eine retrospektive Studie mit zum Teil recht kurzem Follow-up-Intervall. Dieses war jedoch in allen hier präsentierten Fällen lange genug, um in allen Fällen eine vollständige Konsolidierung der Fraktur und gute bis sehr gute klinische Ergebnisse zu beobachten. Wir gehen daher davon aus, dass höchstwahrscheinlich auch nach einem längeren Zeitraum keine weiteren Veränderungen des funktionellen Outcomes zu beobachten gewesen wären. Eine Ausnahme stellen verzögert auftretende Komplikationen, hier sei vor allem die AC-Gelenksarthrose als häufigste genannt, bzw. implantatassoziierte Spätfolgen dar, die im kurzfristigen Verlauf nicht sicher ausgeschlossen werden können.

Ein weiterer Kritikpunkt stellt sicherlich das Fehlen einer Kontrollgruppe dar. Allerdings konnten die Ergebnisse mit den Ergebnissen aus anderen klinischen Studien verglichen werden.

Die Studie hat jedoch auch nennenswerte Stärken. Obwohl die instabile laterale Klavikulafraktur im Sinne einer Jäger und Breitner Typ IIa - Fraktur im klinischen Alltag ein eher seltener Frakturtyp ist, ist es uns gelungen, ein Patientenkollektiv von 30 Patienten klinisch und radiologisch zu untersuchen, um die erstmals 2008 von Kalamaras et al. [51] veröffentlichte Methode einer Frakturfixierung mittels LCP- und CC- Augmentation weiter zu evaluieren.

Zur exakteren Evaluation dieses Verfahrens und ggf. der Evaluation von innovativen anatomisch präformierten Platten müsste eine prospektive Studie mit größerer Studienpopulation und Kontrollgruppe durchgeführt werden. Dabei könnte wegen der Seltenheit dieses Frakturtyps eine Multicenterstudie empfehlenswert sein.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die ideale Versorgung der instabilen distalen Klavikulafraktur (Jäger und Breitner IIa) ist auf Grund der hohen Komplikationsrate bei gleichzeitig mäßiger Studienlage mit bisweilen sehr kleinen Studienpopulationen (nicht selten < 10) ein kontroverses Thema. Historisch bedingt wurden laterale Klavikulafrakturen als „harmlos“ verkannt und konservativ behandelt. Aufgrund hoher Pseudarthrosraten herrscht mittlerweile Konsens unter Fachleuten über die Operationsindikation der instabilen lateralen Klavikulafraktur. Über die Art des operativen Vorgehens wird dagegen weiterhin kontrovers diskutiert.

In der vorliegenden Studie wurden im Zeitraum von Oktober 2009 bis Dezember 2010 insgesamt 30 Patienten im Alter von 16-68 Jahren retrospektiv untersucht, die nach lateraler Klavikulafraktur Typ IIa (nach Jäger und Breitner) in der Abteilung für Unfallchirurgie des Klinikums Rechts der Isar mittels winkelstabiler 3,5mm T-Platte (Firma Synthes) und zusätzlicher PDS-Augmentation des CC-Bandapparats operativ versorgt wurden. Zur Evaluation des klinischen Ergebnisses wurden nach durchschnittlich 14,3 (4,7-37,2) Monaten der Simple-Shoulder-Test, sowie DASH- und Constant-Score erhoben. Zusätzlich wurden die Patienten mittels Fragebogen zum subjektiven Befinden und eventuell verbliebenen Einschränkungen im Alltag befragt und eine radiologische Kontrolle mittels konventioneller Röntgenbildgebung durchgeführt.

Im Vergleich zu oben genannten herkömmlichen operativen Verfahren wie der Zuggurtungsosteosynthese oder der Hakenplatte, die bisher die am häufigsten angewandte Methode darstellt, zeigte sich im Patientenkollektiv ein vergleichbares, teilweise sogar deutlich besseres Ergebnis beim Constant Score, bei gleichzeitig geringerer Komplikationsrate. Auch erscheint eine

Metallentfernung, im Gegensatz zu anderen Operationsimplantaten, wie beispielsweise der Hakenplatte oder dem Knowles-Pin, nicht zwingend erforderlich. Alle Patienten zeigten eine knöcherne Konsolidierung innerhalb eines Zeitraums von 6 - 10 Wochen postoperativ. Keiner der Patienten musste sich im Zeitraum von 3 Jahren einer komplikationsbedingten Revisionsoperation unterziehen. Bei keinem der in die Studie eingeschlossenen Patienten wurde ein neurologisches Defizit beobachtet. Das vorgestellte Operationsverfahren mit winkelstabiler 3,5mm T-Platte und PDS-Augmentation des CC-Bandapparates zur Stabilisierung der instabilen lateralen Klavikulafraktur zeigte gute bis sehr gute klinische Ergebnisse ohne wesentliche Komplikationen. Bei bisher schlechter Datenlage stellt die vorliegende Arbeit mit einer - gemessen an der aktuellen Literatur - großen Studienpopulation einen wichtigen Schritt für die Etablierung dieser vielversprechenden Operationsmethode dar.

6 LITERATURVERZEICHNIS

1. Gardner, E., *The embryology of the clavicle*. Clin Orthop Relat Res, 1968. **58**: p. 9-16.
2. Simpson, N.S. and J.B. Jupiter, *Clavicular Nonunion and Malunion: Evaluation and Surgical Management*. J Am Acad Orthop Surg, 1996. **4**(1): p. 1-8.
3. Schmeling, A., et al., *Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography*. Int J Legal Med, 2004. **118**(1): p. 5-8.
4. Graves, M.L., W.B. Geissler, and A.E. Freeland, *Midshaft clavicular fractures: the role of operative treatment*. Orthopedics, 2005. **28**(8): p. 761-4.
5. Huang, J.I., et al., *Clavicular anatomy and the applicability of precontoured plates*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(10): p. 2260-5.
6. Harrington, M.A., Jr., et al., *Geometric properties and the predicted mechanical behavior of adult human clavicles*. J Biomech, 1993. **26**(4-5): p. 417-26.
7. Landine, J., R. McGraw, and W. Pickett, *Clinical diagnosis of clavicle fractures: a pilot study*. CJEM, 2001. **3**(2): p. 95-8.
8. Klonz, A., T. Hockertz, and H. Reilmann, [*Clavicular fractures*]. Unfallchirurg, 2001. **104**(1): p. 70-81; quiz 80.
9. Denard, P.J., et al., *Management of midshaft clavicle fractures in adults*. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2005. **34**(11): p. 527-36.
10. Ljunggren, A.E., *Clavicular function*. Acta Orthop Scand, 1979. **50**(3): p. 261-8.
11. Mullaji, A.B. and J.B. Jupiter, *Low-contact dynamic compression plating of the clavicle*. Injury, 1994. **25**(1): p. 41-5.
12. Koppe, D. and H. Reilmann, [*Fractures of the lateral clavicle*]. Unfallchirurg, 2010. **113**(1): p. 45-52; quiz 53.
13. Knudsen, F.W., M. Andersen, and C. Krag, *The arterial supply of the clavicle*. Surg Radiol Anat, 1989. **11**(3): p. 211-4.
14. Harnroongroj, T., C. Tantikul, and S. Keatkor, *The clavicular fracture: a biomechanical study of the mechanism of clavicular fracture and modes of the fracture*. J Med Assoc Thai, 2000. **83**(6): p. 663-7.
15. Nordqvist, A. and C. Petersson, *The incidence of fractures of the clavicle*. Clin Orthop Relat Res, 1994(300): p. 127-32.
16. Postacchini, F., et al., *Epidemiology of clavicle fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 2002. **11**(5): p. 452-6.
17. Robinson, C.M., *Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification*. J Bone Joint Surg Br, 1998. **80**(3): p. 476-84.

18. Khan, L.A., et al., *Fractures of the clavicle*. J Bone Joint Surg Am, 2009. **91**(2): p. 447-60.
19. 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.
20. Stanley, D., E.A. Trowbridge, and S.H. Norris, *The mechanism of clavicular fracture. A clinical and biomechanical analysis*. J Bone Joint Surg Br, 1988. **70**(3): p. 461-4.
21. 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.
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. Ewerwahn, W.J., [*on the Treatment of Clavicular Fracture*]. Monatsschr Unfallheilkd Versicher Versorg Verkehrsmed, 1963. **66**: p. 344-59.
24. Moseley, H.F., *The clavicle: its anatomy and function*. Clin Orthop Relat Res, 1968. **58**: p. 17-27.
25. Rowe, C.R., *An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures*. Clin Orthop Relat Res, 1968. **58**: p. 29-42.
26. Kruger-Franke, M., G. Kohne, and B. Rosemeyer, [*Outcome of surgically treated lateral clavicle fractures*]. Unfallchirurg, 2000. **103**(7): p. 538-44.
27. Robinson, C.M. and D.A. Cairns, *Primary nonoperative treatment of displaced lateral fractures of the clavicle*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(4): p. 778-82.
28. Müller-Mai, C. and A. Ekkernkamp, *Frakturen: Klassifikation und Behandlungsoptionen*. 2010: Springer.
29. Thormodsgard, T.M., et al., *An assessment of patient satisfaction with nonoperative management of clavicular fractures using the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure*. J Trauma, 2011. **71**(5): p. 1126-9.
30. Neer, C.S., 2nd, *Fractures of the distal third of the clavicle*. Clinical orthopaedics and related research, 1968. **58**: p. 43-50.
31. Jager, M. and S. Breitner, [*Therapy related classification of lateral clavicular fracture*]. Unfallheilkunde, 1984. **87**(11): p. 467-73.
32. Wilfinger, C. and M. Hollwarth, [*Lateral clavicular fractures in children and adolescents*]. Unfallchirurg, 2002. **105**(7): p. 602-5.
33. 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.
34. Quillen, D.M., M. Wuchner, and R.L. Hatch, *Acute shoulder injuries*. Am Fam Physician, 2004. **70**(10): p. 1947-54.
35. Rasmussen, J.V., et al., *A retrospective study of the association between shortening of the clavicle after fracture and the clinical outcome in 136 patients*. Injury, 2011. **42**(4): p. 414-7.

36. Yates, D.W., *Complications of fractures of the clavicle*. Injury, 1976. **7**(3): p. 189-93.
37. Barbier, O., et al., *Injury to the brachial plexus by a fragment of bone after fracture of the clavicle*. J Bone Joint Surg Br, 1997. **79**(4): p. 534-6.
38. Hessmann, M., et al., *[Therapy and outcome of lateral clavicular fractures]*. Unfallchirurg, 1997. **100**(1): p. 17-23.
39. Kuenlen, H., *[On demonstration of the clavicle in the roentgen picture]*. Arztl Forsch, 1962. **16**: p. I/581-6.
40. Penn, I., *The Vascular Complications of Fractures of the Clavicle*. J Trauma, 1964. **4**: p. 819-31.
41. Lusskin, R., C.A. Weiss, and J. Winer, *The role of the subclavius muscle in the subclavian vein syndrome (costoclavicular syndrome) following fracture of the clavicle. A case report with a review of the pathophysiology of the costoclavicular space*. Clin Orthop Relat Res, 1967. **54**: p. 75-83.
42. Kendall, K.M., J.H. Burton, and B. Cushing, *Fatal subclavian artery transection from isolated clavicle fracture*. J Trauma, 2000. **48**(2): p. 316-8.
43. Neer, C.S., 2nd, *Nonunion of the clavicle*. J Am Med Assoc, 1960. **172**: p. 1006-11.
44. Sankarankutty, M. and B.W. Turner, *Fractures of the clavicle*. Injury, 1975. **7**(2): p. 101-6.
45. Eskola, A., et al., *Outcome of clavicular fracture in 89 patients*. Arch Orthop Trauma Surg, 1986. **105**(6): p. 337-8.
46. Andersen, K., P.O. Jensen, and J. Lauritzen, *Treatment of clavicular fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling*. Acta Orthop Scand, 1987. **58**(1): p. 71-4.
47. Kraus, T.M., et al., *[Elastic stable intramedullary nailing of clavicular midshaft fractures: comparison of open vs closed fracture reduction]*. Unfallchirurg, 2013. **116**(2): p. 102, 104-8.
48. Badhe, S.P., T.M. Lawrence, and D.I. Clark, *Tension band suturing for the treatment of displaced type 2 lateral end clavicle fractures*. Arch Orthop Trauma Surg, 2007. **127**(1): p. 25-8.
49. Flinkkila, T., et al., *Surgical treatment of unstable fractures of the distal clavicle: a comparative study of Kirschner wire and clavicular hook plate fixation*. Acta Orthop Scand, 2002. **73**(1): p. 50-3.
50. 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.
51. Kalamaras, M., K. Cutbush, and M. Robinson, *A method for internal fixation of unstable distal clavicle fractures: early observations using a new technique*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(1): p. 60-2.
52. Kashii, M., H. Inui, and K. Yamamoto, *Surgical treatment of distal clavicle fractures using the clavicular hook plate*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 158-64.

53. Nourissat, G., et al., *Arthroscopic stabilization of Neer type 2 fracture of the distal part of the clavicle*. Arthroscopy, 2007. **23**(6): p. 674 e1-4.
54. Trompetter, R. and A. Seekamp, [*Clavicle fractures*]. Unfallchirurg, 2008. **111**(1): p. 27-38; quiz 39.
55. 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.
56. 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.
57. 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.
58. Hsu, T.L., et al., *Comparison of hook plate and tension band wire in the treatment of distal clavicle fractures*. Orthopedics, 2010. **33**(12): p. 879.
59. 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.
60. Hessmann, M., et al., *Treatment of unstable distal clavicular fractures with and without lesions of the acromioclavicular joint*. Injury, 1996. **27**(1): p. 47-52.
61. Yoo, J.H., et al., *Stable fixation of distal clavicle fracture with comminuted superior cortex using oblique T-plate and cerclage wiring*. Injury, 2009. **40**(4): p. 455-7.
62. Kaipel, M., M. Majewski, and P. Regazzoni, *Double-plate fixation in lateral clavicle fractures-a new strategy*. J Trauma, 2010. **69**(4): p. 896-900.
63. Chaudry, S.N. and M. Waseem, *Clavicular hook plate: complications of retaining the implant*. Injury, 2006. **37**(7): p. 665.
64. 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.
65. 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.
66. Ballmer, F.T. and C. Gerber, *Coracoclavicular screw fixation for unstable fractures of the distal clavicle. A report of five cases*. J Bone Joint Surg Br, 1991. **73**(2): p. 291-4.
67. Baumgarten, K.M., *Arthroscopic fixation of a type II-variant, unstable distal clavicle fracture*. Orthopedics, 2008. **31**(12).
68. Checchia, S.L., et al., *Treatment of distal clavicle fractures using an arthroscopic technique*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(3): p. 395-8.
69. Pujol, N., et al., *Arthroscopic treatment of distal clavicle fractures: a technical note*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008. **16**(9): p. 884-6.
70. Meller, R. and C. Krettek, [*Fractures of the lateral clavicle and acromion*]. Unfallchirurg, 2012. **115**(10): p. 879-86.

71. Hohmann, E., T. Hansen, and K. Tetsworth, *Treatment of Neer type II fractures of the lateral clavicle using distal radius locking plates combined with TightRope augmentation of the coraco-clavicular ligaments*. Arch Orthop Trauma Surg, 2012. **132**(10): p. 1415-21.
72. Habermeyer, P., S. Lichtenberg, and P. Magosch, *Schulterchirurgie: mit Zugang zum Elsevier-Portal*. 2010: Urban & Fischer bei Elsev.
73. Robinson, C.M., et al., *Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(7): p. 1359-65.
74. Davids, P.H., et al., *Operative treatment for delayed union and nonunion of midshaft clavicular fractures: AO reconstruction plate fixation and early mobilization*. J Trauma, 1996. **40**(6): p. 985-6.
75. Wick, M., et al., *Midshaft fractures of the clavicle with a shortening of more than 2 cm predispose to nonunion*. Arch Orthop Trauma Surg, 2001. **121**(4): p. 207-11.
76. Brinker, M.R., T.B. Edwards, and D.P. O'Connor, *Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture*. J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(3): p. 676-7; author reply 677.
77. Neviasser, J.S., *The Treatment of Fractures of the Clavicle*. Surg Clin North Am, 1963. **43**: p. 1555-63.
78. Trompetter, R., *[Operation techniques for clavicle fractures]*. Unfallchirurg, 2008. **111**(1): p. 40-2.
79. Martetschläger, F., *Management of clavicle nonunion and malunion.*, in *J Shoulder Elbow Surg*. . 2013. p. 862-868.
80. Nordqvist, A., et al., *Shortening of clavicle after fracture. Incidence and clinical significance, a 5-year follow-up of 85 patients*. Acta Orthop Scand, 1997. **68**(4): p. 349-51.
81. Oroko, P.K., et al., *Does shortening matter after clavicular fractures?* Bull Hosp Jt Dis, 1999. **58**(1): p. 6-8.
82. Andermahr, J., et al., *Malunion of the clavicle causes significant glenoid malposition: a quantitative anatomic investigation*. Surg Radiol Anat, 2006. **28**(5): p. 447-56.
83. Bosch, U., et al., *Extension osteotomy in malunited clavicular fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 1998. **7**(4): p. 402-5.
84. Rosenberg, N., L. Neumann, and A.W. Wallace, *Functional outcome of surgical treatment of symptomatic nonunion and malunion of midshaft clavicle fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 2007. **16**(5): p. 510-3.
85. Connolly, J.F. and R. Dehne, *Nonunion of the clavicle and thoracic outlet syndrome*. J Trauma, 1989. **29**(8): p. 1127-32; discussion 1132-3.
86. Chen, D.J., D.C. Chuang, and F.C. Wei, *Unusual thoracic outlet syndrome secondary to fractured clavicle*. J Trauma, 2002. **52**(2): p. 393-8; discussion 398-9.

87. Skedros, J.G., B.B. Hill, and T.C. Pitts, *Iatrogenic thoracic outlet syndrome caused by revision surgery for multiple subacute fixation failures of a clavicle fracture: a case report*. J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(1): p. e18-23.
88. Constant, C.R., [*Assessment of shoulder function*]. Orthopade, 1991. **20**(5): p. 289-94.
89. 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.
90. Katolik, L.I., et al., *Normalization of the Constant score*. J Shoulder Elbow Surg, 2005. **14**(3): p. 279-85.
91. Hudak, P.L., P.C. Amadio, and C. Bombardier, *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]*. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). Am J Ind Med, 1996. **29**(6): p. 602-8.
92. Germann, G., et al., [*Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire*]. Unfallchirurg, 2003. **106**(1): p. 13-9.
93. Germann, G., G. Wind, and A. Harth, [*The DASH(Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire--a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 1999. **31**(3): p. 149-52.
94. Richards, R.R., et al., *A standardized method for the assessment of shoulder function*. J Shoulder Elbow Surg, 1994. **3**(6): p. 347-52.
95. Robinson, C.M., et al., *Open reduction and endobutton fixation of displaced fractures of the lateral end of the clavicle in younger patients*. J Bone Joint Surg Br, 2010. **92**(6): p. 811-6.
96. Döhler, C., *Validation of the DASHscore using a modified Neer-score*. Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine-Germany (KCS), 2001. **2**(4): p. 57-66.
97. Anderson, K., *Evaluation and treatment of distal clavicle fractures*. Clin Sports Med, 2003. **22**(2): p. 319-26, vii.
98. Fazal, M.A., J. Saksena, and F.S. Haddad, *Temporary coracoclavicular screw fixation for displaced distal clavicle fractures*. J Orthop Surg (Hong Kong), 2007. **15**(1): p. 9-11.
99. Takase, K., R. Kono, and K. Yamamoto, *Arthroscopic stabilization for Neer type 2 fracture of the distal clavicle fracture*. Arch Orthop Trauma Surg, 2012. **132**(3): p. 399-403.
100. Jou, I.M., et al., *Treatment of unstable distal clavicle fractures with Knowles pin*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(3): p. 414-9.
101. Webber, M.C. and J.F. Haines, *The treatment of lateral clavicle fractures*. Injury, 2000. **31**(3): p. 175-9.
102. Herrmann, S., G. Schmidmaier, and S. Greiner, *Stabilisation of vertical unstable distal clavicular fractures (Neer 2b) using locking T-plates and suture anchors*. Injury, 2009. **40**(3): p. 236-9.

103. Largo, R.D., et al., *Anatomic reconstruction of unstable lateral clavicular fractures*. J Trauma, 2011. **71**(5): p. 1348-51.
104. Gerhardt, D.C., et al., *Postoperative coracoid fracture after transcoracoid acromioclavicular joint reconstruction*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(5): p. e6-10.
105. Rieser, G.R., et al., *Distal-third clavicle fracture fixation: a biomechanical evaluation of fixation*. J Shoulder Elbow Surg, 2012.
106. Beirer, M., et al., *Clinical and radiological outcome following treatment of displaced lateral clavicle fractures using a locking compression plate with lateral extension: a prospective study*. BMC Musculoskelet Disord, 2014. **15**: p. 380.
107. Seppel, G., A. Lenich, and A.B. Imhoff, *[Distal clavicle fracture]*. Oper Orthop Traumatol, 2014. **26**(3): p. 254-62.
108. Fleming, M.A., et al., *Angular stable fixation of displaced distal-third clavicle fractures with superior precontoured locking plates*. J Shoulder Elbow Surg, 2015. **24**(5): p. 700-4.
109. Hunsaker, F.G., et al., *The American academy of orthopaedic surgeons outcomes instruments: normative values from the general population*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84-A**(2): p. 208-15.
110. Clarke, M.G., et al., *Normal shoulder outcome score values in the young, active adult*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(3): p. 424-8.
111. Sallay, P.I. and L. Reed, *The measurement of normative American Shoulder and Elbow Surgeons scores*. J Shoulder Elbow Surg, 2003. **12**(6): p. 622-7.
112. Lippitt, S.B., Harryman II, D.T., Matsen III, F.A., *A Practical Tool for Evaluating Function: The Simple Shoulder Test.*, in *The Shoulder: A Balance of Mobility and Stability*, F.F. Matsen FA III, Hawkins RJ, Editor. 1993, American Academy of Orthopaedic Surgeons: Rosemont, IL. p. 501-518.
113. Martetschlager, F., et al., *Treatment for unstable distal clavicle fractures (Neer 2) with locking T-plate and additional PDS cerclage*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(5): p. 1189-94.
114. Muramatsu, K., et al., *Use of the AO hook-plate for treatment of unstable fractures of the distal clavicle*. Arch Orthop Trauma Surg, 2007. **127**(3): p. 191-4.
115. Jerosch, J., et al., *Which stabilization technique corrects anatomy best in patients with AC-separation? An experimental study*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1999. **7**(6): p. 365-72.

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: alters- und geschlechtskorrelierte Normwerte für den Constant-Score n. Katolik et al. [90]	34
Tabelle 2: Bewertung der erreichten Punktzahl im ASES-Scores.....	37
Tabelle 3: Ergebnisse des Constant-Scores.....	46
Tabelle 4: Überblick über die wichtigsten Ergebnisse.....	49
Tabelle 5: Ergebnisse der statistischen Auswertung.....	54
Tabelle 6: Literaturvergleich.....	61

8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: AllmanTyp I (Klavikulaschaftfraktur).....	9
Abbildung 2: konventionelles Röntgenbild bei lateraler Klavikulafraktur, Allman Typ II, nebenbefundlich linksseitige Rippenserienfraktur	10
Abbildung 3: konventionelles Röntgenbild bei medialer Klavikulafraktur, Allman III	10
Abbildung 4: Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur nach Jäger und Breitner [31] im Uhrzeiger Sinn: Typ I, IIa, IIb, III, IV aus Hessmann M et al. [38].....	13
Abbildung 5: konventionelles Röntgenbild einer Klavikulaschaftfraktur. Deutlich zu erkennen ist die“Stufenbildung“ durch das nach kranial dislozierte mediale Knochenfragment und die daraus resultierende Weichteilschwellung	15
Abbildung 6: CT-Bild (3D-Rekonstruktion) der linken Schulter. Laterale Klavikulafraktur, gering disloziert. CT- morphologisch a.e. Typ I nach Jäger und Breitner	16
Abbildung 7: Schulterpanoramaaufnahme mit deutlich erweitertem AC-Gelenkspalt rechts	17
Abbildung 8: laterale Klavikulafraktur mit Hakenplatte	21
Abbildung 9: winkelstabile 3,5mm T-Platte für den distalen Radius mit PDS-Cerclage	23

Abbildung 10: konventionelles Röntgenbild. laterale Klavikulafraktur mit atropher Pseudarthrose	25
Abbildung 11: Alters- und Geschlechtsverteilung des nachuntersuchten Patientenkollektivs	40
Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Unfallursachen.....	41
Abbildung 13: Gesamtbeurteilung durch Untersucher und Patient	43
Abbildung 14: Ergebnisse des normalisierten Constant-Scores	47
Abbildung 15: 42-jährige Patientin mit Typ IIa-Fraktur vor OP, deutliche Dislokation bei Abriss des korakoklavikulären Bandapparates	51
Abbildung 16: Kontrollbild derselben Patientin nach plattenosteosynthetischer Versorgung vier Monate postoperativ	51
Abbildung 17: Vollständig konsolidierte Fraktur ohne residuelle Dislokation nach Metallentfernung ca. 6 Monate nach dem Unfallereignis	52

9 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	Arteria
AAOS	American Academy of Orthopedic Surgeons
AC-Gelenk	Acromioclaviculargelenk
ADL	Activities of daily living
Art.	Articulatio
ASES-Score	American Shoulder and Elbow Surgeons-Score
CC	Coracoclavicular
CM-Score	Constant-Murley-Score
CS	Constant-Score
DASH-Score	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Score
LC-Platte	Locking-Compression-Platte
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
OP	Operation
PDS	Polydioxanonsulfat
ROM	Range of Motion
SD	standard deviation = Standardabweichung
SPSS	Statistical Product and Service Solutions
SST	Simple-Shoulder-Test
TEN	Titan-elastischer Nagel
V.	Vena
VAS	Visuelle Analogskala

10 ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Herrn Prof. Dr. med. U. Stöckle, sowie durch Herrn PD Dr. med. F. Martetschläger und Herrn PD Dr. med. T. Kraus. Sie haben die Arbeit betreut und das Manuskript korrigiert.

Die Rekrutierung der Studienteilnehmer, die klinische Untersuchung, die Durchführung der Befragung anhand der vorgegebenen Fragebögen, die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse, sowie die Datenrecherche erfolgte durch mich. Die Röntgenbilder wurden in Zusammenarbeit mit Kollegen der radiologischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar befundet. Die statistische Auswertung erfolgte durch mich unter Anleitung von Herrn M. Miller M. Sc., LFE Bioinformatik der LMU München.

Die Daten wurden von der unfallchirurgischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar München zur Verfügung gestellt, Abb. 1-3 und 5-10 von Dr. med. A. Vaitl (Städtisches Klinikum München GmbH). Tabelle 6 ist Eigenmaterial, wurde in der u.g. Studie in englischer Sprache publiziert.

Die Veröffentlichung wurde von PD Dr. med. F. Martetschläger und Herrn PD Dr. med. T. Kraus verfasst.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Ort, Datum

Unterschrift

11 DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Hier ist an erster Stelle mein Doktorvater Prof. Dr. med. U. Stöckle zu nennen, dem ich für das Thema meiner Doktorarbeit und für das Ermöglichen dieser wissenschaftlichen Arbeit recht herzlich danke.

Ich danke meinen Mitbetreuern, Herrn PD Dr. med. F. Martetschläger und Herrn PD Dr. med. T. Kraus für ihre wertvolle Unterstützung und Geduld.

Weiterhin bedanke mich herzlich bei dem Team der unfallchirurgischen Abteilung des Rechts der Isar München für die Bereitstellung der Daten und die Ermöglichung einer Famulatur.

Ganz besonderen Dank möchte ich meinen Eltern Dr. med. Helmut Schiele und Ursula Maxhofer-Schiele für ihre Unterstützung meines beruflichen wie auch privaten Werdegangs aussprechen.

12 ANHANG

Ergebnisse des ASES-Scores

Patient (n)	Geschlecht (w/m)	Alter (Jahre)	Frakturseite (r/l)	ASES (0-100 P.)
1	w	42	l	90
2	w	57	r	100
3	m	49	l	68
4	m	27	l	95
5	m	35	l	100
6	m	25	l	90
7	w	16	r	100
8	m	34	l	100
9	m	34	r	98
10	m	43	l	93
11	m	47	r	100
12	w	68	r	85
13	w	23	r	95
14	w	31	l	90
15	w	28	r	95
16	w	35	l	90

12 Anhang

17	m	51	l	93
18	m	30	l	100
19	m	41	r	73
20	m	21	r	100
21	w	50	r	75
22	m	42	l	100
23	m	36	l	85
24	m	48	l	100
25	m	30	l	73
26	m	26	l	100
27	m	16	l	100
28	m	23	r	95
29	w	29	r	85
30	m	24	r	93
Mittelwert				92,0
sd				9,3
Maximum				100,0
Minimum				68,0

Ergebnisse des SST

Patient (n)	Geschlecht (w/m)	Alter (Jahre)	Frakturseite (r/l)	Simple-Shoulder (0-12 P.)
1	w	42	l	9
2	w	57	r	12
3	m	49	l	6
4	m	27	l	12
5	m	35	l	12
6	m	25	l	10
7	w	16	r	12
8	m	34	l	12
9	m	34	r	12
10	m	43	l	11
11	m	47	r	12
12	w	68	r	9
13	w	23	r	9
14	w	31	l	10
15	w	28	r	12
16	w	35	l	10
17	m	51	l	12
18	m	30	l	12

12 Anhang

19	m	41	r	9
20	m	21	r	12
21	w	50	r	8
22	m	42	l	12
23	m	36	l	9
24	m	48	l	12
25	m	30	l	9
26	m	26	l	12
27	m	16	l	12
28	m	23	r	12
29	w	29	r	9
30	m	24	r	12
Mittelwert				10,7
SD				1,7
Maximum				12,0
Minimum				6,0

Ergebnisse des DASH-Scores und reziproken DASH-Scores

Patient (n)	Geschlecht (w/m)	Alter (Jahre)	Frakturseite (r/l)	DASH- Score (0-100 P.)	Reziproker DASH (100-0 P.)
1	w	42	l	10,6	89,4
2	w	57	r	0	100
3	m	49	l	18,8	81,2
4	m	27	l	5	95
5	m	35	l	0	100
6	m	25	l	5,8	94,2
7	w	16	r	0	100
8	m	34	l	0	100
9	m	34	r	0	100
10	m	43	l	5,2	94,8
11	m	47	r	0	100
12	w	68	r	15,8	84,2
13	w	23	r	17,2	82,8
14	w	31	l	20,8	79,2
15	w	28	r	0	100
16	w	35	l	5,4	94,6
17	m	51	l	0	100

12 Anhang

18	m	30	l	0	100
19	m	41	r	10,8	89,2
20	m	21	r	0	100
21	w	50	r	15,8	84,2
22	m	42	l	0	100
23	m	36	l	33,3	66,7
24	m	48	l	0	100
25	m	30	l	9,2	90,8
26	m	26	l	0	100
27	m	16	l	0	100
28	m	23	r	2,5	97,5
29	w	29	r	6,7	93,3
30	m	24	r	3,3	96,6
Mittelwert				6,2	93,8
SD				8,4	8,4
Maximum				33,3	100
Minimum				0	66,7

Constant score

Punkte li:/100

Punkte re:/100

I. Schmerz

Li Re

Wie beurteilen Sie Ihre Schmerzen im Verlauf der Tätigkeiten des täglichen Lebens ?

	Keine [15]	minimal [10]	mäßig [5]	stark [0]	
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/15/.....

II. Kraft

	maximal [25]	gut [20]	mäßig [15]	grob [10]	kaum [5]	keine [0]	
links	<input type="checkbox"/>						
rechts	<input type="checkbox"/>/25/.....					

III. Aktivitäten des täglichen Lebens

1. Sind Sie voll arbeitsfähig? ja nein
2. Können Sie Ihre Freizeitaktivitäten uneingeschränkt ausüben? ja nein
3. Wie schlafen Sie ? Ungestört zeitweise mit Erwachen gar nicht
4. Bis auf welche der angegebenen Höhen können Sie mit ihren Händen Tätigkeiten ausführen?

	links	rechts	
[2] bis zur Gürtellinie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[4] bis zur Brust	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[6] bis zum Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[8] bis zum Scheitel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[10] über den Kopf hinaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/20/.....

IV. Objektiver Bewegungsumfang

	Anteversion		Abduktion		
	links	rechts	links	rechts	
[0] 0° - 30° - Gürtellinie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] 31° - 60° - Brustkorb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[4] 61° - 90° - Schulter / Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[6] 91° - 120° - Scheitel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[8] 121° - 150° - über Kopf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[10] 151° - 180° - gestreckt nach oben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/20/.....

1. Welche der folgenden Bewegungen können Sie ohne Schmerzen durchführen ?

	links	rechts	
[2] Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] Hand auf dem Scheitel mit Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] Hand auf dem Scheitel mit Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] volle Aufwärtsbewegung vom Scheitel ausgehend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/10/.....

2. Bis auf welche Position können sie ihren Handrücken ohne Schmerzen bewegen ?

	links	rechts	
[0] bis auf die Außenseite des Oberschenkels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[2] bis auf das Gesäß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[4] bis zum oberen Gesäßansatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[6] bis zur Gürtellinie am Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[8] bis auf Höhe der unteren Rippen am Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[10] bis zwischen die Schulterblätter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/10/.....

*100-91 ausgezeichnet 90-81 gut 71-80 befriedigend 70-61 ausreichend < 60 schlecht

ASES-Score

Punkte li:/30

Punkte re:/30

1. Haben Sie Schmerzen in der operierten Schulter?

- ja nein

wenn ja: **Wie beurteilen Sie diese Schmerzen auf einer Skala von 0 = keine Schmerzen bis 10 = maximale Schmerzen**

0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 **OP-Seite**

0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10 **Gegenseite**

2. Fähigkeit folgende Aktivitäten auszuüben?

0 = unfähig 1 = fällt schwer 2 = etwas schwierig 3 = nicht schwierig

	links				rechts			
	0	1	2	3	0	1	2	3
1. Eine Jacke anziehen	<input type="checkbox"/>							
2. Auf der schmerzhaften oder betroffenen Seite schlafen	<input type="checkbox"/>							
3. Den Rücken waschen / Den BH am Rücken schließen	<input type="checkbox"/>							
4. Intimhygiene/Toilette	<input type="checkbox"/>							
5. Haare kämmen	<input type="checkbox"/>							
6. Ein hohes Regal erreichen	<input type="checkbox"/>							
7. 4,5kg über Schulterniveau heben	<input type="checkbox"/>							
8. Einen Ball werfen	<input type="checkbox"/>							
9. Gewohnte Arbeiten erledigen	<input type="checkbox"/>							
10. Gewohnten Sport ausüben	<input type="checkbox"/>							

Simple shoulder test

Punkte li:/12 Punkte re:/12

1. Ist Ihre Schulter beschwerdefrei, wenn Die Ihren Arm an der Seite ruhen lassen?
 ja nein
2. Erlaubt Ihnen Ihre Schulter einen ungestörten Schlaf?
 ja nein
3. Können sie ihr Kreuz erreichen, um mit Ihrer Hand ein Hem d/Bluse in die Hose zu stecken?
 ja nein
4. Können Sie ihre Hand so hinter den Kopf führen, dass der Ellenbogen seitlich abgespreizt wird?
 ja nein
5. Können Sie ein Geldstück in ein Regal in Ihrer Schulterhöhe legen, ohne den Ellenbogen zu beugen?
 ja nein
6. Können Sie 450g in Schulterhöhe heben, ohne den Ellenbogen zu beugen?
 ja nein
7. Können Sie 3,5kg in Schulterhöhe heben, ohne den Ellenbogen zu beugen?
 ja nein
8. Können Sie mit dem betroffenen Arm 9kg an Ihrer Seite tragen?
 ja nein
9. Denken Sie, dass sie einen Ball 10m mit dem betroffenen Arm unterhand (aus der Hüfte) werfen können?
 ja nein
10. Denken Sie, dass sie einen Ball 20m mit dem betroffenen Arm überhand werfen können?
 ja nein
11. Können sie die Rückseite der gegenüberliegenden Schulter mit dem betroffenen Arm waschen?
 ja nein
12. Können Sie mit Ihrer Schulter in Ihrem normalen Beruf Vollzeit arbeiten?
 ja nein

VAS

Visuelle Analogskala = subjektive Einschätzung Ihrer aktuellen Schmerzen

Wie beurteilen sie den Schmerz in Ihrem Ellenbogengelenk zur Zeit? (bitte nur 1 Kästchen ankreuzen)

keinerlei Schmerz	<input type="checkbox"/>	stärkster Schmerz, den ich mir vorstellen kann										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

DASH-Score

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

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z. B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.) ¹	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der <u>vergangenen Woche</u> beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
	Oberhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	1	2	3	4	5
23. Waren Sie in der <u>vergangenen Woche</u> durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
	Oberhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
	1	2	3	4	5
Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der <u>letzten Woche</u> ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zelle die entsprechende Zahl an)					
	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der <u>letzten Woche</u> aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
	1	2	3	4	5
30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5

DASH Wert für Behinderung/Symptome = $\frac{[(\text{Summe der } n \text{ Antwortpunkte}) - 1] \times 25}{n}$,

wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Wurden mehr als 3 Fragen nicht beantwortet, so darf ein DASH Wert nicht berechnet werden.