

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinikum rechts der Isar
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Das Outcome der PHILOS-Plattenosteosynthese bei Frakturen des proximalen Humerus: Delta-Split vs. Deltoideopectoraler Zugang

Michael Josef Weier

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

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. U. Stöckle,
Eberhard Karls Universität Tübingen
2. Univ.-Prof. Dr. P. Biberthaler

Die Dissertation wurde am 27.03.2012 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin
am 21.11.2012 angenommen.

INHALTSVERZEICHNIS

I. INHALTSVERZEICHNIS.....	1
II. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	1
III. TABELLENVERZEICHNIS	1
IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	1
EINLEITUNG.....	1
1.1 FRAGESTELLUNG.....	1
1.2 DAS SCHULTERGELENK - FUNKTIONELLE ANATOMIE UND GELENKMECHANIK	2
1.2.1 <i>Mechanischer Aufbau des Schultergelenks</i>	2
1.2.2 <i>Gefäßversorgung</i>	5
1.2.3 <i>Innervation</i>	8
1.3 DIE PROXIMALE HUMERUSKOPF-FRAKTUR.....	10
1.3.1 <i>Epidemiologische Grundlagen</i>	10
1.3.2 <i>Pathomechanismen</i>	12
1.3.3 <i>Frakturformen und Konfiguration der Fragmente durch Muskelzug</i>	13
Die 2-part-Fraktur	13
Die 3-part-Fraktur	13
Die 4-part-Fraktur	14
1.3.4 <i>Sonderformen der proximalen Humerusfraktur</i>	15
1.3.5 <i>Frakturklassifikation</i>	16
Neer-Klassifikation.....	17
AO-Klassifikation	18
Codman-Klassifikation.....	19
1.3.6 <i>Frakturdiagnostik</i>	20
Klinische Untersuchung und Anamnese.....	20
Konventionelles Röntgen.....	21
CT.....	21
MRT	22
Sonographie	22
Skelettszintigraphie	22
Osteoporosediagnostik.....	23
1.3.7 <i>Therapie der proximalen Humerusfraktur</i>	24
Erste Maßnahmen	24
Konservative Therapie vs. Operative Therapie	24
Winkelstabile Plattenosteosynthesen	25
Die PHILOS-Plattenosteosynthese	27
Operationsverfahren und Zugangswege	28

I. Inhaltsverzeichnis

Vorbereitung	28
Der anterolaterale Delta-Split	29
Der deltoideopectorale Zugang	30
Postoperatives Procedere	31
MATERIAL UND METHODEN	32
2.1 STUDIENDESIGN	32
2.2 AUSSCHLUSSKRITERIEN.....	32
2.3 AUSWAHL DES PATIENTENGUTES	32
2.4 STATISTISCHE METHODEN	33
2.4.1 Gruppenvergleiche mit stetigen Variablen.....	33
2.4.2 Gruppenvergleiche mit dichotomen Variablen.....	33
2.4.3 Vergleiche innerhalb einer Variablen.....	34
2.5 DATENERHEBUNG.....	34
2.5.1 Untersuchung und Anamnese	34
2.5.2 Der Constant-Score	35
Durchführung der Untersuchung	36
Der normierte Constant-Score	38
2.5.3 Der ASES-Score.....	39
2.5.4 Der Simple-Shoulder-Score.....	39
2.5.5 Der Quick-DASH-Score.....	40
2.5.6 Ergänzende klinische Tests.....	40
ERGEBNISSE	42
3.1 PATIENTENKOLLEKTIV	42
3.1.1 Follow-up-rate.....	42
3.1.2 Verteilung auf die Jahre 2004 bis 2008	43
3.1.3 Follow-up-time	44
3.1.4 Erweiterte Diagnostik.....	45
3.1.5 Eingebrahtes Material.....	45
3.1.6 Ort der Erstkonsultation.....	46
3.1.7 Unfallgeschehen.....	46
3.2 SCORES IM ÜBERBLICK.....	47
3.3 GESCHLECHT, PATIENTENALTER UND IHR EINFLUSS AUF DEN CONSTANT-SCORE.....	48
3.3.1 Geschlecht.....	48
3.3.2 Alter	48
3.3.3 Constant-Score, adaptiert nach Katolik und Yian.....	50
3.4 BETEILIGUNG DER DOMINANTEN SEITE	51
3.4.1 Verteilung	51
3.4.2 Einfluss der Beteiligung der dominanten Seite auf den Constant-Score.....	51

I. Inhaltsverzeichnis

3.5 RISIKOFAKTOREN	52
3.6 VERGLEICH BEIDER ZUGANGSFORMEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER FRAKTURFORM.....	53
3.6.1 <i>Codman-Klassifikation</i>	53
3.6.2 <i>AO-Klassifikation</i>	55
3.6.3 <i>Neer-Klassifikation</i>	56
3.7 METALLENTFERNUNG	57
3.8 KOMPLIKATIONEN	59
3.8.1 <i>Humeruskopfnekrose und Axillarisschädigung</i>	60
3.8.2 <i>Einfluss von Komplikationen auf den Constant-Score</i>	61
3.8.3 <i>Das Impingement-Syndrom</i>	61
3.9 RADIOLOGISCHE BEURTEILUNG.....	62
3.9.1 <i>Postoperative Bilder</i>	62
3.9.2 <i>Follow-up Röntgen</i>	62
3.10 KOSMETISCHES ERGEBNIS	63
3.11 PATIENTENMANAGEMENT.....	65
DISKUSSION	67
4.1 EINLEITUNG.....	67
4.2 FRAGESTELLUNG DER STUDIE.....	68
4.3 DAS FUNKTIONELLE OUTCOME IM VERGLEICH	69
4.4 EIN VIELSCHICHTIGES THEMA: ZUGANGSSPEZIFISCHE KOMPLIKATIONEN	71
4.4.1 <i>Die avaskuläre Nekrose</i>	71
4.4.2 <i>Die Affektion von Weichteilen und Frakturfragmenten</i>	73
4.4.3 <i>Die Axillarisparese</i>	73
4.5 PERIOPERATIVE PROZESSZEITEN.....	75
4.6 GRENZEN DER STUDIE.....	76
ZUSAMMENFASSUNG	77
LITERATURVERZEICHNIS	78
ANHANG.....	91
DANKSAGUNG	96
CURRICULUM VITAE	97

I. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: DIE FÜNF GELENKE DER SCHULTER	2
ABBILDUNG 2: ART. STERNOCOSTALIS UND BANDAPPARAT	3
ABBILDUNG 3: RECESSUS AXILLARIS	3
ABBILDUNG 4: BEWEGUNGSUMFANG DES ARMS IM SCHULTERGELENK	4
ABBILDUNG 5: A. CIRCUMFLEXA HUMERI ANTERIOR	6
ABBILDUNG 6: A. CIRCUMFLEXA HUMERI POSTERIOR	6
ABBILDUNG 7: GEFÄßVERSORGUNG DES HUMERUS	7
ABBILDUNG 8: DERMATOME VON SCHULTER UND OBERARM	8
ABBILDUNG 9: VERLAUF DES N. AXILLARIS	9
ABBILDUNG 10: DEMOGRAPHISCHER WANDEL	11
ABBILDUNG 11: KONFIGURATION VERSCHIEDENER FRAKTURFORMEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM MUSKELZUG ...	14
ABBILDUNG 12: NEER-KLASSIFIKATION DER PROXIMALEN HUMERUSFRAKTUR	17
ABBILDUNG 13: DIE AO / ASIF-KLASSIFIKATION AM PROXIMALEN HUMERUS	18
ABBILDUNG 14: DIE T-BUTTRESS PLATE	25
ABBILDUNG 15: DAS PRINZIP DER LOCKING HEAD SCREW	26
ABBILDUNG 16: DAS PRINZIP DER LOCKING COMPRESSION PLATE (LC-PLATTE)	26
ABBILDUNG 17: DIE PHILOS-5-LOCH PLATTE MIT ZIELBÜGEL	28
ABBILDUNG 18: ZIELGEBIET DES DELTA-SPLIT ZUGANGS	30
ABBILDUNG 19: KOMPONENTEN DES CONSTANT-SCORES	35
ABBILDUNG 20: DAS ISOFORCECONTROL ANALYSEGERÄT	37
ABBILDUNG 21: ABHÄNGIGKEIT DER ABDUKTION VON ALTER UND GESCHLECHT	38
ABBILDUNG 22: PATIENTENKOLLEKTIV	42
ABBILDUNG 23: VERTEILUNG DER ZUGANGSFORMEN ÜBER DIE JAHRE	43
(BEZOGEN AUF SÄMTLICHE PATIENTEN)	43
ABBILDUNG 24: VERTEILUNG DER ZUGANGSFORMEN ÜBER DIE JAHRE (BEZOGEN AUF DIE TEILNEHMER DER STUDIE)	44
ABBILDUNG 25: FOLLOW-UP TIME	44
ABBILDUNG 26: UNFALLURSACHEN	46
ABBILDUNG 27: ZUGANGSSPEZIFISCHER CONSTANT-SCORE	47
ABBILDUNG 28: GESCHLECHTSVERTEILUNG	48
ABBILDUNG 29: RISIKOFAKTOREN (QUANTITATIV)	52
ABBILDUNG 30: CODMAN-KLASSIFIKATION (QUANTITATIV)	53
ABBILDUNG 31: GRUPPENSPEZIFISCHES OUTCOME (CODMAN, CONSTANT-SCORE)	54
ABBILDUNG 32: AO-KLASSIFIKATION (QUANTITATIV)	55
ABBILDUNG 33: NEER-KLASSIFIKATION (QUANTITATIV)	56
ABBILDUNG 34: HUMERUSKOPFNEKROSEN	60
ABBILDUNG 35: GUTES KOSMETISCHES ERGEBNIS	63
ABBILDUNG 36: SCHLECHTES KOSMETISCHES ERGEBNIS	64

II. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 37: SCHNITT-NAHT-ZEIT IN MINUTEN	65
ABBILDUNG 38: VERWEILDAUER IN TAGEN	66

II. TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: RISIKOFAKTOREN PROXIMALER HUMERUSFRAKTUREN.....	10
TABELLE 2: FRAKTURZEICHEN PROXIMALER HUMERUSKOPFFRAKTUREN	20
TABELLE 3: LABORCHEMISCH RELEVANTE MARKER BEI VERDACHT AUF OSTEOPOROSE.....	23
TABELLE 4: DAS SCHMERZ-MODUL.....	36
TABELLE 5: DAS ADS-MODUL	36
TABELLE 6: DAS BEWEGUNGS-MODUL: ANTEVERSION / ABDUKTION	37
TABELLE 7: DAS BEWEGUNGS-MODUL: INNEN- / AUßENROTATION	37
TABELLE 8: NORMAL SCORE NACH KATOLIK	38
TABELLE 9: FOLLOW-UP-RATE	43
TABELLE 10: FOLLOW-UP-TIME	44
TABELLE 11: ERWEITERTE DIAGNOSTIK	45
TABELLE 12: INTRAOPERATIV EINGEBRACHTES MATERIAL	45
TABELLE 13: ADDITIV VERWENDETES FADENMATERIAL.....	45
TABELLE 14: ORT DER ERSTKONSULTATION	46
TABELLE 15: DELTA-SPLIT UND DELTOIDEOPECTORALER ZUGANG, OUTCOME.....	47
TABELLE 16: GESCHLECHTSSPEZIFISCHES OUTCOME (CONSTANT-SCORE)	48
TABELLE 17: VERGLEICH DES DURCHSCHNITTSALTERS.....	49
TABELLE 18: ALTERSSPEZIFISCHES OUTCOME (CONSTANT-SCORE).....	49
TABELLE 19: ALTERSSPEZIFISCHES OUTCOME (P-WERTE).....	49
TABELLE 20: NORMALISierter CONSTANT-SCORE (KATOLIK / YIAN).....	50
TABELLE 21: FÜHRUNGSHAND (QUANTITATIV).....	51
TABELLE 22: FÜHRUNGSHANDSPEZIFISCHES OUTCOME (CONSTANT-SCORE).....	51
TABELLE 23: RISIKOFAKTOREN (QUANTITATIV).....	52
TABELLE 24: RISIKOFAKTORSPEZIFISCHES OUTCOME (CONSTANT-SCORE)	52
TABELLE 25: CODMAN-KLASSIFIKATION (QUANTITATIV)	53
TABELLE 26: CODMAN-KLASSIFIKATION, CONSTANT-SCORE	54
TABELLE 27: AO-KLASSIFIKATION, CONSTANT-SCORE	55
TABELLE 28: NEER-KLASSIFIKATION, CONSTANT-SCORE	56
TABELLE 29: OUTCOME MIT / OHNE METALLENTFERNUNG (CONSTANT-SCORE).....	57
TABELLE 30: DELTA-SPLIT UND DELTOIDEOPECTORALER ZUGANG, OUTCOME DIVERSER SCORING-SYSTEME IN ABHÄNGIGKEIT VON EINER METALLENTFERNUNG	58
TABELLE 31: KOMPLIKATIONEN (QUANTITATIV)	59
TABELLE 32: EXZERPTION VON KOMPLIKATIONEN (CONSTANT-SCORE).....	61
TABELLE 33: IMPINGEMENT-SYNDROM (QUANTITATIV).....	61
TABELLE 34: RADIOLOGISCHES OUTCOME, POSTOPERATIV	62
TABELLE 35: RADIOLOGISCHES OUTCOME BEIM FOLLOW-UP	62
TABELLE 36: KOSMETISCHES ERGEBNIS	64
TABELLE 37: ZEIT ZWISCHEN AUFNAHME UND OP	65

III. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

%	Prozent
°	Grad
A.	Arteria (lat.=Arterie)
Aa.	Arteriae (lat.=Arterien)
Abb.	Abbildung
AC	acromioclavicular
ADL	Activities of daily living
Art.	Articulatio (lat. = Gelenk)
BWS	Brustwirbelsäule
d. F.	der Fälle
DC	dynamic compression
DS	Delta-Split
DP	Deltoideopectoraler (Zugang)
DXA/DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
et al.	et alii / aliae (lat = und andere)
Hornblow.	Hornblowers sign
Kap.	Kapitel
Kg	Kilogramm
Krsl.	Kreislauf
L.	Luxatio
lat.	lateinisch
LC	locking compression
Lig.	Ligamentum (lat. = Band)
LWS	Lendenwirbelsäule
m	Meter
M.	Musculus (lat. = Muskel)
Mm.	Musculi (lat. = Muskeln)
ME	Metallentfernung
N	Newton
N.	Nervus (lat.= Nerv)
Nn.	Nervi (lat.=Nerven)
Pl.	Plexus (lat.=Geflecht)
Proc.	Processus (lat. = Fortsatz)
R.	Ramus (lat. = Ast)

IV. Abkürzungsverzeichnis

Rr.	Rami (lat. = Äste)
s	Sekunde
SD	standard deviation (engl. = Standardabweichung)
Sign.	Signifikanz
u.w.	und weitere
T.	Tuberculum (lat.=Höcker)
Tab.	Tabelle

Einleitung

1.1 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, ob sich das minimalinvasive Einbringen einer PHILOS-Plattenosteosynthese über einen Delta-Split-Zugang im Vergleich zum deltoideopectoralen-Zugang als gleichwertig oder sogar überlegen erweist.

Hierfür wurden das funktionelle und alltagsrelevante Ergebnis des Patienten (z.B. in Hinsicht auf die postoperative Schulterfunktion und Komplikationsrate) und wichtige zeitliche Abläufe (z.B. die Operationszeit) analysiert sowie relevante Störfaktoren (z.B. eine stattgehabte Metallentfernung) ausfindig gemacht und auf ihre Wirksamkeit hin untersucht.

1.2 Das Schultergelenk - Funktionelle Anatomie und Gelenkmechanik

1.2.1 Mechanischer Aufbau des Schultergelenks

Der Aufbau des Schultergürtels und der oberen Extremität steht in engem Zusammenhang mit dem Übergang zur bipeden Lebensweise. So haben sich beispielsweise die Schulterblätter beim Menschen von der eher seitlichen Ausrichtung quadrupeder Säugetiere im Laufe der Evolution nach dorsal verlagert [76]. Im Rahmen dieser Entwicklung erlangte der Schultergürtel eine außergewöhnliche Beweglichkeit, was vor allem im Vergleich zum Beckengürtel deutlich wird, der über das Iliosakralgelenk fest in das Achsenskelett integriert ist [76].

Der große Bewegungsumfang der Arme im Schulterbereich wird unter anderem durch das Zusammenwirken von fünf Gelenken ermöglicht: Diese werden unterteilt in die drei „echten Gelenke“ (Art. sternoclavicularis, Art. acromioclavicularis, Art. humeri) und in die zwei „Nebengelenke“ (das subakromiale Nebengelenk - ein Gleitlager aus Schleimbeuteln sowie das Schulterblatt-Thorax-Gelenk [Abb 1]).

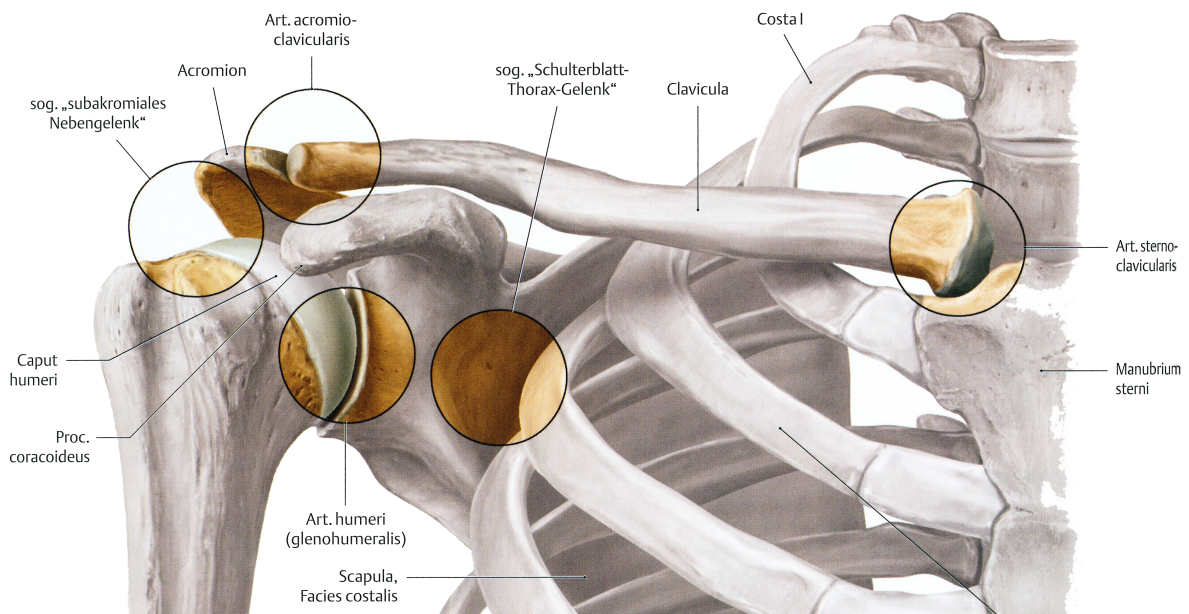


Abbildung 1: Die fünf Gelenke der Schulter [76]

Einleitung

Zusätzlich spielen vor allem das Lig. costoclaviculare (zwischen Schlüsselbein und erster Rippe) sowie das Lig. coracoclaviculare (zwischen Schlüsselbein und Proc. coracoideus) eine Rolle für die freie Beweglichkeit der oberen Extremität.

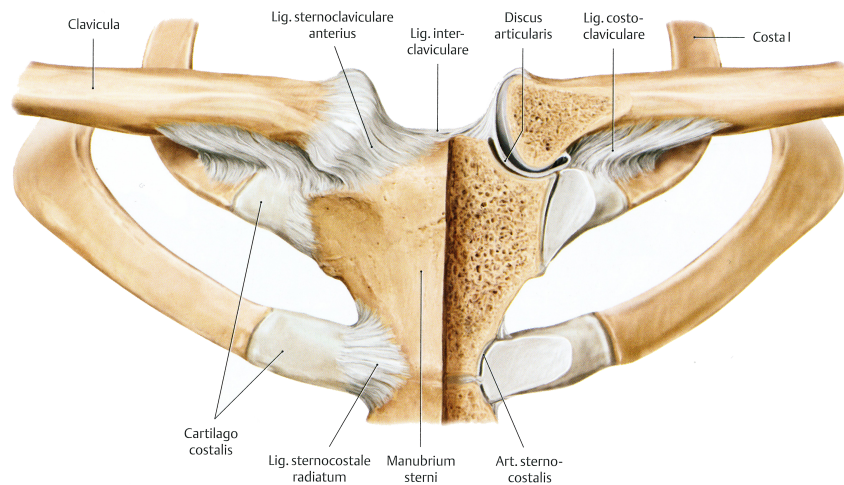


Abbildung 2: Art. sternocostalis und Bandapparat [76]

Abgerundet wird diese funktionelle Einheit durch die weite Gelenkkapsel, die auf der Unterseite die Reservefalte, den Recessus axillaris (Abb. 3) bildet, der als Puffer bei weitläufigen Abduktionsbewegungen dient.

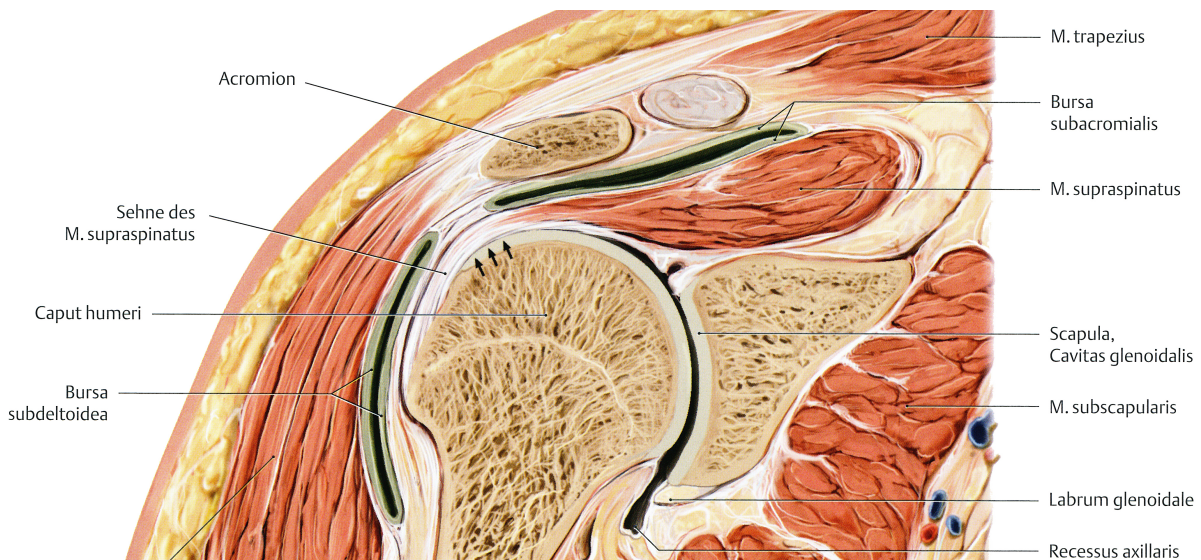


Abbildung 3: Recessus axillaris [76]

Der beachtliche Bewegungsumfang bringt jedoch auch Nachteile mit sich: Da die Fixation durch Skelettanteile oder eine straffe Bandsicherung in den Hintergrund tritt, kann Stabilität nur durch einen gut entwickelten und kräftigen Muskelmantel erreicht werden [30]. Somit spielt der Zustand der Weichteile eine wichtige Rolle für die Genese von Schultererkrankungen. Die sogenannte „Rotatorenmanschette“, der

Einleitung

oben erwähnte Muskelmantel besteht aus den drei Muskeln M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor, die am T. majus ansetzen sowie dem M. subscapularis der am T. minus inseriert.

Die Muskeln fixieren den Gelenkkopf in die Gelenkpfanne, um Stabilität zu vermitteln, da es sonst z.B. beim Tragen von Lasten zur Luxation kommen könnte. Zusätzlich spannen sie die Gelenkkapsel, um deren Einklemmungen bei Bewegung zu vermeiden. Neben der Rotatorenmanschette sind aber auch die restlichen Muskeln des Schultergelenkes (M. biceps brachii, M. deltoideus, M. latissimus dorsi, M. pectoralis major und minor) in unterschiedlichem Ausmaß an der Stabilisierung des Gelenkes beteiligt. Die Beweglichkeit des Schultergelenkes, die nur eine Abduktion von 90° erlauben würde, wird durch das Gleiten des Schulterblattes um eine gedachte dorsoventrale Achse in der Mitte des Schulterblattes (Schulterblatt-Thorax-Nebengelenk) auf bis zu 180° erweitert und ist mechanisch über die beiden Schlüsselbeingelenke (Art. acromioclavicularis und Art. sternoclavicularis) an die Clavicula gekoppelt [76].

Die Beweglichkeit des Schultergelenkes wird üblicherweise durch die Neutral-Null-Methode angegeben: Hierbei werden ausgehend von der anatomischen Nullstellung (Patient aufrecht stehend, hängender Arm nach vorne gerichteter Daumen) für jede Bewegung und Gegenbewegung drei Zahlen aufgeführt, die den Bewegungsumfang in Grad angeben. Abbildung 4 veranschaulicht den Bewegungsumfang im Schultergelenk.

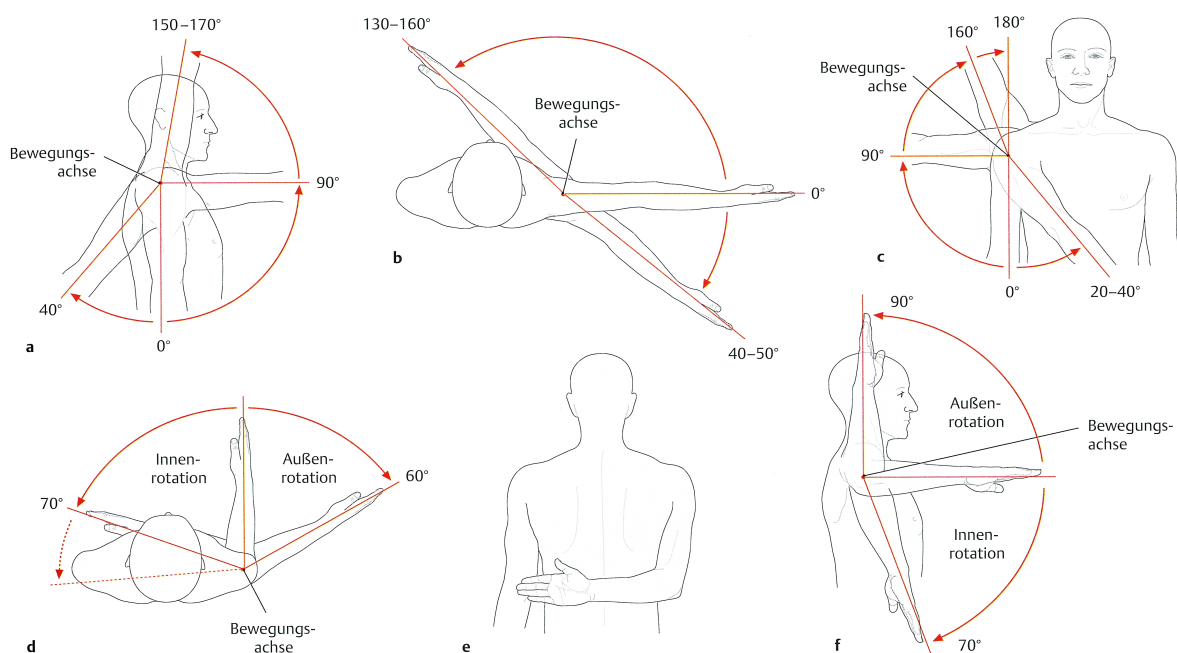


Abbildung 4: Bewegungsumfang des Arms im Schultergelenk [76]

Einleitung

Wie hier zu sehen ist, bewegt sich die Schulter als typisches Kugelgelenk um drei senkrecht aufeinander stehende Hauptachsen, deren Drehpunkt annäherungsweise im Zentrum des Humeruskopfes liegt:

- Um die horizontale Achse erfolgen Ante- und Retroversion, die gelegentlich auch als Flexion und Extension bezeichnet werden (Abb. 4a).
- Um die sagittale Achse erfolgen Abduktion und Adduktion, wobei die Bewegungen ab 90° häufig als Elevation bezeichnet werden (Abb. 4c).
- Um die longitudinale Achse erfolgen Innen- und Außenrotationsbewegungen. Hierbei ist die maximale Innenrotation durch den Rumpf begrenzt (Abb. 4d). Wird der Arm hinter den Rücken genommen, entspricht das einer Innenrotation von 95° (Abb. 4e).

1.2.2 Gefäßversorgung [76, 25, 59]

Der Schultergürtel und die obere Extremität werden durch die A. subclavia versorgt. Diese entspringt auf der linken Seite direkt aus dem Aortenbogen, auf der rechten Seite aus dem zwischen Aortenbogen und A. subclavia interponierenden Truncus brachiocephalicus. Nun zieht sie oberhalb der 1. Rippe durch die sogenannte Skalenuslücke zwischen den Mm. scaleni anterior und medius und wird fortan als A. axillaris (Abb. 5: Nr. 1) bezeichnet. Aus letztgenannter entspringen etwa 7 cm unterhalb vom Scheitel des Humeruskopfes zwei Gefäße, die für die Versorgung des Humeruskopfes von Bedeutung sind:

- Die A. circumflexa humeri anterior (Abb. 5: Nr. 3) ist für über zwei Drittel der Durchblutung des Humeruskopfes zuständig. Sie zieht am Unterrand des M. subscapularis zum Collum chirurgicum und gibt hierbei mehrere Äste ab. Von besonderer Bedeutung ist insbesondere der Ramus transversus mit seinem anterolateralen Ast (Abb. 5: Nr. 4), der im Sulcus intertubercularis aufsteigt und als A. arcuata in den Humeruskopf eintritt (Abb. 5: Nr. 8). Weitere Äste ziehen unter der langen Sehne des M. biceps und dem M. deltoideus weiter nach distal und anastomosieren mit der A. circumflexa humeri posterior (Abb. 5: Nr. 2).

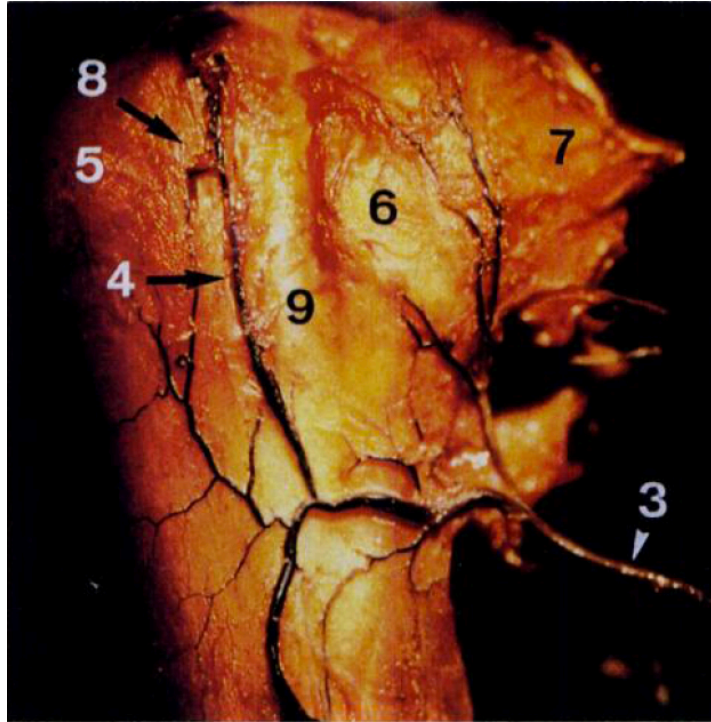
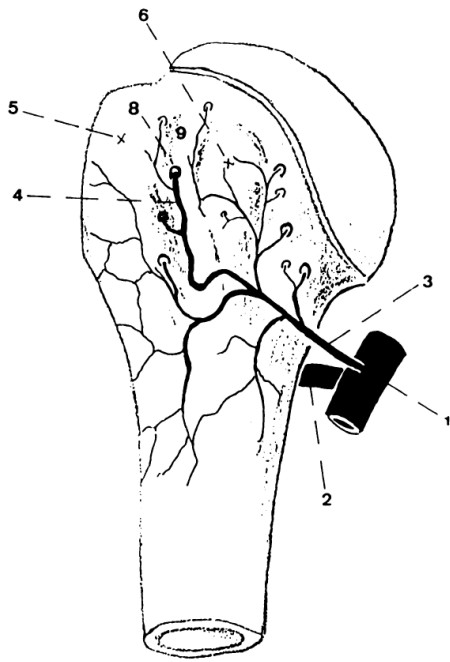


Abbildung 5: A. circumflexa humeri anterior [25]

- Die A. circumflexa humeri posterior (Abb. 6: Nr. 2) ist für die restliche Versorgung verantwortlich und entspringt meist etwa 0,5 cm proximal der A. circumflexa humeri anterior (Abb. 6: Nr. 3). Sie ist kaliberstärker als diese und zieht mit dem N. axillaris durch die laterale Achsellücke, schlingt sich um die Rückseite des Collum chirurgicum und gibt dabei zahlreiche Äste ab, die den dorsalen Teil des Humeruskopfes versorgen und teilweise mit der A. circumflexa humeri anterior anastomosieren.

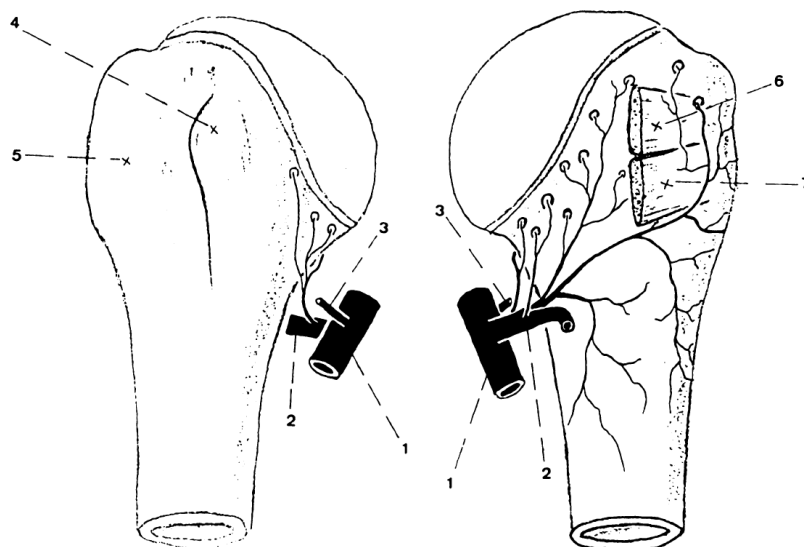


Abbildung 6: A. circumflexa humeri posterior [25]

Einleitung

Wie Abbildung 7 zeigt, ist vor allem die vordere kleinkalibrigere Arterie, der anterolaterale Ast des R. transversus der A. circumflexa humeri anterior (Abb. 7: Nr. 2), maßgeblich für die Durchblutung des Humerus verantwortlich, wobei die nicht schraffierte Fläche dem Versorgungsgebiet der A. circumflexa anterior entspricht.

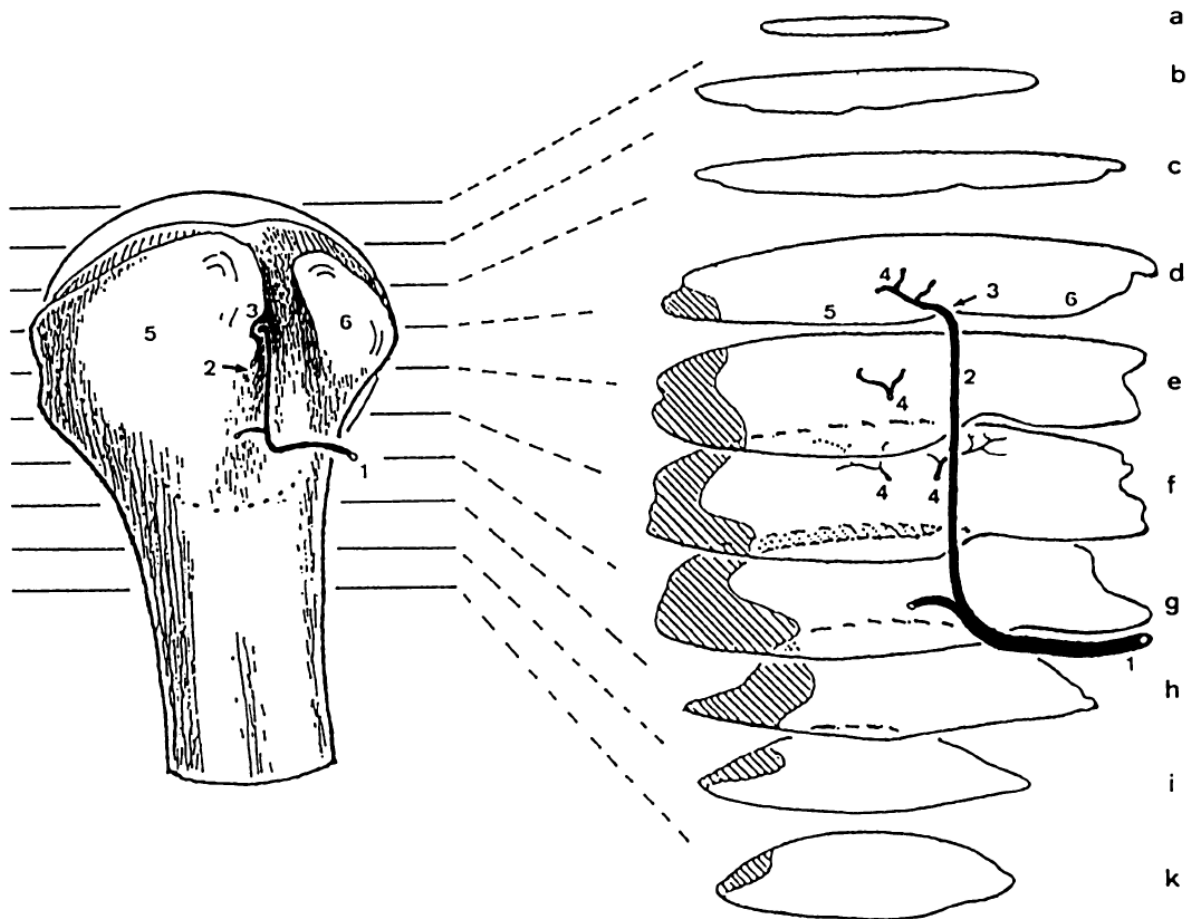


Abbildung 7: Gefäßversorgung des Humerus [25]

Beide Aa. circumflexae humeri bilden periostale Gefäßanastomosen im Bereich des Collum anatomicum, weshalb bei Frakturen in diesem Bereich, insbesondere im Falle einer Dislokation der Fragmente über 5 mm [54], ein erhöhtes Risiko für die aseptische Humeruskopfnekrose besteht. Frakturen des Collum chirurgicum hingegen weisen aufgrund der häufig noch ausreichenden Perfusion eine bessere Prognose auf.

Dem folgend benennt der Autor R. Hertel auf Basis der Auswertung von 100 intrakapsulär gelegenen Frakturen das Vorliegen einer Fraktur im anatomischen Hals, die Länge des metaphysären Anteils am Kopffragment (< 8 mm) und die Integrität der medialen Abstützung als wichtigste Vorhersagewerte für eine Kopfnekrose [37].

1.2.3 Innervation

Die Innervation von Schulter und Arm erfolgt durch den Plexus brachialis. Dieser ist ein Geflecht aus den Rr. ventrales der Spinalnerven im Halsbereich (C5-Th1). Im Hinblick auf seine Bedeutung für Humeruskopffrakturen soll hier nur ein Teil seiner Funktionen erläutert werden:

- Innervation der Rotatorenmanschette: M. supra- / infraspinatus (N. suprascapularis), M. subscapularis (N. subscapularis), M. teres minor (N. axillaris). Die zentrale Rolle dieser Muskelgruppe zur Gelenkstabilisierung wurde bereits besprochen.
- Innervation weiterer für die Schulterfunktion wichtiger Muskeln: M. deltoideus (N. axillaris), M. teres major (N. subscapularis), M. biceps brachii (N. musculocutaneus), M. triceps brachii (N. radialis), M. coracobrachialis (N. musculocutaneus), M. pectoralis major und minor (N. pectoralis medialis et lateralis), M. latissimus dorsi (N. thoracodorsalis).
- Innervation der Haut im Bereich von Schulter und Oberarm über den N. axillaris, N. cutaneus brachii medialis und N. radialis.

Des Weiteren sind an der sensiblen Versorgung der Schulter und des Oberarmes weitere Nerven beteiligt, die nicht dem Pl. brachialis zugeordnet werden: Die Nn. supraclaviculares entstammen dem Pl. cervicalis und der N. intercostobrachialis ist der laterale, sensible Hautast des 2. Interkostalnerven.

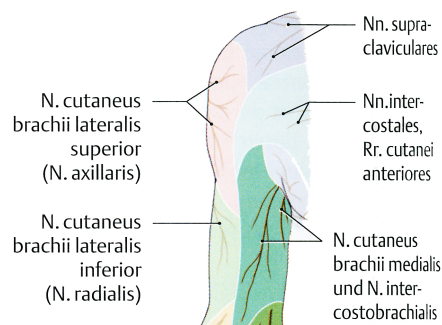


Abbildung 8: Dermatomen von Schulter und Oberarm [76]

Der oben genannte N. axillaris ist bei der Versorgung proximaler Humeruskopffrakturen von besonderem Interesse. Er verläuft mit der A. circumflexa humeri posterior durch die laterale Achsellücke und innerviert den M. deltoideus sowie den M. teres minor. Er endet als sensibler Hautast N. cutaneus brachii lateralis superior. Insbesondere beim Delta-Split-Zugang besteht bei unsachgemäßer Operationstechnik ein Verletzungsrisiko dieser neuralen

Einleitung

Struktur, die oberhalb der eingebrachten Plattenosteosynthese zum Liegen kommen muss: Im Falle einer Schädigung des N. axillaris kann der Arm nicht mehr gegen einen größeren Widerstand abduziert werden. Zudem ist die Haut in dem zugehörigen Innervationsgebiet empfindungslos [61].

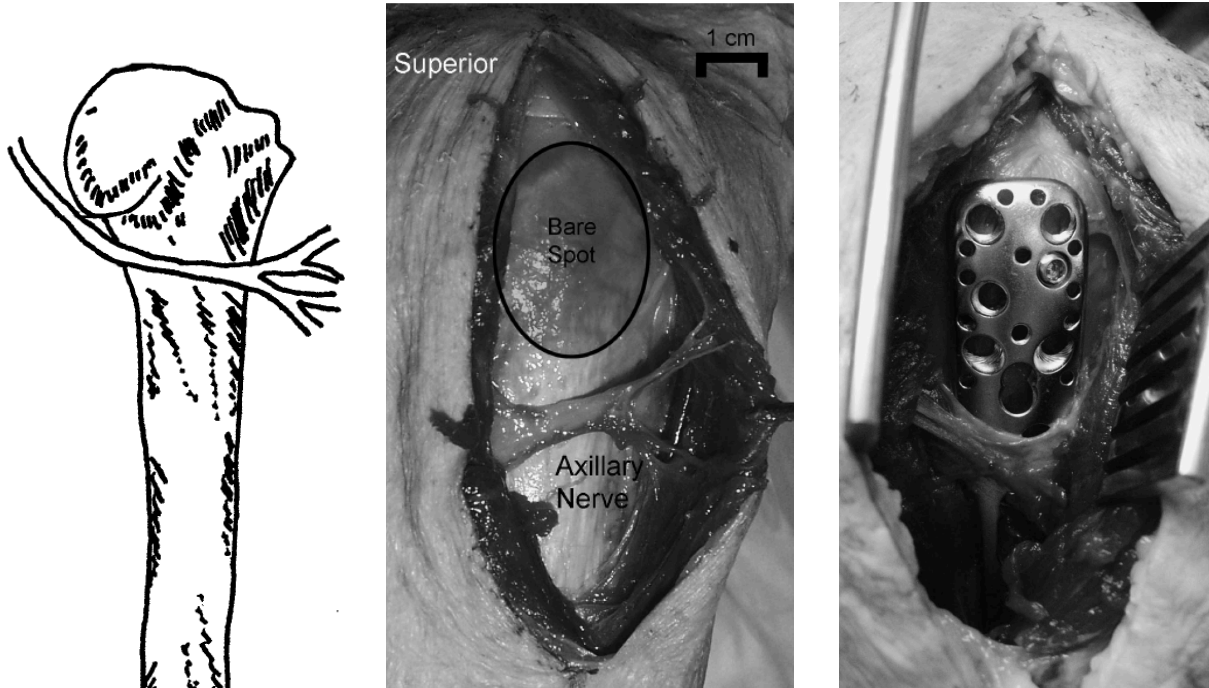


Abbildung 9: Verlauf des N. axillaris [56, 24]

Ansicht von posterior / Ansicht von lateral /
Position der PHILOS-Plattenosteosynthese

1.3 Die proximale Humeruskopf-Fraktur

1.3.1 Epidemiologische Grundlagen

Die proximale Humerusfraktur hat einen Anteil von 4% an der Gesamtanzahl aller Frakturen des Menschen und ist somit die dritthäufigste [16]. Es handelt sich vornehmlich um eine Fraktur des älteren Menschen und betrifft in 70% der Fälle vorwiegend Patienten die bereits das 60. Lebensjahr überschritten haben [16]. Zudem fällt auf, dass es sich in 75 % der Fälle um Frauen handelt [48]. Der Zusammenhang zwischen Fraktur und Alter und Geschlecht ist durch das gehäufte Auftreten von Osteoporose in dieser Gruppe begründet, welche mit einem erhöhten Frakturrisiko einhergeht [16]. In Untersuchungen der Knochendichte des Humeruskopfes zeigte sich altersbedingt eine deutliche Reduktion mit Abnahme der mechanischen trabekulären Festigkeit [52]. Rheumatische Arthritis, die gehäuft bei Frauen über dem 60. Lebensjahr auftritt [36], führt indirekt zu einem erhöhten Frakturrisiko. So können die durch diese Erkrankung hervorgerufenen Gelenkbeschwerden nicht nur eine Gang- und Standunsicherheit mit erhöhtem Sturzrisiko verursachen, sondern bedürfen häufig einer Langzeit-Kortison-Therapie, die wiederum zu Knochenentkalkung führt. Auch kommt es altersbedingt zu einer erhöhten Komorbiditäts- und Komplikationsrate. In der folgenden Tabelle sind die fünf wichtigsten Risikofaktoren aufgeführt.

Osteoporose (insbesondere Frauen > 70 Jahre)
Chronischer Alkoholabusus
Hypogonadismus
Langzeit-Kortikoid-Therapie
Verschiedene gastrointestinale Erkrankungen

Tabelle 1: Risikofaktoren proximaler Humerusfrakturen [54]

Die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur nimmt zu. Ursächlich hierfür ist der demographische Wandel, also die Veränderung der Zusammensetzung der Altersstruktur unserer Gesellschaft [16]. Hierbei erhöht sich der Anteil älterer Menschen einerseits durch die sinkende Geburtenrate, andererseits durch verbesserte gesundheitliche Standards in den Industrieländern.

Einleitung



Demografischer Wandel

Bevölkerungsentwicklung, Altersstruktur, Geburtenziffer und fernere Lebenserwartung, 1960, 2005 und 2050

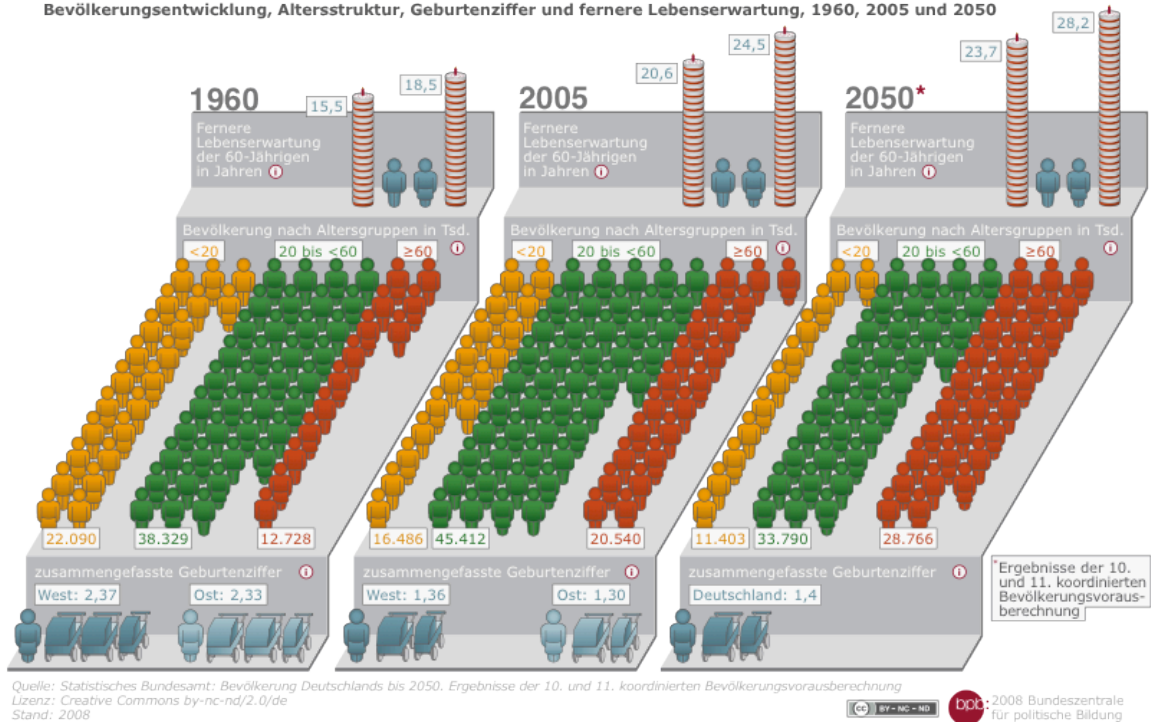


Abbildung 10: Demographischer Wandel [11]

76% der Humerusfrakturen bei über Vierzigjährigen betreffen den proximalen Humerus [5]. Bei jüngeren Patienten nimmt die Inzidenz jedoch umgekehrt proportional zum Alter ab. So liegt der Anteil proximaler Humerusfrakturen, bezogen auf alle Altersgruppen, nur noch bei 45%. Bei Kindern und Jugendlichen macht der Anteil sogar nur noch 3% aller Humerusfrakturen aus. Der Häufigkeitsgipfel liegt hier bedingt durch die Steigerung des Aktivitätsniveaus zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr [54].

1.3.2 Pathomechanismen

Die häufigste Ursache einer proximalen Humerusfraktur ist beim alten Menschen der Sturz auf den gestreckten Arm [55, 69]. Bei geringer Knochenmineraldichte ist hierfür teils nur eine geringe Gewalteinwirkung notwendig. Hingegen bedarf es bei der proximalen Humerusfraktur jüngerer Patienten einer hohen Kraffteinwirkung auf den Knochen, wie zum Beispiel bei Ski- und Motorradunfällen, weshalb in dieser Gruppe gehäuft Luxationsfrakturen, gegebenenfalls auch mit Weichteildefekten auftreten [54].

Es können drei Bruchformen unterschieden werden [28]:

- Biegungsbrüche: Zu dieser Form kommt es vor allem durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm, was wie bereits erwähnt dem häufigsten Mechanismus entspricht. Hierbei führt der Zug der Innenrotatoren (M. pectoralis major, M. teres major, M. latissimus dorsi) des Öfteren zum Biegungsbruch am Collum chirurgicum.
- Kompressionsbrüche: Bei exzessiver Rotation und gleichzeitig abduziertem Arm kann das Anschlagen des Humeruskopfes am Akromion Frakturen im Bereich des Humeruskopfes oder seltener des Akromions bedingen. Einen weiteren Mechanismus stellt das Anpralltrauma bei fixierter Skapula mit Kompression des Humeruskopfes gegen das Glenoid dar. Hierbei können gehäuft die prognostisch ungünstige Head-Split-Fraktur und bei noch nicht abgeschlossenem Knochenwachstum Verletzungen der Epiphysenfuge auftreten.
- Scherfrakturen: Ursächlich hierfür ist die Humeruskopfluxation die Abrissfrakturen der Tuberkula begünstigt. Solche Luxationsverletzungen ereignen sich vornehmlich im Rahmen einer starken direkten Gewalteinwirkung.

1.3.3 Frakturformen und Konfiguration der Fragmente durch Muskelzug

Wie von Codman im Jahr 1934 beschrieben zersplittert bei einer proximalen Humerusfraktur der Knochen in bis zu vier Hauptfragmente. Diese sind das Caput humeri, das Tuberculum majus und minus sowie der Schaft [19, 65].

Eine grobe Voraussage der Fragmentlage nach einem Bruch ist anhand der Anzahl und Art der Fragmente und der an diesen ansetzenden Muskulatur möglich [54]:

Die 2-part-Fraktur

Bei der isolierten Fraktur am Collum chirurgicum führt der Muskelzug am proximalen Schaft, dabei vor allem der M. pectoralis major, zur Dislokation des Schaftfragmentes nach anteromedial. Der Kopf hingegen kann durch die unversehrten Tuberkula in Stellung gehalten werden (Abb. 11a).

Kommt es zum isolierten Abriss des T. majus wird dieses durch die ansetzenden Muskeln (M. supra- / infraspinatus, M. teres minor) nach dorsokraniel gezogen (Abb. 11b). Da T. majus Frakturen bereits bei einer Dislokation von größer 3 bis 5mm zu einem knöchernen Impingement, also zu einer Verkeilung des dislozierten T. majus unter dem Akromion mit Abduktionsdefizit führen, ist die Indikation zur operativen Versorgung hier stets streng zu stellen.

Im Falle der seltenen isolierten Abrissfraktur des T. minus wird das Fragment durch den M. subscapularis nach mediokaudal bewegt (Abb. 11d). Dies kann zu insuffizienter Innenrotation führen.

Bei Frakturen der Tuberkula besteht durch den permanenten Muskelzug am Fragment generell die Gefahr einer Pseudarthrose.

Die 3-part-Fraktur

Bei 3-Fragmentfrakturen, also einer subcapitalen Humeruskopffraktur kombiniert mit dem Ausriss von einem der Tuberkula, führt das hierdurch verursachte muskuläre Ungleichgewicht in Kombination mit dem nun mobilisierbaren Kopffragment zur Rotationsfehlstellung des Kopfes. So kommt es beim Ausriss des T. minus durch den Zug der Rotatorenmanschette am T. majus zur Außenrotations- und

Einleitung

Varusfehlstellung des Kopffragmentes (Abb. 11d). Hingegen führt der Ausriss des T. majus bei intaktem T. minus zur Innenrotationsstellung des Humeruskopfes (Abb. 11c).

Die 4-part-Fraktur

Bei 4-Fragmentfrakturen bleibt der Kopf aufgrund des fehlenden Muskelzugs in Neutralrotation. Da die Fragmente keinen Zug mehr aufeinander ausüben können, verteilen sie sich – jedes für sich – gemäß ihrem Verhalten bei einer 2-part-Fraktur (Abb. 11e).

Frakturen des Collum anatomicum haben keinen Einfluss auf die Stellung der Fragmente, da die Muskulatur unterhalb der Fraktur ansetzt.

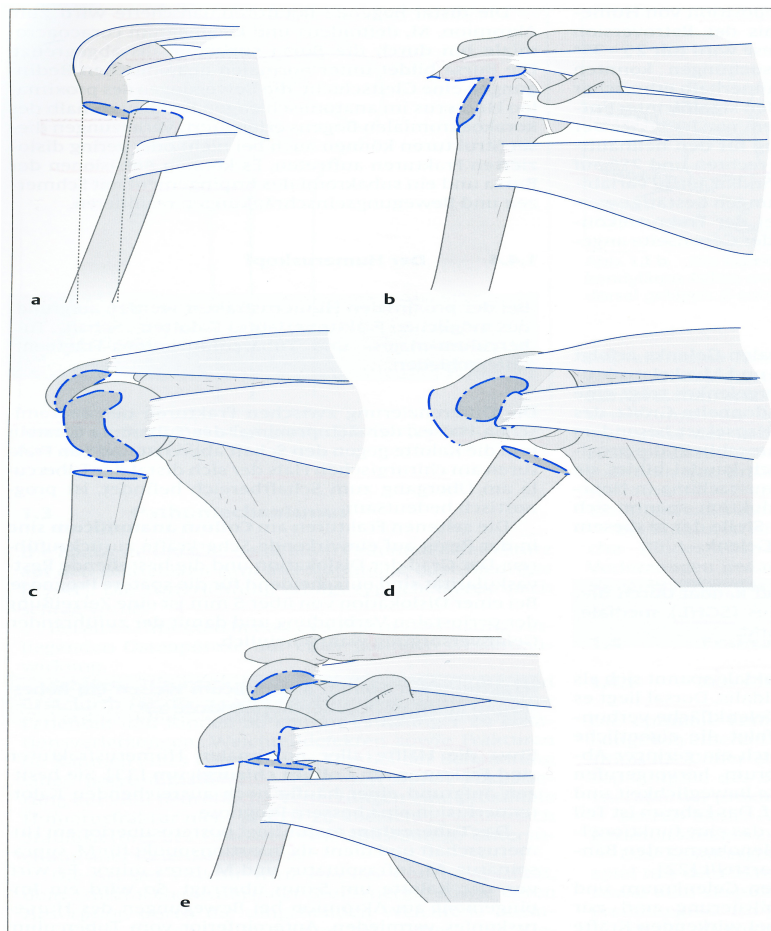


Abbildung 11: Konfiguration verschiedener Frakturformen in Abhängigkeit vom Muskelzug [54]

1.3.4 Sonderformen der proximalen Humerusfraktur [54]

Neben den genannten Mehrpartfrakturen gibt es noch einige Sonderformen zu berücksichtigen:

- Valgisch impaktierte Frakturen: Durch das in der Metaphyse „verkeilte“ Fragment wird eine Rotation mit konsekutiver Fragmentfehlstellung verhindert. Dadurch wird einem häufigen Zerreißen der periostalen Gefäßanastomosen entgegen gewirkt. Infolgedessen zeichnet sich diese Frakturform mit einer vergleichsweise geringen Rate an Humeruskopfnekrosen aus.
- Head-Split-Frakturen: Diese Trümmerfrakturen des Humeruskopfes führen oft zur Beteiligung der Gelenkfläche. Die zerborstenen Anteile verlieren häufig den Anschluss an die Gefäßversorgung und gefährden zudem auch die Versorgung anderer Kopffragmente. Somit besteht bei dieser Frakturform ein hohes Risiko einer Humeruskopfnekrose. Der für diese Frakturform typische Unfallmechanismus ist ein direkter Sturz auf die Schulter mit Anschlagen des Humeruskopfes am Glenoid.
- Luxationsfrakturen: Im Rahmen einer Schulterluxation kann es zusätzlich zu einer Fraktur kommen. Es gibt drei Varianten der Schulterluxation - die vordere Luxation (Luxatio subcoracoidea, 80% d. F.), die hintere (L. infraspinata, 5% d. F.) und die untere (L. axillaris, 15% d. F.) - die noch durch eine *Bankart-Läsion* (Abriss des Labrum glenoidale) oder eine *Hill-Sachs-Läsion* (knöcherne / knorpelige Impression des Humeruskopfes im Schultergelenk) verkompliziert werden können. Auch kann der kräftige Muskelzug des M. subscapularis zu einer Abrissfraktur des T. minus in Kombination mit einer dorsalen Luxation und einer *Reverse-Hill-Sachs-Läsion* (Verletzung der dorsolateralen Zirkumferenz) führen.

1.3.5 Frakturklassifikation

Die Anforderungen des klinischen Alltags verlangen eine Klassifikation von Frakturen als Grundlage zur Kommunikation über die Schwere der Erkrankung, Therapieschemata und die zu erwartende Prognose.

Die Diskussion über die Klassifikation proximaler Humerusfrakturen wurde lange Zeit kontrovers geführt. So beklagte Charles Neer, der Begründer der Neer-Klassifikation, dass sich Klassifikationen jeweils nur auf bestimmte Teilaspekte konzentrieren und forderte eine gesamtheitlichere Betrachtungsweise. Er kritisierte, dass Klassifikationen auf Basis der Lage des Frakturspaltes den Dislokationsgrad auf unzulängliche Weise vernachlässigen würden [65]. Deshalb entwickelte er die „*Klassifikation nach Neer*“, die über mehr als drei Jahrzehnte weite klinische Verbreitung gefunden hat.

Im Gegensatz zur Neer-Klassifikation berücksichtigt die AO-Klassifikation der *Association for the Study of Internal Fixation (AO / ASIF)* neben dem Dislokationsgrad auch die Höhe des Frakturverlaufs durch den anatomischen oder chirurgischen Hals, was, wie bereits geschildert, hinsichtlich der Vaskularisation von großer prognostischer Bedeutung ist. Ein wesentliches Problem beider Klassifikationen ist, wie der Autor Siebenrock belegt, die Untersucherabhängigkeit [78]. Die Autoren Oestern und Jansen ermittelten in einer Literaturrecherche eine Interobserverübereinstimmung von nur 0,35 bis 0,66 bei der Einteilung von Oberarmkopffrakturen [66].

Es gibt noch einige andere relevante Klassifikationen, die in der Fachwelt einen gewissen Bekanntheitsgrad erlangt haben, wie beispielsweise die Habermeyer-Klassifikation, die in Anlehnung an die Neer-Klassifikation noch die prognostisch wichtige Höhe der Fraktur einfließen lässt [29].

In der gängigen Literatur haben sich jedoch überwiegend die Neer- und AO-Klassifikation etabliert, während in der Praxis häufig die 4-Segment Einteilung von Codman Anwendung findet. Im Folgenden werden die drei letztgenannten Klassifikationen vorgestellt.

Neer-Klassifikation [65]

Die im Jahre 1970 von Charles Neer eingeführte Klassifikation ist eine Weiterentwicklung der 4-Segment-Klassifikation nach Codman unter Vernachlässigung der Frakturhöhe oder des Verletzungsmechanismus, jedoch unter besonderer Berücksichtigung des Dislokationsgrades. Unabhängig vom Frakturverlauf ist eine dislozierte Fraktur nach den Neer-Kriterien dann gegeben, wenn ein Fragment > 1cm verschoben oder um > 45° abgekippt ist.

I minimale Verschiebung	Dislozierte Frakturen		
	2 Fragmente	3 Fragmente	4 Fragmente
II anatomischer Hals			
III chirurgischer Hals			
IV Tuberculum majus			
V Tuberculum minus			
VI Luxationsfrakturen			
nach anterior nach posterior			
Luxationsfrakturen			

Abbildung 12: Neer-Klassifikation der proximalen Humerusfraktur [54]

AO-Klassifikation [29]

Die Frakturklassifikation der AO / ASIF wurde anhand einer radiologischen Untersuchung an 930 Patienten erstellt, die infolge einer proximalen Humerusfraktur operativ behandelt wurden. Aufgrund der Bildqualität konnten jedoch nur 730 Fälle in die Auswertung eingehen. Die AO-Klassifikation unterteilt die proximalen Humerusfrakturen anhand der Höhe der Fraktur (A-C) und dem Schweregrad (1-3) unter Berücksichtigung der Dislokation. Auch die Prognose und die Schwierigkeit der Behandlung spiegeln sich in dieser Einteilung wieder: Folgt man in Abbildung 13 der vertikalen Achse (A-C), weisen die außerhalb der Gelenkkapsel gelegenen Typ-A-Frakturen nur ein minimales Risiko einer Humeruskopfnekrose auf, was zu einer vergleichsweise guten Prognose führt. Als nächstes gelangt man zu den partiell intrakapsulär lokalisierten Typ-B-Frakturen die im Gegensatz zu den eben genannten Typ-A-Frakturen ein erhöhtes Nekroserisiko aufweisen. Letztlich folgen die komplett intrakapsulären Typ C Frakturen, die mit einem hohen Nekroserisiko und somit der schlechtesten Prognose einhergehen. Bei Betrachtung der horizontalen Achse (1-3) findet sich dieses Prinzip wieder, da eine zunehmende Dislokation der Fragmente die vaskuläre Versorgung zunehmend beeinträchtigt.

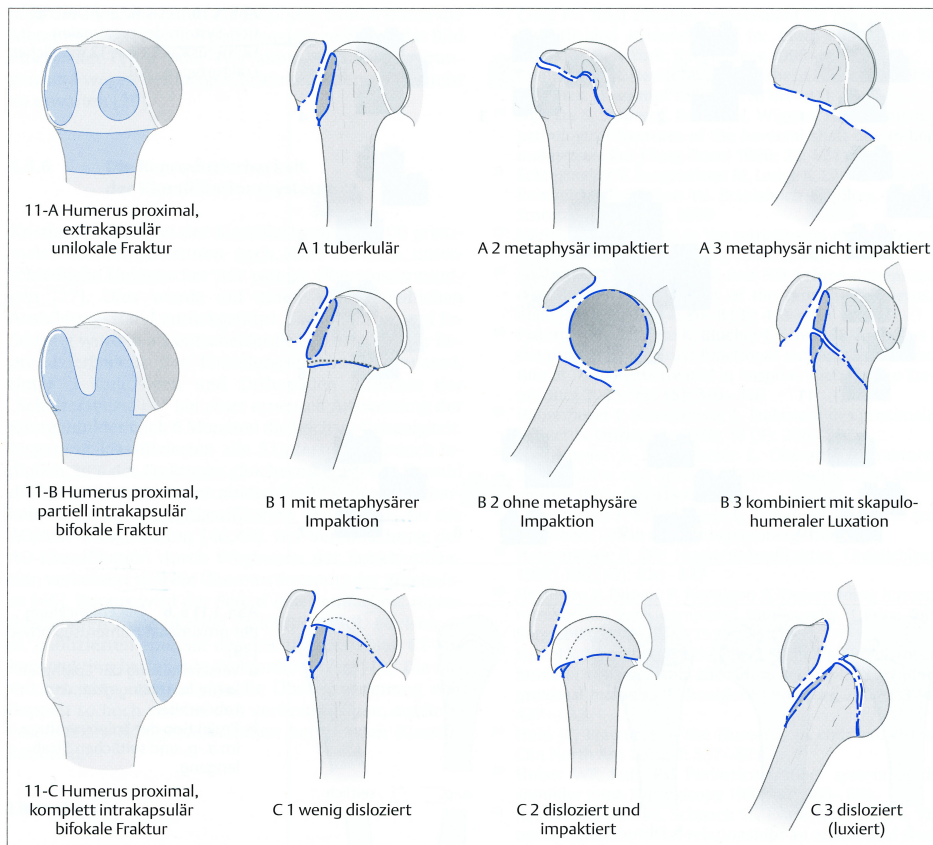


Abbildung 13: Die AO / ASIF-Klassifikation am proximalen Humerus [54]

Codman-Klassifikation

Das Prinzip der 4-Segment Einteilung wurde bereits in Kapitel 1.3.3 ausführlich behandelt.

1.3.6 Frakturdiagnostik [54]

Klinische Untersuchung und Anamnese

Klinisch maßgeblich sind, wie bei allen Frakturen, sichere und unsichere Frakturzeichen:

Sichere Frakturzeichen	Unsichere Frakturzeichen
<ul style="list-style-type: none"> • Abnorme Beweglichkeit • Grotteske Fehlstellung • veränderte Schulterkontur (v.a. bei Luxationsfrakturen) • offene Fraktur • Krepitation (Prüfung obsolet!) • Röntgen-Nachweis 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmerz • Druckschmerz über dem Humeruskopf • diffuse Schwellung • Hämatom in der Axilla / laterale Thoraxwand /medial am Oberarm • Functio laesa (Bewegungseinschränkung durch Schonhaltung)

Tabelle 2: Frakturzeichen proximaler Humeruskopffrakturen

Insbesondere die Luxationsfraktur führt zu charakteristischen Veränderungen der Schulterkontur:

- So fallen bei der vorderen Luxationsfraktur ein anterior prominenter Humeruskopf, ein hervorstehendes Akromion, ein kaum palpabler Processus coracoideus und eine Abflachung im dorsalen Gelenkteil auf. Zudem befindet sich der Arm in leichter Abduktion und Außenrotationsstellung mit Innenrotationsblockade.
- Bei der hinteren Luxationsfraktur kann ein posterior prominenter Humeruskopf und ein hervorstehendes Akromion getastet werden. Der Processus coracoideus ist hingegen noch zu tasten. Der Arm wird in Innenrotationsstellung mit Außenrotationsblockade gehalten.

Je nach Zustand der Weichteile kann ein stark ausgeprägter Muskelmantel oder eine diffuse Schwellung mit Hämatom die Fraktur maskieren. Frakturen im Bereich des Collum chirurgicum können, insbesondere bei Luxationsfrakturen, eine gewisse Beweglichkeit vortäuschen, die jedoch nicht auf das Schultergelenk zurückzuführen ist.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung ist der Weichteilstatus zu dokumentieren und insbesondere nach jeglicher Manipulation regelmäßig der Gefäß- / Nervenstatus zu erheben. Hierbei ist insbesondere auf Zeichen einer Verletzung der A. axillaris (ausgeprägtes Hämatom, kalte / blasse Extremität, schwacher Puls), einer Thrombose der V. axillaris (gestaute Venen am

Einleitung

Handrücken mit sichtbaren Kollateralen, Schwellung der Extremität) oder einer Plexusschädigung (vgl. Kap. 1.2.3) zu achten, da dies teilweise einer sofortigen therapeutischen Intervention bedarf.

Im Rahmen der Anamnese ist auf die Erhebung des genauen Unfallherganges sowie Risikofaktoren für Osteoporose, Wundheilungsstörungen und Blutungskomplikationen zu achten.

Konventionelles Röntgen

Nach Anamneseerhebung und körperlicher Untersuchung ist stets bei jedem begründeten Verdacht auf eine Fraktur eine Röntgenuntersuchung durchzuführen.

Standard ist hier die Aufnahme der Schulter in zwei Ebenen:

- Die true a.p.-Aufnahme: Hier stellt sich dem Untersucher ein überlagerungsfreies Bild des proximalen Humerus mit freiem Blick in den Gelenkspalt sowie auf das Labrum glenoidale und das T. supraglenoidale dar.
- Die Y-View-Aufnahme: Diese Aufnahme ist insbesondere zum Erkennen von hinteren Luxationsfrakturen geeignet, da dorsale Luxationen in der a.p.-Ebene eine vermeintlich ordnungsgemäße Gelenksituation vortäuschen können. Auch liefert sie im Gegensatz zur a.p.-Aufnahme Informationen über den Zustand des Tuberculum minus; verlässliche Aussagen können diesbezüglich jedoch nur durch eine axiale Aufnahme getroffen werden.

Ergänzend zu diesen Untersuchungen kann zur besseren Beurteilung des T. minus noch eine axiale Aufnahme angefertigt werden, die im Sitzen oder Liegen bei 90° Abduktion durchgeführt wird. Diese Lagerung verursacht beim Patienten jedoch häufig Schmerzen, wodurch die Anwendbarkeit der Aufnahmetechnik limitiert ist.

CT

Da die CT der MRT in der Darstellung der Frakturanteile überlegen ist, wird sie vor allem in der präoperativen Planung komplexer Frakturen eingesetzt, wie zum Beispiel bei Humeruskopfmpressionsfrakturen, chronischen Luxationsfrakturen sowie zur Darstellung von knöchernen Begleitverletzungen an Glenoid, Skapula und Processus coracoideus. Hier lassen sich Anzahl, Größe und Form der einzelnen Fragmente genau bestimmen.

MRT

Die Domäne der MRT ist die Darstellung der Schultergelenk stabilisierenden Weichteile. So kann bei degenerativen Erkrankungen oder Muskelrissen eine Modifikation der Operationsplanung notwendig sein. Ein weiteres Einsatzgebiet der MRT ist die Darstellung von Plexusläsionen. Ist die Kontinuität des Plexus brachialis in der MRT sichtbar unterbrochen, ist dies in Hinsicht auf eine zu erwartende Regeneration prognostisch ungünstig. Ist die Plexuskontinuität hingegen erhalten, ist eine Neurapraxie mit langwierigem Verlauf, jedoch guter Prognose zu erwarten. Der Stellenwert der MRT zur Diagnostik der Humeruskopfnekrose ist umstritten: So ist laut H. Lill „...die wichtige Frage nach der Humeruskopfdurchblutung zur Abschätzung des Risikos einer Humeruskopfnekrose [...] in der Akutsituation [...] noch nicht zuverlässig geklärt [...]“ [54]. Die Autoren Hepp und Debrunner sehen hingegen insbesondere in der Gadolinium gestützten Arthro-MRT Potential zur Beurteilung der Ausdehnung einer Humeruskopfnekrose [35].

Sonographie

Wie schon erwähnt ist die MRT die Methode der Wahl zur Beurteilung der Weichteile. Sollte diese jedoch kontraindiziert (z.B. bei Herzschrittmacher oder Cochleaimplantat) oder nicht verfügbar sein, kann der Untersucher Aussagen zu Pathologien der Weichteile und der groben Gestalt der Fraktur machen. Mit Hilfe der Duplexsonographie ist es zudem gegebenenfalls möglich, Verletzungen im Verlauf der A. axillaris darzustellen.

Skelettszintigraphie

Wird im konventionellen Röntgen, CT oder MRT ein Knochentumor als Ursache der Fraktur diagnostiziert, findet die Szintigraphie im Staging Anwendung. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Darstellung der Stoffwechselsituation bei verzögerter oder ausbleibender Heilung. So kann ein gesteigerter Stoffwechsel Zeichen einer Heilung aber auch einer Entzündung sein. Eine reduzierte Stoffwechselsituation weist auf eine verzögerte Heilung hin.

Osteoporosediagnostik [3, 71]

Da die Osteoporose eine entscheidende Rolle in der Ätiologie proximaler Humerusfrakturen spielt, sollte sie in der Therapie berücksichtigt werden, um weiteren Frakturen vorzubeugen. Nach Anamnese und klinischer Untersuchung ist die Osteodensitometrie Methode der Wahl. Bei diesem Niedrigdosisröntgenverfahren, das auf der Zweispektren-Röntgenabsorptiometrie (DXA / DEXA) beruht, wird die Knochendichte an der LWS, am Gesamtfemur und am Femurhals gemessen, wobei jeweils der niedrigste Wert ausschlaggebend ist. Im Vergleich mit den Knochendichtewerten von gesunden 20 bis 40jährigen Personen wird der sogenannte T-Score ermittelt. Liegt dieser mehr als 1 SD unter der Peak Bone Mass spricht man von Osteopenie, liegt sein Wert 2,5 SD oder mehr darunter, von Osteoporose.

Ergänzend kann eine Röntgenaufnahme der BWS und LWS in zwei Ebenen Wirbelkörperfrakturen erfassen, die bei entsprechender Konfiguration (Keilwirbel-, Fischwirbel- und Flachwirbel) als osteoporotisches Symptom gewertet werden können. Labortechnische Methoden sind beim Nachweis einer Fraktur oder einem T-Wert <2,0 indiziert. Die hierfür empfehlenswerten Marker zeigt Tabelle 3.

Calcium	Kreatinin-Clearance
Phosphat	Alkalische Phosphatase
Blutbild	γ -GT
BSG / CRP	TSH
Eiweiß-Elektrophorese	25-OH-Vitamin D3 (Einzelfallentscheidung)
Testosteron bei Männern fakultativ	Knochenumbau-Marker (Einzelfallentscheidung)

Tabelle 3: Laborchemisch relevante Marker bei Verdacht auf Osteoporose [3]

1.3.7 Therapie der proximalen Humerusfraktur

Zur Therapie der unterschiedlichen Grade proximaler Humerusfrakturen steht eine große Anzahl von Verfahren zur Verfügung: So reicht das Spektrum von der konservativen Therapie über Minimalosteosynthesen, winkelstabilen Plattenosteosynthesen, Nagelosteosynthesen bis zur Endoprothese. Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Patienten wurden ausschließlich mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen versorgt.

Erste Maßnahmen

Als Maßnahmen der Ersthilfe stehen die Ruhigstellung im Gilchrist oder Desault-Verband im Vordergrund. Dies dient der Schmerzlinderung und verhindert eine sekundäre Schädigung von Blutgefäßen, Leitungsbahnen und Weichteilgewebe durch Knochenfragmente. Auf eine suffiziente Schmerztherapie und Kreislaufstabilisierung ist zu achten und der Transport ins nächste Krankenhaus zur weiteren Diagnostik einzuleiten.

Konservative Therapie vs. Operative Therapie

Bei 60 - 80% der proximalen Humerusfrakturen kommt es zu keiner oder einer nur geringen Dislokation [54, 63], sodass die meisten dieser Frakturen konservativ behandelt werden können. Aufgrund der guten Ergebnisse winkelstabiler Plattenosteosynthesen [82] wird die OP-Indikation bei dislozierten Frakturen jedoch zunehmend großzügig gestellt und kontrovers diskutiert.

Die Hauptvorteile der konservativen Therapie sind das Vermeiden des Narkose- und Operationsrisikos sowie das geringe Infektionsrisiko und Ausbleiben von Narbenkomplikationen. Der wichtigste Nachteil ist die Notwendigkeit einer längeren Ruhigstellung mit folglich verzögerter Rückkehr in den Alltag. Dies führt gerade beim älteren Patienten zu einer erhöhten Thrombose- und Emboliegefahr sowie zu Inaktivitätsatrophie am gesamten Bewegungsapparat, die oft nur schwer wieder ausgeglichen werden kann.

Die Hauptvorteile der operativen Therapie sind die Wiederherstellung anatomischer Verhältnisse mit Prävention eines sekundären Abgleitens der Fragmente und der

Einleitung

Möglichkeit, Begleitverletzungen gezielt erkennen und behandeln zu können. Der Patient kann zudem rasch mobilisiert werden.

Nachteile sind das Operations-, Narkose- und Infektionsrisiko sowie die narbige Heilung des Zugangsweges, die neben der kosmetischen Beeinträchtigung langfristig zu Juckreiz, Spannungsgefühl und Keloid führen kann. Letztlich schließt sich in vielen Fällen noch nach 6 bis 12 Monaten eine Zweitoperation zur Metallentfernung an.

Sowohl bei konservativer wie operativer Therapie ist die funktionelle Nachbehandlung von entscheidender Bedeutung für die langfristig zu erzielende Schulterbeweglichkeit.

Winkelstabile Plattenosteosynthesen

Für die operative Therapie proximaler Humeruskopffrakturen steht eine Vielzahl an Platten zur Verfügung. Bis vor einigen Jahren erfolgte die Frakturstabilisierung bei proximalen Humerusfrakturen nur mit Implantaten ohne winkelstabile Schrauben-Platten-Verbindung (z.B. L- oder T-buttruss plate) [42].



Abbildung 14: Die T-buttruss plate [17]

Diese Platten basieren auf dem Prinzip der DC-Platte (Dynamic Compression Plate), bei der jeweils proximal und distal der Fraktur eine Bohrung durch ein Loch der aufgelegten Platte durchgeführt wird. Werden nun die Schrauben eingedreht, bewegt sich der Schraubenkopf entlang der Führungsrille im Plattenloch und die Knochenfragmente bewegen sich durch die Führung der Schrauben aufeinander zu. Da die DC-Platte jedoch dem Periost fest aufsitzt (Abb. 15 a), führt der hierdurch ausgeübte Druck auf die feinen Blutgefäße zu einer Beeinträchtigung der Durchblutung des Periostes und erschwert dadurch die Frakturheilung. Um dieses Problem zu lösen, wurde ein System (Locking Head Screw) entwickelt, bei dem die

Einleitung

Schrauben durch ein Gewinde im Schraubenkopf im Sinne eines Fixateur interne durch die feste Verankerung eine Kraftübertragung vom Knochen auf die Platte ermöglichen ohne das Periost zu komprimieren (Abb. 15 b).

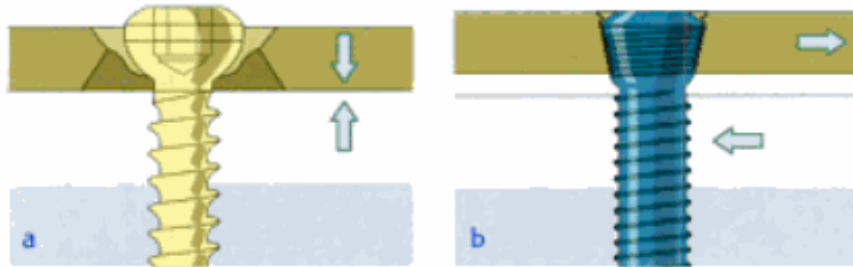


Abbildung 15: Das Prinzip der Locking Head Screw [74]

Das Endprodukt dieser Innovation ist die LC-Platte (*Locking Compression Plate*), welche als Weiterentwicklung der DC-Platte für ihr jeweiliges Einsatzgebiet der Anatomie angepasst wurde und die Vorteile einer DC-Platte mit denen der internen Fixation kombiniert, denn die hier verwendeten Kombilöcher können sowohl mit konventionellen Schrauben wie auch mit winkelstabilen Schrauben besetzt werden. Somit wird eine dynamische Kompression der Fragmente erreicht, ohne die Durchblutung durch Periostkompression zu beeinträchtigen [75]. Darüber hinaus ermöglicht die Stabilisierung der Fragmente auch das Einbringen monokortikal besetzter Schrauben, was sich speziell bei Fixierung des Humeruskopfes als notwendig erweist [75].

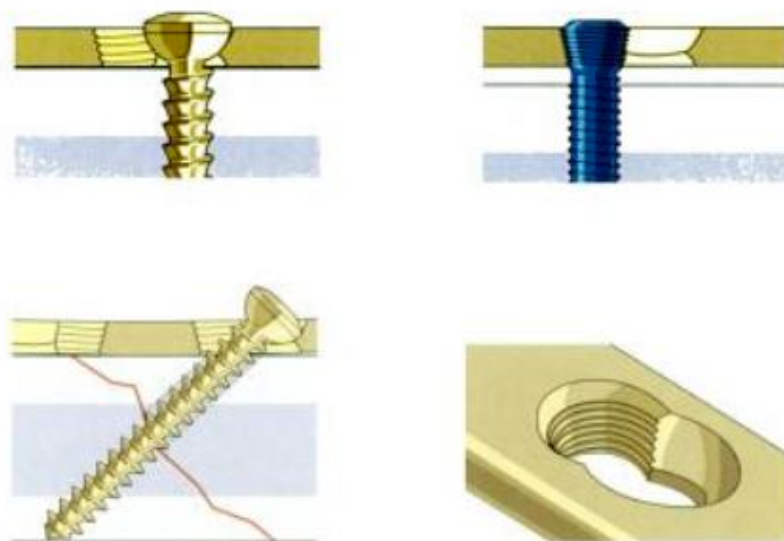


Abbildung 16: Das Prinzip der Locking Compression Plate (LC-Platte) [74]

Die PHILOS-Plattenosteosynthese [74, 75]

Die PHILOS-Platte (Proximal Humerus Internal Locking System) ist eine LC-Platte, die den anatomischen Gegebenheiten von Humeruskopf und -schaft angepasst wurde und heute die Plattenosteosynthese der Wahl bei proximalen Humeruskopffrakturen ist. Die 2,8 mm dicke Platte verfügt über neun Schraubenlöcher im Kopfteil, die ausschließlich mit winkelstabilen Schrauben besetzt werden können und dadurch eine hochstabile Fragmentfixation erreichen. Zudem sind die Schrauben im Kopfbereich wie ein Regenschirm aufgespannt und ermöglichen so eine hohe Stabilität auch im osteoporotischen Knochen [77].

Für den Schaftbereich existieren Platten unterschiedlicher Länge für drei, fünf, sechs, acht, zehn oder zwölf Schrauben [54]. Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Patienten erhielten entweder 3- oder 5-Loch-Platten. Bei den Löchern im Schaftbereich handelt es sich um die oben vorgestellten Kombilöcher für konventionelle oder winkelstabile Schrauben.

Zusätzlich verfügt die Platte im Löffelbereich (Kopfteil) über zehn kleinere Löcher zur Fixation der Rotatorenmanschette mittels Draht oder Faden.

Der Hersteller *Synthes* hält ein röntgendurchlässiges Zielbügelssystem bereit, das zum submuskulären Einbringen der Platte über einen Delta-Split Zugang geeignet ist. Ein Hülsensystem ermöglicht den perkutanen Zugang zu den Schraubenlöchern in der Platte. Die Außenhülsen rasten in den Zielbügel ein und können mit unterschiedlichen Bohrbüchsen für Verriegelungs- oder Kortikalisschrauben sowie Führungsbüchsen für Kirschnerdraht bestückt werden. Zum Schutz des N. axillaris blockiert der Zielbügelauflaufsatz den Zugang zu den betreffenden Schraubenlöchern der PHILOS-Platte [83].

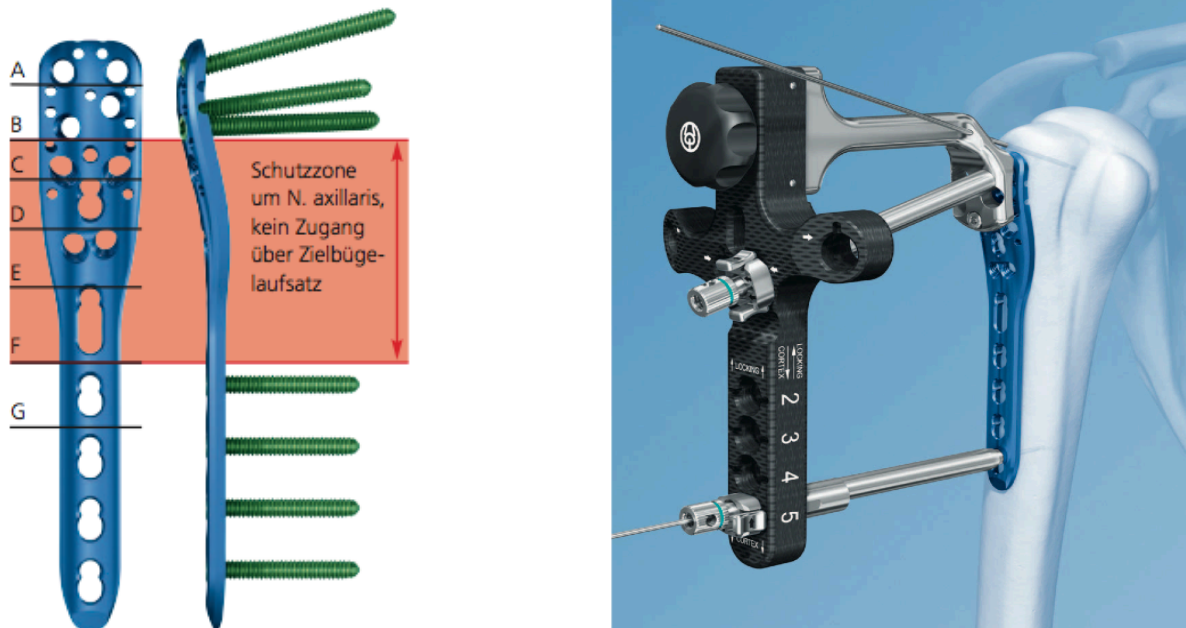


Abbildung 17: Die PHILOS-5-Loch Platte mit Zielbügel [83]

Die PHILOS-Platte eignet sich weitgehend zur Therapie aller Frakturen sowie von Pseudarthrosen. An die Grenzen der Rekonstruktionsmöglichkeiten stößt die Platte bei komplexen Head-Split-Frakturen, bei denen letztlich nur noch die Versorgung mittels einer Endoprothese zur Verfügung steht [54].

Kontraindiziert ist die Anwendung der PHILOS-Platte bei akuter Infektion sowie bei kindlichen Frakturen mit noch offenen Wachstumsfugen [54].

Operationsverfahren und Zugangswege

Im Folgenden sollen die beiden Zugangswege beispielhaft geschildert werden. Je nach Frakturmuster, Konstitution des Patienten und Vorlieben des Operateurs können sich jedoch Abweichungen ergeben.

Vorbereitung

In Intubationsnarkose und Beach-Chair-Lagerung wird das Operationsgebiet steril gewaschen und abgedeckt. Nun ist ein geschlossener Repositionsversuch möglich, wobei zur Sicherung des dadurch erreichten Ergebnisses Kirschnerdrähte perkutan eingebracht werden können.

Der anterolaterale Delta-Split

Dieser Zugang wurde zunächst primär im Bereich der Rotatorenmanschettenrekonstruktion [38] und zum Einbringen von Marknägeln [73] eingesetzt und erstmals durch die Arbeitsgruppe um H. Lill und C. Josten in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Universität Leipzig alternativ zum deltoideopectoralem Zugang angewendet [53].

Der Eingriff beginnt mit einem maximal 6 cm langen Hautschnitt parallel zur vorderen Akromionkante dem Faserverlauf des Deltamuskels folgend. Diese Landmarke ist auch im Zuge der weiteren Präparation nicht zu überschreiten, da sonst die Gefahr einer Verletzung des N. axillaris besteht. Die schonend durchzuführende Präparation erfolgt streng auf dem lateralen Schaft des Humerus, beginnend mit der schichtgerechten Präparation bis auf den M. deltoideus, der im Faserverlauf lateral des Akromion gespalten wird. Anschließend Darstellung der Bursa subdeltoidea und partielle Resektion. Hierauf Reposition der Fraktur durch Zug und Rotation am Unterarm unter Bildwandlerkontrolle in zwei Ebenen und temporäre Sicherung des Repositionsergebnisses mittels Kirschnerdrähten. Falls erforderlich nun Anschlingen von M. subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor mit Fibre-wire-Faden oder PDS-Kordel. Jetzt Einführen der vorbereiteten PHILOS-Platte auf dem Humerusschaft nach distal unter Schonung des N. axillaris, der mit dem Finger palpirt wird um zu gewährleisten, dass der Nerv sicher nicht unter der Platte zum Liegen kommt. Hierbei wird die Verwendung einer 5-Loch Platte gefordert, um die Fixierung der Platte im Bereich des Schaftes distal des N. axillaris zu ermöglichen. Unter Bildwandlerkontrolle wird nun die korrekte Eintrittshöhe für die distale Verriegelung aufgesucht. Ebenda wird ein ca. 4 cm langer Hautschnitt am lateralen Oberarm gesetzt mit Präparation und Auseinanderdrängen der Muskulatur zur Darstellung des distalen Plattenendes des Humerus. Jetzt distales Fassen des Humerus durch eine Bohrbuchse mit Kirschnerdraht, Lageoptimierung, Vorbohren und Einbringen einer nicht winkelstabilen, bikortical greifenden Schraube. Anschließend Röntgenkontrolle in zwei Ebenen. Bei zufriedenstellendem Repositionsergebnis werden weitere winkelstabile Schrauben über die Platte proximal im Humeruskopf verankert. Im nächsten Schritt Entfernen des distalen Kirschnerdrahtes, vorbohren und besetzen der Plattenlöcher im Schaftbereich mit weiteren nicht winkelstabilen oder mit winkelstabilen Schrauben. Die Platte ist nun fixiert. Hierauf Entfernung sämtlicher Drähte und Verknotung eventuell gelegter

Fäden an der Platte. Ausgiebige Spülung und Blutstillung im Bereich beider Wunden und Einlage einer Redon-Drainage. Letztlich Adaption der Deltafasern mit der bevorzugten Nahttechnik, Subkutannaht und Hautnaht in Donati-Rückstichtechnik, Anlage von sterilen Verbänden und Lagerung der Extremität in einer Medi-Arm-Sling.

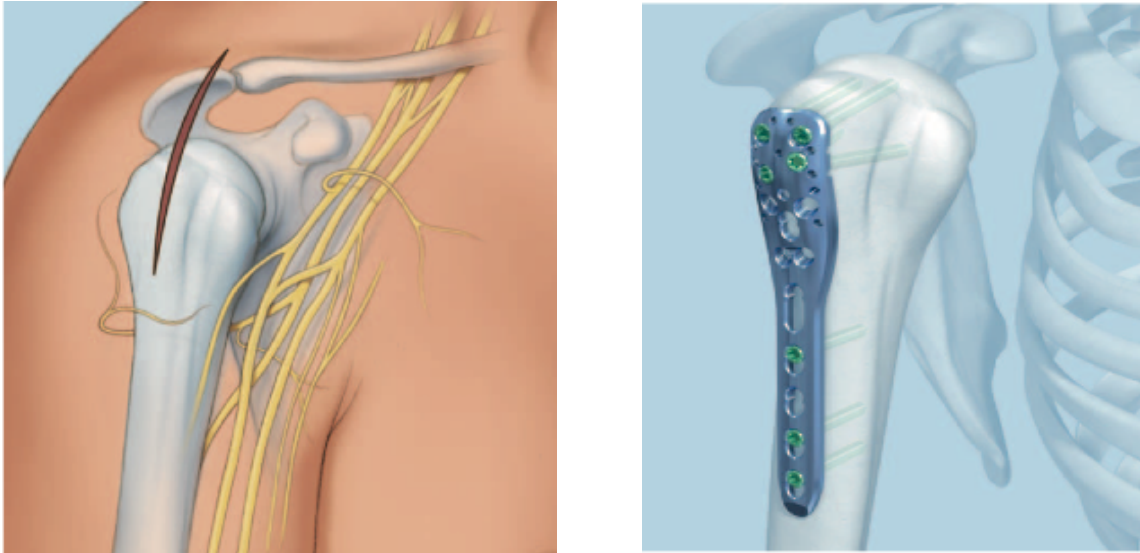


Abbildung 18: Zielgebiet des Delta-Split Zugangs [83]

Der deltoideopectorale Zugang

Der deltoideopectorale Zugang ist seit jeher der Standardzugang für die osteosynthetische und prothetische Versorgung am proximalen Humerus [54].

Der Eingriff beginnt mit einem Hautschnitt auf Höhe des Processus coracoideus und dem Verlauf der langen Bizepssehne folgend mit vorsichtiger Darstellung der Vena cephalica zwischen M. deltoideus und M. pectoralis major. Im nächsten Schritt folgt das stumpfe Durchtrennen des Deltamuskels und des M. pectoralis major mit Lateralisation des Deltamuskels und der Vene, um Zugang zur Mohrenheimschen Grube zu erhalten. Nun Präparation in Längsrichtung bis auf den Humerusschaft unter Durchtrennung der clavipektoralen Faszie medial der langen Bizepssehne parallel zum Faserverlauf von M. coracobrachialis und Caput breve des M. biceps brachii. Hierdurch eröffnet sich der Blick auf das Frakturgebiet sowie auf den M. subscapularis, an dessen Unterrand die Arteria und Vena circumflexa humeri anterior sowie der zu palpierende N. axillaris verlaufen. Jetzt ggf. Anschlingen des Tuberkula mit Fibre-wire-Faden oder PDS-Kordel. Es folgt die Reposition der Fraktur durch Zug und Rotation am Unterarm mit anschließender Röntgenkontrolle und ggf.

Einleitung

präliminärer Fixation mit Kirschnerdrähten. Die PHILOS-Platte kann nun eingebracht und über das proximale Loch des Plattenschaftes fixiert werden. Im Anschluss schrittweises besetzen der weiteren Schraubenlöcher mit winkelstabilen oder nicht winkelstabilen Schrauben. Letztlich werden noch eventuell zuvor gelegte Fäden an der PHILOS-Platte verknotet. Abschließend Wundspülung und Wundverschluss wie beim Delta-Split-Zugang (s.o.).

Postoperatives Procedere

Hochlagern des Armes und Kühlen. Tragen der Medi-Arm-Sling für sechs Wochen. Beübung ab dem ersten postoperativem Tag aus dem Medi-Arm-Sling heraus mit Abduktion passiv bis 90°, Flexion passiv bis 90°, Rotation im schmerzfreien Bereich frei. Ab der vierten Woche kann der Arm innerhalb des genannten Bewegungsumfanges auch aktiv beübt werden. Nach sechs Wochen erfolgt die klinische und radiologische Kontrolle mit ggf. kompletter Freigabe der Bewegung. Das Nahtmaterial kann nach 14 Tagen entfernt werden.

Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die vorliegende monozentrische Studie wurde in Hinsicht auf die stattgehabte Frakturversorgung retrospektiv begonnen und prospektiv im Rahmen einer Follow-up-Untersuchung weitergeführt.

2.2 Ausschlusskriterien

Aufgrund folgender Kriterien wurden Patienten aus der Studie ausgeschlossen:

- Versorgung mit einem anderen Osteosyntheseverfahren (als die PHILOS-Plattenosteosynthese)
- Vorangegangene osteosynthetische Versorgung
- Fortgeschrittene Arthrose des Schultergelenkes
- Vorliegen einer pathologischen Fraktur oder Pseudarthrose
- Bestehende Erkrankung des rheumatischen Formenkreises
- Bestehende Läsionen / Verletzungen der Gefäße
- Bestehende Nerven- oder Plexusschäden
- Entzündliche Grunderkrankungen wie Sepsis, Meningitis, HIV etc.
- Neurologisch-psychiatrische Grunderkrankungen wie Demenz, Z.n. Apoplex, Myopathie etc.
- Fehlen eines OP-Berichtes
- Ablehnung einer aktuellen Röntgenuntersuchung

2.3 Auswahl des Patientengutes

Patienten mit einer proximalen Humeruskopffraktur wurden durch die EDV-Abteilung des Klinikums rechts der Isar über die ICD-10 Diagnoseschlüssel (S42.20 bis S42.24 sowie S42.29) aus dem Datenbestand extrahiert. Im nächsten Schritt wurden anhand der OP-Berichte die mittels PHILOS-Plattenosteosynthese versorgten Fälle von solchen getrennt, die durch andere Osteosyntheseverfahren, wie z.B. dem Targon-

Nagel, versorgt wurden. Mit den hierdurch gewonnenen Datensätzen wurden die Patienten telefonisch oder postalisch kontaktiert. Beim telefonischen Erstkontakt wurden Ausschlusskriterien so weit wie möglich in Erfahrung gebracht. Schließlich wurde mit den geeigneten Patienten ein Termin auf der chirurgischen Notaufnahme im Klinikum rechts der Isar München zur Follow-up Untersuchung vereinbart. Ein Patientenconsensusschreiben wurde bereits präoperativ durch den behandelnden Arzt angelegt.

2.4 Statistische Methoden

Bei der Analyse der erhobenen Daten wurden die Computerprogramme SPSS 17 und SPSS 21 der Firma IBM, Excel 2010 der Firma Microsoft sowie das Online Angebot QuickCalcs der Firma GraphPad Software verwendet. Für alle Signifikanztests wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit α von 5% ausgewählt.

2.4.1 Gruppenvergleiche mit stetigen Variablen

Wenn man von einer Normalverteilungsannahme (= über 30 Patienten pro Gruppe) ausgehen konnte, wurde für die Gruppenvergleiche bei stetigen Variablen (also Variablen die jeden beliebigen Wert innerhalb eines Intervalls reeller Zahlen annehmen können z.B. Größe, Gewicht) der „Student's t-test“ benutzt mit der Nullhypothese: „Die verglichenen Gruppen sind im Mittelwert gleich“. Ist der p-Wert also unterhalb der festgelegten Marke von 5%, kann man diese Nullhypothese ablehnen. Die Alternativhypothese (beide Gruppen unterscheiden sich im Mittelwert) ist somit anzunehmen.

Wenn man eine Normalverteilung nicht annehmen konnte (= weniger als 30 Patienten pro Gruppe) wurde das nonparametrische Äquivalent des Student's t-test, der „Mann-Whitney-U-Test“ angewendet, bei dem mittels Rangbildung die gleiche Nullhypothese wie beim Student's t-test geprüft wird.

2.4.2 Gruppenvergleiche mit dichotomen Variablen

Für Gruppenvergleiche bei dichotomen Variablen (also Variablen bei denen nur zwei Ausprägungen möglich sind, z.B. Geschlecht) wurde der „Exakte Test nach Fisher“

eingesetzt, der die beiden Gruppen auf Unabhängigkeit testet, mit der Nullhypothese: „Die beiden Gruppen sind statistisch unabhängig“. Dadurch lautet die Alternativhypothese, die bei signifikantem Ergebnis angenommen wird, dass beide Variablen statistisch voneinander abhängig sind. Der „Exakte Test nach Fisher“ ähnelt dem „Chi²-Vierfeldertest“, liefert aber robustere Ergebnisse, wenn bei jedem der Felder weniger als 5 Beobachtungen zu erwarten sind.

2.4.3 Vergleiche innerhalb einer Variablen

Bei Vergleichen innerhalb einer Variablen wurde der „Binomialtest“ angewandt. Dieser testet eine Variable (z.B. Osteoporose) auf Verteilungsgleichheit zwischen zwei Gruppen und belegt, ob Unterschiede zufällig oder statistisch beweisbar sind. Die Nullhypothese dieses Tests lautet: „Das Auftreten einer Ausprägung hat die Wahrscheinlichkeit 0,5“ und ist somit zufällig bedingt. Das Ablehnen der Nullhypothese bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Ausprägungen von 0,5 verschieden und somit statistisch beweisbar ist. Dies kann man mit einer gewichteten Münze vergleichen, die durch die Verteilungsungleichheit ihrer Materie immer auf eine bestimmte Seite fällt.

2.5 Datenerhebung

2.5.1 Untersuchung und Anamnese

Zu Beginn der Untersuchung wurde eine allgemeine Anamnese durchgeführt. Daraufhin folgte die klinische Untersuchung mit der zur Erhebung des Constant-Scores notwendigen Bewegungsprüfung. Ergänzt wurde diese durch spezielle orthopädische Untersuchungstechniken (Painful arc, Neer-Test, Jobe-Test, Lift-off-Test, Hornblowers sign, Drop-arm sign) sowie eine neurologische Untersuchung (Beurteilung von Trophik, Tonus, Kraft und Sensibilität stets im Seitenvergleich) zum Ausschluss einer Axillarisschädigung. Anschließend wurden die zur Berechnung der verwendeten Scores erforderlichen Angaben teils durch Befragung durch den Untersucher (Constant-Score, ASES), teils durch selbstständiges Ausfüllen der Fragebögen (Simple-Shoulder-Score, QuickDASH) erhoben. Zum Abschluss der

Untersuchung wurde von jedem Studienteilnehmer eine Röntgenaufnahme der Schulter im anterior-posterioren Strahlengang sowie in Y-View angefertigt.

2.5.2 Der Constant-Score

Der Constant-Score (vgl. Anhang) ist ein 100 Punkte-System zur Bewertung der Schulterfunktion und auch das am häufigsten verwendete System [44]. Er wurde im Jahr 1987 von C.R. Constant und A.H. Murley mit dem Anspruch publiziert, untersucherunabhängig und auf einfache Art und Weise in kurzer Zeit an einem großen Kollektiv anwendbar zu sein und hierbei auch kleine Veränderungen der Schulterfunktion aufzuzeigen [14].

Dennoch sind die Ergebnisse des Constant-Score kritisch zu betrachten [13]. So wies er in einer Studie an 25 Patienten nur eine geringe Reliabilität mit einem 95% confidence limit von 15-20 Punkten pro Patient und Untersuchung auf [13]. Es zeigte sich, dass die Aussagekraft bei unterschiedlichen Grunderkrankungen variiert. So wird zum Beispiel eine Instabilität des Schultergelenkes verhältnismäßig schlecht erfasst, was dazu führt, dass Patienten dieser Gruppe einen falsch hohen Wert erhalten [13]. Auch werden einige wichtige Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Führungshand und Trainingszustand nicht berücksichtigt.

Der Constant-Score setzt sich aus vier Modulen mit unterschiedlicher Gewichtung zusammen, die insgesamt bis zu 100 Punkte ausmachen. Zwei dieser Module (Schmerz und Alltagsaktivitäten) sind subjektiver Natur und werden vom Patienten erfragt. Die verbleibenden zwei Module (Beweglichkeit und Kraft) werden im Rahmen der klinischen Untersuchung objektiv auch unter Einsatz von Messtechnik (Winkelmessgerät, Isoforce-Controll Analysegerät) erhoben.

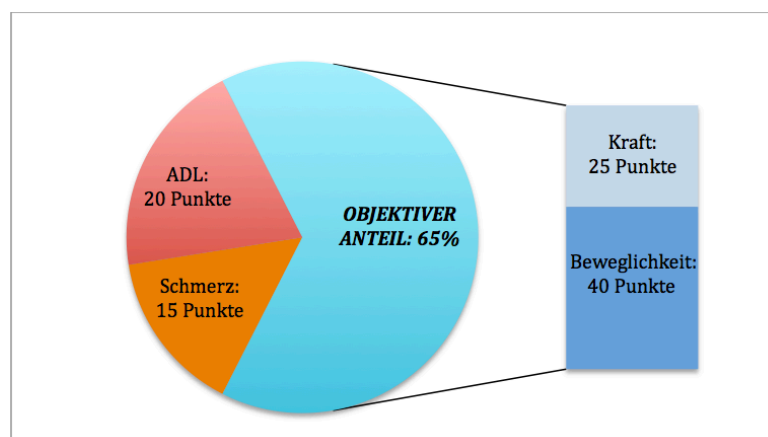


Abbildung 19: Komponenten des Constant-Scores

Durchführung der Untersuchung

Für die Untersuchung wurde ein Vordruck verwendet (siehe Anhang), der bei Bedarf handschriftlich erweitert wurde, da das ADL-Modul keine Felder zur Erfassung beider Extremitäten sowie des Schweregrades einer Beeinträchtigung von Arbeitsfähigkeit und Freizeitaktivität vorsieht.

Der Score wird anhand des folgenden Punkteschemas errechnet:

- *Schmerz-Modul*: Um die Präzision des Tests zu schärfen wurde hier nicht das von manchen Autoren bevorzugte 4-Stufen System (keine, leicht, mäßig, stark) verwendet, sondern es wurde ein Wert auf Basis der VSA (Visuelle Schmerz Analog Skala) errechnet (Tab. 4). Diese Modifikationsmöglichkeit entspricht den Vorgaben der Originalpublikation von Constant [14].

VSA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkte	15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5	0

Tabelle 4: Das Schmerz-Modul

- *ADL (Activities of daily living)-Modul*: Eventuelle Beeinträchtigungen im Alltag der Patienten wurden im Gespräch anhand der in Tabelle 5 genannten Kriterien eruiert:

	Punkte					
Arbeitsfähigkeit	4 (ungestört)	3 (leicht eingeschränkt)		2 (stark eingeschränkt)		0 (nicht arbeitsfähig)
Freizeitaktivität	4 (ungestört)	3 (leicht eingeschränkt)		2 (stark eingeschränkt)		0 (nicht arbeitsfähig)
Schlaf	--	2 (ungestört)		1 (unterbrochen)		0 (kein Schlaf)
Tätigkeiten	10 (über Scheitel)	8 (bis Scheitel)	6 (bis Hals)	4 (bis Brust)	2 (bis Gürtellinie)	0 (unter Gürtellinie)

Tabelle 5: Das ADS-Modul [54]

- *Bewegungs-Modul*: Der Patient wurde hierfür gebeten, die in Tabelle 6 und 7 aufgeführten Bewegungsformen auszuführen. Beim Erreichen der maximalen schmerzfreen Amplitude der Bewegung wurde unter Zuhilfenahme eines Winkelmessgerätes der Punktwert bestimmt.

Anteversion	Abduktion
0° - 30° (0P.)	0° - 30° (0P.)
31° - 60° (2P.)	31° - 60° (2P.)
61° - 90° (4P.)	61° - 90° (4P.)
91° - 120° (6P.)	91° - 120° (6P.)
121° - 150° (8P.)	121° - 150° (8P.)
151° - 180° (10P.)	151° - 180° (10P.)

Tabelle 6: Das Bewegungs-Modul: Anteversion / Abduktion

Innenrotation (Punkte steigen kumulativ)		Außenrotation (Punkte werden addiert)	
<i>Handrücken</i>		<i>Hand am Hinterkopf</i>	
auf Außenseite des Oberschenkels	0 P.	+ Ellenbogen nach vorne	2 P.
bis auf das Gesäß	2 P.	+ Ellenbogen nach hinten	2 P.
bis zum oberen Gesäßansatz	4 P.	<i>Hand am Scheitel</i>	
bis zur Gürtellinie am Rücken	6 P.	+ Ellenbogen nach vorne	2 P.
bis auf 12. Rückenwirbel	8 P.	+ Ellenbogen nach hinten	2 P.
bis zwischen die Schulterblätter	10 P.	+ volle Elevation vom Scheitel aus	2 P.

Tabelle 7: Das Bewegungs-Modul: Innen- / Außenrotation

- *Kraft-Modul:* Da in der Arbeit von Constant der Versuchsaufbau nicht genau definiert wird und sogar zwei unterschiedliche Messgeräte vorgeschlagen werden, unterliegt die Erhebung einer großen Variationsbreite. In der vorliegenden Studie wurde die vom Autor H. Lill favorisierte Methode angewendet [54]:

Hierbei wurde über einen Zeitraum von fünf Sekunden am stehenden Patienten bei 90° abduziertem Arm in der Skapulaebene, gestrecktem Ellenbogen und proniertem Unterarm die durchschnittliche Muskelkraft gemessen. Der beste Wert von drei aufeinander folgenden Versuchen ging in die Studie ein. Konnte diese Position aufgrund von Schmerzen oder Deformitäten nicht erreicht werden, wurde die Kraftmessung mit Null bewertet. Als Analysegerät wurde das „IsoForceControl“ der Firma MDS AG verwendet.



Abbildung 20: Das IsoForceControl Analysegerät [58]

Der normierte Constant-Score

Die Abhängigkeit der Schulterfunktion und somit auch des Constant-Scores von demographischen Einflüssen ist naheliegend und wurde in Studien von Yian (n=1735) [87] und Katolik (n=441) [41] untersucht. Ziel war es hierbei die Normalfunktion der Schulter an einem großen Kollektiv zu bestimmen und hinsichtlich von Alter und Geschlecht zu differenzieren. Der Einfluss dieser beiden Größen auf die Schulterfunktion erwies sich in beiden Studien als signifikant. Das bedeutet, dass in der Normalbevölkerung das Outcome im Constant-Score mit zunehmendem Alter sinkt, obwohl die Ergebnisse der Norm ihrer Altersgruppe entsprechen.

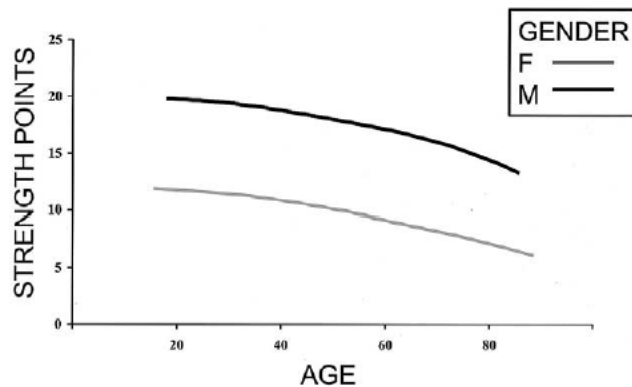


Figure 1 Group 1 abduction strength (points) versus age (years).

Abbildung 21: Abhängigkeit der Abduktion von Alter und Geschlecht [87]

Katolik entwickelte anhand seiner Untersuchungsergebnisse eine Methode zur Elimination alters- und geschlechtsspezifischer Einflüsse [41]:

Ein normalisierter Constant-Score kann somit anhand der folgenden Formel errechnet werden: „*Normalisierter Constant-Score = (Raw score / Normal score) x 100*“. Der hierfür benötigte „Normal Score“ ist in Tabelle 8 nachzulesen.

Age (y)	Men		Women	
	Current study	Constant ⁷	Current study	Constant ⁷
18-29	95	98	88	97
30-39	95	93	87	90
40-49	96	92	86	80
50-59	94	90	84	73
60-69	92	83	83	70
≥70	88	75	81	69

Tabelle 8: Normal Score nach Katolik [41]

Letztlich müssen jedoch, wie Yian abschließend feststellt [87], weitere populationsspezifische Normen erhoben werden. Der normierte Constant-Score ist, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Vergleichbarkeit, ergänzend zum klassischen Constant-Score zu verwenden.

2.5.3 Der ASES-Score [43]

Die „Society of the American Shoulder and Elbow Surgeon rating scale“ (vgl. Anhang) wurde 1995 von einer Arbeitsgemeinschaft der Gesellschaft „American Shoulder and Elbow Surgeons“ (ASES) entwickelt. Sie verschafft bei einfacher Anwendung im klinischen Alltag unabhängig von der Hauptdiagnose einen basalen Überblick über die Schulterfunktion.

Der Test besteht aus einem subjektiven Teil und einem objektiven, der vom Arzt erhoben wird. Der subjektive Teil besteht aus drei Modulen (Schmerz, Instabilität, Activities of daily living), der objektive aus vier Modulen (Schulterbeweglichkeit, klinische Zeichen, Kraft, Instabilität). Der Punktwert wird jedoch nur aus den subjektiven Parametern Schmerz (Punktwert auf Basis der Schmerz-Analog-Skala) und ADL (Punktwert auf Basis von 10 Fragen) anhand einer Formel gebildet:

$$\text{ASES-Wert} = (10 - \text{Schmerz}) \times 5 + (\text{ADL} \times 5/3)$$

2.5.4 Der Simple-Shoulder-Score [67]

Der Simple-Shoulder-Score (vgl. Anhang) wurde von der Abteilung für Orthopädie und Sportmedizin der Universität von Washington zur Dokumentation der Schulterfunktion entwickelt. Dieser Test besteht aus 12 Fragen zu Alltagsaktivitäten, die mit *ja* oder *nein* zu beantworten sind. Da der Test vom Patienten selbstständig ausgefüllt werden kann, besteht keine inter- oder intraobserver-Variabilität. Aufgrund des einfachen Aufbaus ist der Test schnell und einfach durchzuführen und erreicht einen hohen Grad an Reproduzierbarkeit.

2.5.5 Der Quick-DASH-Score [39]

Der Quick-DASH (vgl. Anhang) ist eine gekürzte Variante des DASH-Scores (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) zur Bewertung von Funktion und Symptomen der oberen Extremität. Hierbei wurden die ursprünglich im DASH vorhandenen dreißig Fragen auf elf Fragen reduziert, für die es ebenso wie im DASH fünf Antwortmöglichkeiten gibt. Trotzdem ist der QuickDASH konsistent (Cronbach's alpha = 0,94) und reliabel (Intra-Klassen-Korrelation = 0,94). Die Auswertung erfolgt anhand einer Formel und führt zu einem 100-Punkte-System. Ergänzend besteht die Möglichkeit, den Test mit einem Arbeits- und Berufs-Modul und mit einem Sport- und Musik-Modul zu erweitern. Aufgrund des sehr unterschiedlichen Aktivitätsniveaus der Studienteilnehmer erscheinen uns diese Module jedoch als wenig aussagekräftig und werden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

2.5.6 Ergänzende klinische Tests

Ergänzend wurden etablierte, im Rahmen der Scoring-Systeme nicht enthaltene klinische Funktionsprüfungen durchgeführt:

- Jobe-Test, Supraspinatus-Test: Halten des Armes gegen Druck von kranial bei 90° Abduktion + 30° Horizontalflexion + Pronation (führt zum Ausschalten des M. deltoideus).
- Lift-off-Test (Gerber-Test), Subscapularis-Test:
Dabei werden beide Hände wie beim Binden einer Schürze (deshalb manchmal auch "Schürzentest" genannt) auf den Rücken geführt. Nun muss der Patient gegen geringen Widerstand die Hand des Untersuchers vom Rumpf wegdrücken. Der Patient sollte die Endposition halten können.
- Hornblowers Sign (Walch-Test), Außenrotatoren-Test:
Dieses Zeichen fällt positiv aus, wenn der Patient versucht, die Hand an den Mund zu führen, der Arm dabei aufgrund einer kompletten Insuffizienz beider Außenrotatoren in die Innenrotation ausweicht und der Patient deshalb den Ellenbogen höher heben muss als die Hand.
- Drop arm sign, Rotatorenmanschetten-Test:
Der Patient hält beide Arme aktiv in 90° Abduktion gegen die Schwerkraft. Diese Position sollte im Seitenvergleich gehalten werden können. Der Test ist positiv im Falle eines frühzeitigen Absinkens einer Seite.
- Neer-Test und Painful arc: Impingement-Manöver

Material und Methoden

- Neer-Test: Positiv bei Schmerzen durch passives Anheben des Arms über 120° in 90° Horizontalflexion und bei fixierter Skapula.
- Painful arc: Positiv bei schmerzhafter Abduktion zwischen 40° und 120° bei gestrecktem Ellenbogen. Man unterscheidet den *subakromialen painful arc*, der durch Kompression subakromialer Strukturen zwischen Akromion und Humeruskopf verursacht wird vom *acromioclavicularem painful arc*, der im Bereich der letzten 30° der Abduktion durch Irritation im AC-Gelenk zu Schmerzen führt.

Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

3.1.1 Follow-up-rate

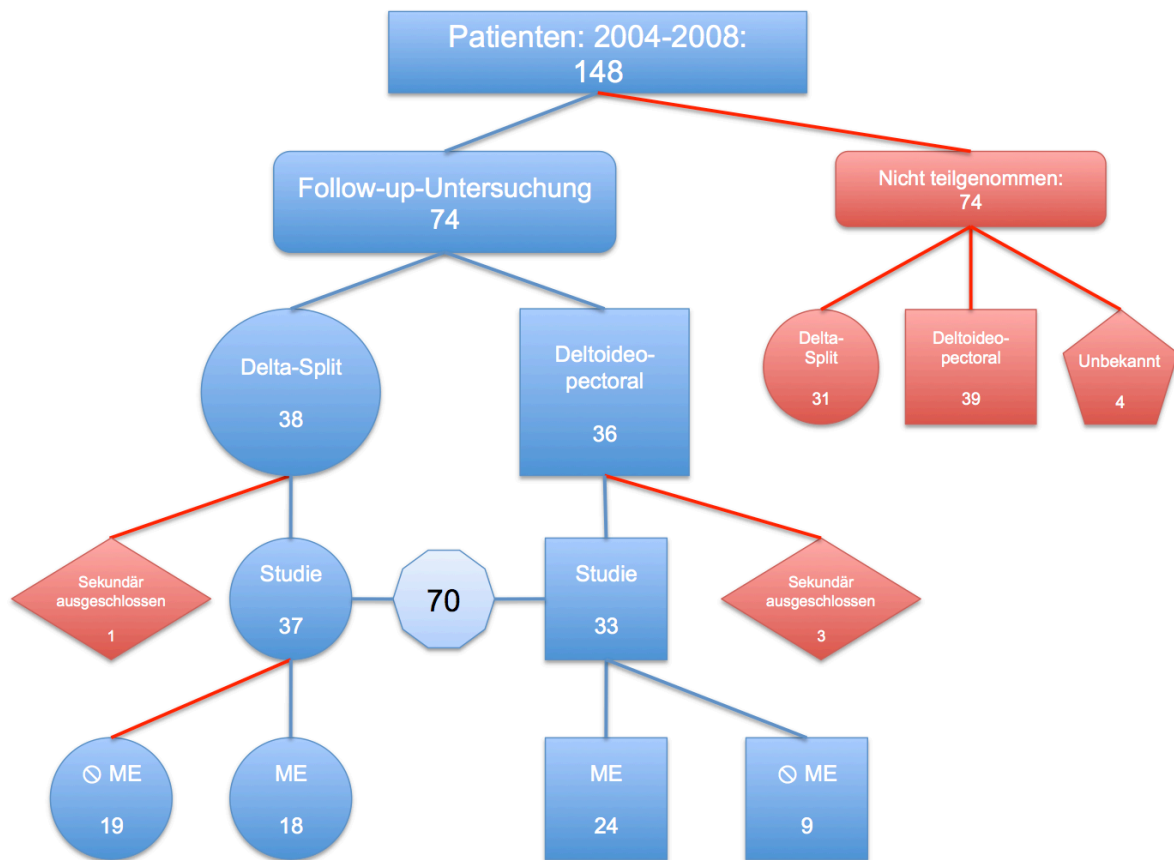


Abbildung 22: Patientenkollektiv

In der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Abteilung für Unfallchirurgie des „Klinikums rechts der Isar“ der Technischen Universität München, wurden in den Jahren 2004 bis 2008 insgesamt 148 Patienten aufgrund einer proximalen Humerusfraktur mit einer PHILOS-Plattenosteosynthese versorgt. Nach Anwendung der Ausschlusskriterien verblieben 102 potentielle Teilnehmer, von denen letztlich 70 für die Studie gewonnen werden konnten, entsprechend einer Follow-up Rate von 69 Prozent (Tab. 9).

Ergebnisse

	DS	DP	Unbekannt	Gesamt
Patienten 2004-2008	69	75	4	148
Ausschluss anhand der Ausschlusskriterien	13	29	4	46
Nicht erreichbar	9	10	0	19
Teilnahme nicht möglich / abgelehnt	10	3	0	13
Potentielle Teilnehmer	56	46	0	102
Effektive Teilnehmer	37	33	0	70
Follow-up rate	0,66	0,72	0,00	0,69

Tabelle 9: Follow-up-rate

3.1.2 Verteilung auf die Jahre 2004 bis 2008

In den Jahren 2004 bis 2006 wurde unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. S. von Gumpfenberg vor allem der deltoideopectorale Zugang praktiziert. Sein Nachfolger Herr Prof. Dr. med. U. Stöckle hingegen etablierte in den Jahren nach 2006 den Delta-Split Zugang (Abb. 23).

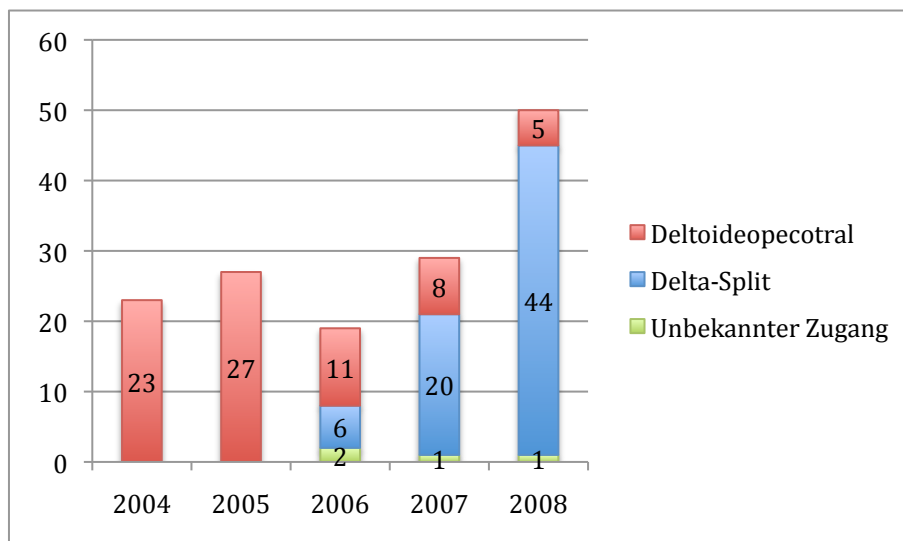


Abbildung 23: Verteilung der Zugangsformen über die Jahre (bezogen auf sämtliche Patienten, n=148)

Ergebnisse

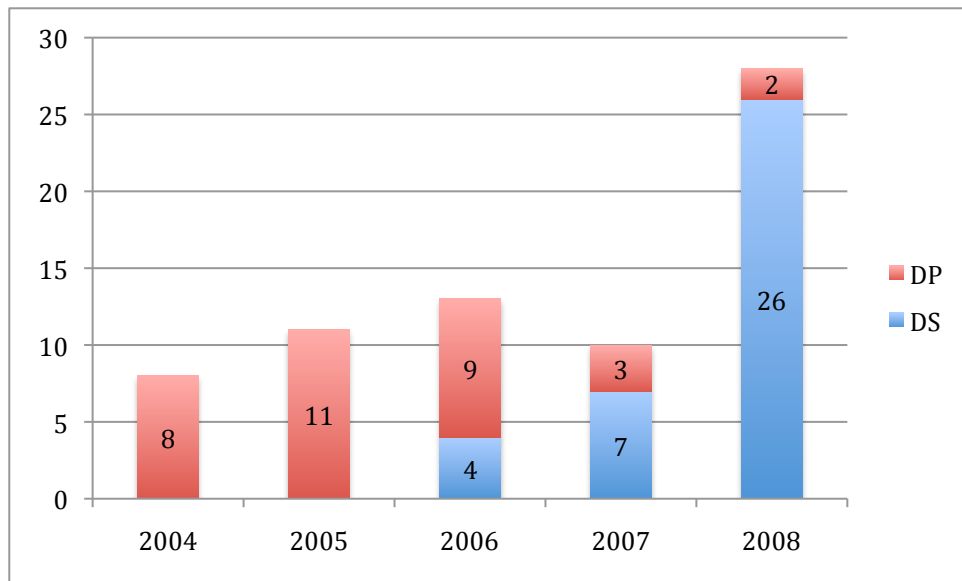


Abbildung 24: Verteilung der Zugangsformen über die Jahre (bezogen auf die Teilnehmer der Studie, n=70)

3.1.3 Follow-up-time

Durch die gewichtete Verteilung der Zugangsformen beidseits des Jahres 2006 (Abb. 24) unterscheiden sich die Studienteilnehmer deutlich in der Follow-up-time, die das durchschnittliche Intervall zwischen Operation und Follow-up Untersuchung beschreibt.

		Tage	Monate	Jahre
DS	Min	239,0	8,0	0,7
	Mittel	594,9	19,8	1,6
	Max	1327,0	44,2	3,6
DP	Min	393,0	13,1	1,1
	Mittel	1440,9	48,0	3,9
	Max	2110,0	70,3	5,8
Gesamt	Min	239,0	8,0	0,7
	Mittel	993,7	33,1	2,7
	Max	2110,0	70,3	5,8

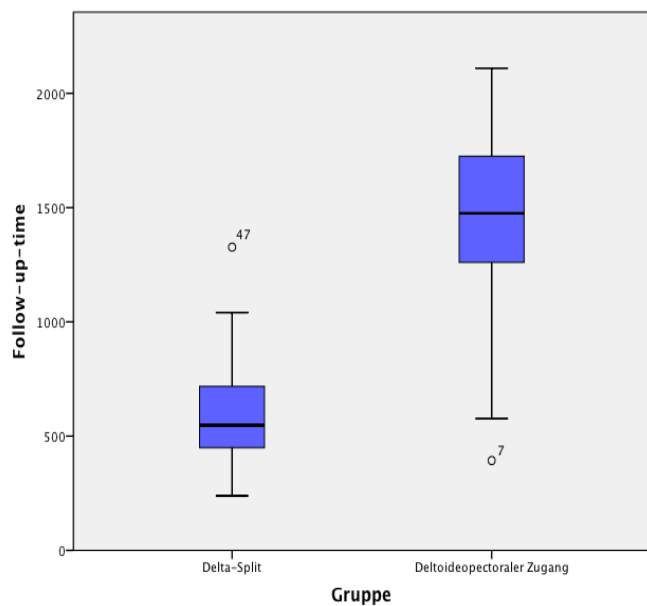


Tabelle 10: Follow-up-time

Abbildung 25: Follow-up time

3.1.4 Erweiterte Diagnostik

Insgesamt wurde bei 17% der Patienten eine Computertomographie angefertigt. Die Indikation wurde bei komplizierten Frakturformen zur besseren Operationsplanung gestellt. Die Magnetresonanztomographie fand keine Anwendung.

	CT	MRT
DS	3	0
DP	9	0
Gesamt	12	0

Tabelle 11: Erweiterte Diagnostik

3.1.5 Eingebrahtes Material

Beim Delta-Split-Zugang wurde fast ausschließlich die 5-Loch-Platte verwendet, die sich im Vergleich zur 3-Loch-Platte besser entlang des Knochens und somit ins Zielgebiet unter dem sensiblen Ast des N. axillaris vorschieben lässt. Beim deltoideopectoralen Zugang bietet es sich hingegen an, eine kürzere Platte zu verwenden, da diese leichter von medial ins laterale Zielgebiet eingebracht werden kann. Folglich dominiert hier die 3-Loch-Platte. Beide Platten werden mit einer vergleichbaren Anzahl an Schrauben in Kopf und Schaft bestückt (Tab.12).

	3-Loch-Platte (Anzahl)	5-Loch-Platte (Anzahl)	Kopfschrauben (Median)	Schaftschrauben (Median)
DS	2	35	6	3
DP	28	5	7	3

Tabelle 12: Intraoperativ eingebrachtes Material

In den meisten Fällen wurde zudem Fadenmaterial zur additiven Zuggurtung der Fragmente oder zur Fixation der Rotatorenmanschette eingesetzt.

	Fibre-Wire	PDS-Kordel	Ethinbond	Kein Faden
DS	17	14	0	6
DP	27	1	1	4

Tabelle 13: Additiv verwendetes Fadenmaterial

3.1.6 Ort der Erstkonsultation

34% der Teilnehmer wurden initial nicht im Klinikum rechts der Isar München behandelt, sondern von anderen Häusern zuverlegt. 15% der Unfälle ereigneten sich im Ausland. Die meisten Probanden (66%) wurden jedoch unmittelbar nach dem zur Fraktur führenden Ereignis im Klinikum rechts der Isar vorstellig.

Gemäß den Ausschlusskriterien unserer Studie wurden bei keinem Teilnehmer der Studie auswärtig über Akuthilfe hinausgehende chirurgische Maßnahmen ergriffen.

Ort der Erstkonsultation	Prozent
Klinikum rechts der Isar	66%
München Stadt	11%
Münchner Umland	6%
Deutschland: Andere	1%
Österreich	7%
Schweiz	1%
Italien	4%
Ausland: Andere	3%

Tabelle 14: Ort der Erstkonsultation

3.1.7 Unfallgeschehen

Die häufigste Ursache einer proximalen Humerusfraktur war im untersuchten Patientengut ein Fahrradsturz, gefolgt vom Stolpersturz und dem Verlust des sicheren Standes auf glatten oder nassen Oberflächen.

Es fällt auf, dass die Ursachen proximaler Humerusfrakturen des Mannes durch ein vergleichsweise risikofreudigeres Verhalten geprägt sind (Abb. 26, „Anderes“ entspricht Strom-Unfall, Sturz beim „Huckepack-Tragen“, Sturz mit Tretroller am Hang, Sturz vom Rand der Badewanne, Sturz unter Alkoholeinwirkung).

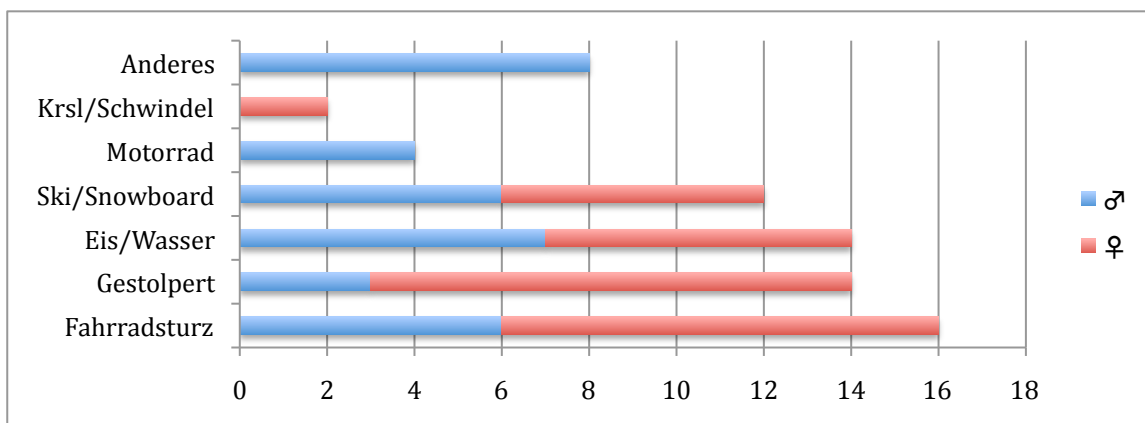


Abbildung 26: Unfallursachen

3.2 Scores im Überblick

Im Rahmen der Studie wurden die bereits erläuterten Punktsysteme und klinischen Tests zur Beschreibung der Schulterfunktion angewendet, wobei dem Constant-Score die größte Bedeutung zukommt. Sämtliche Scores und klinische Tests unterscheiden sich jedoch nicht signifikant in Bezug auf die beiden Zugangsformen.

	DS	DP	p-Wert	Sign.
Constant-Score	75,14	72,77	0,46	nein
- Schmerz	13,22	12,95	0,66	nein
- ADL	18,84	18,52	0,56	nein
- Beweglichkeit	33,51	31,88	0,38	nein
- Kraft	9,57	9,42	0,89	nein
ASES	88,23	85,41	0,46	nein
Simple-Shoulder-Score	10,43	10,09	0,54	nein
Quick-DASH	14,14	13,8	0,94	nein
Jobe-Test	18	18	0,64	nein
Lift-off-Test	9	8	1,00	nein
Hornblow.	4	4	1,00	nein
Drop arm sign	0	0	k.A.	k.A.
Neer-Test	4	3	1,00	nein
Painful arc	4	3	1,00	nein

Tabelle 15: Delta-Split und deltoideopectoraler Zugang, Outcome

Auch im Boxplot zeigt sich eine annähernd vergleichbare Verteilung des Constant-Scores.

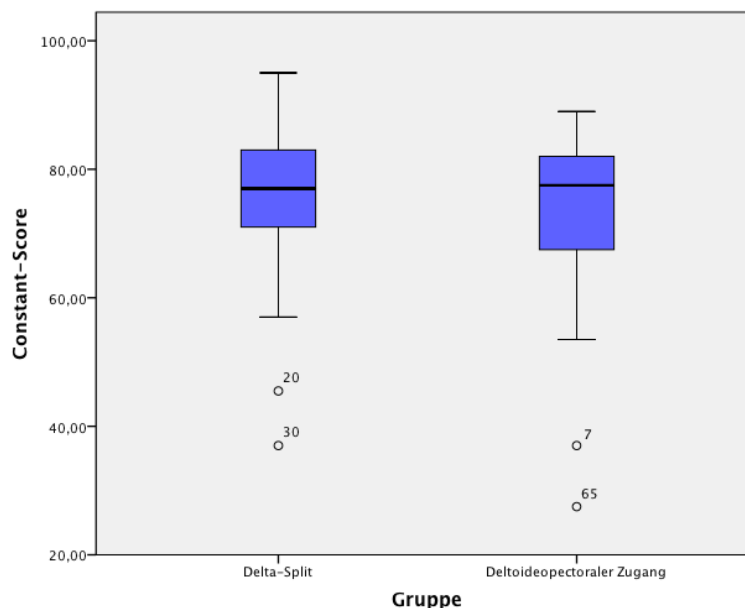


Abbildung 27: Zugangsspezifischer Constant-Score

3.3 Geschlecht, Patientenalter und ihr Einfluss auf den Constant-Score

3.3.1 Geschlecht

Die Geschlechtsverteilung der Probanden stellt sich ausgewogen dar, mit einer geringfügigen Mehrheit der Frauen. Die Operationsgruppen unterscheiden sich jedoch hinsichtlich des Geschlechts signifikant ($p=0,02$) bei annähernd spiegelverkehrter Anordnung (Abb. 28).

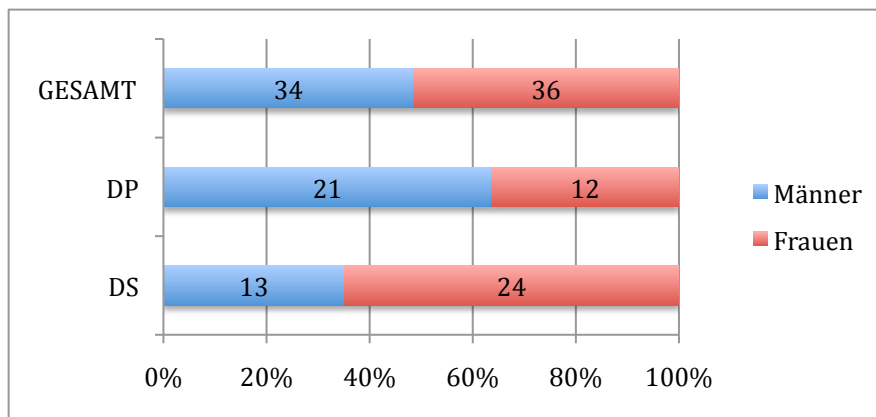


Abbildung 28: Geschlechtsverteilung

Männer und Frauen erzielten vergleichbare Ergebnisse im Constant-Score. Beim Vergleich der Zugangsformen erwies sich nach Ausschluss des jeweils anderen Geschlechtes kein Zugang als geschlechtsspezifisch überlegen (Tab. 16).

	DS	DP	P-wert	Sign.
Männlich	81,46	79,36	0,10	nein
Weiblich	76,79	77,63	0,96	nein
p-Wert	0,10	0,75		
Sign.	nein	nein		

Tabelle 16: Geschlechtsspezifisches Outcome (Constant-Score)

3.3.2 Alter

Wie bereits geschildert, handelt es sich bei der proximalen Humerusfraktur um eine Fraktur des älteren Menschen. So waren auch in unserer Studie 67 Prozent der Teilnehmer mindestens 50 Jahre alt. Das Durchschnittsalter lag bei 58 Jahren mit

Ergebnisse

einer Range von 30 bis 83 Jahren. Bei einem Durchschnittsalter von 59 Jahren (Range 30 - 83 Jahre) in der DS-Gruppe und 56 Jahren (Range 35 - 74 Jahre) in der DP-Gruppe unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht signifikant (Tab. 17).

	♂	♀	Gesamt
DS	51,6	62,8	58,9
DP	52,3	63,2	56,3
p-Wert	0,75	0,80	0,44
Sign.	nein	nein	nein

Tabelle 17: Vergleich des Durchschnittsalters

Frauen mit proximaler Humerusfraktur waren im Durchschnitt etwa 11 Jahre älter als der durchschnittlich betroffene Mann. Maßgeblich für alle Angaben war stets das Alter am Tag der Follow-up-Untersuchung.

Es stellt sich die Frage, ob eine bestimmte Altersgruppe von einer bestimmten Zugangsform profitieren könnte. Es wurden folgende Daten erhoben:

Alter	Zugang	Anzahl	Constant	Schmerzen	ADL	Bewegung	Kraft
30-39	DS	5	83,4	13,8	19,8	36,0	13,8
	DP	6	70,2	12,5	18,0	29,3	10,3
40-49	DS	6	74,2	12,5	18,2	34,0	9,5
	DP	6	81,3	13,3	19,0	35,7	13,3
50-59	DS	8	81,8	13,5	19,8	37,6	10,6
	DP	7	71,7	13,3	18,6	31,7	8,1
60-69	DS	7	71,9	13,1	18,6	31,0	7,6
	DP	8	74,8	12,9	19,0	33,5	9,4
> 69	DS	11	69,1	13,2	18,1	30,0	8,0
	DP	6	65,4	12,8	17,8	28,7	6,2

Tabelle 18: Altersspezifisches Outcome (Constant-Score)

Wie Tabelle 19 zeigt, ergibt sich für keine Altersgruppe ein Vorteil aus der Wahl der Zugangsform beim Vergleich des Constant-Score und seiner Untergruppen ($p > 0,05$).

	Constant	Schmerzen	ADL	Bewegung	Kraft
30-39	0,08	0,25	0,08	0,13	0,33
40-49	0,70	1,00	0,94	0,39	0,18
50-59	0,12	1,00	0,54	0,28	0,23
60-69	0,46	0,69	0,69	0,61	0,23
> 69	1,00	0,26	0,66	0,81	0,53

Tabelle 19: Altersspezifisches Outcome (p-Werte)

3.3.3 Constant-Score, adaptiert nach Katolik und Yian

Die Autoren Katolik und Yian [41] berichten über alters- und geschlechtsspezifische Einflüsse auf den Constant-Score und entwickelten ein System zu deren Elimination (vgl. Kap. 2.5.2).

Nach Anwendung der Methode zeigt auch der normalisierte Constant-Score keinen Vorteil zugunsten einer bestimmte Zugangsform.

	DS	DP	p-Wert	Sign.
Normalized Constant	86,7	81,4	0,13	nein

Tabelle 20: Normalisierter Constant-Score (Katolik / Yian)

3.4 Beteiligung der dominanten Seite

3.4.1 Verteilung

97% der untersuchten Patienten sind Rechtshänder. Es zeigte sich, dass bei einem zur proximalen Humerusfraktur führenden Sturz signifikant häufiger der Arm der nicht dominanten Seite frakturiert wurde.

Hinsichtlich der Fragestellung unserer Studie ist es von Bedeutung, ob in einer Gruppe der Arm der dominanten Seite verstärkt betroffen ist. In diesem Fall würde das zu erwartende schlechtere Ergebnis im Bereich Alltagsaktivitäten (ADL) den durchschnittlich erreichten Constant-Score einer Gruppe falsch niedrig ausfallen lassen.

Es ist jedoch in keiner Gruppe die dominante Hand signifikant ($p=0,84$) häufiger betroffen.

	Dominant	Nicht dominant	p-Wert	Sign.
DS	13	24	0,10	nein
DP	11	22	0,80	nein
Gesamt	24	46	0,01	JA

Tabelle 21: Führungshand (quantitativ)

3.4.2 Einfluss der Beteiligung der dominanten Seite auf den Constant-Score

Hinsichtlich der Frage, ob Patienten, deren Führungshand (= dominante Hand) betroffen ist, von einem bestimmten Zugang profitieren, konnte kein Vorteil zugunsten einer Zugangsform nachgewiesen werden.

	DS	DP	p-Wert	Sign.
Constant-Score, Fraktur der Führungshand	83,1	75,9	0,15	nein
Constant-Score, Fraktur der Haltehand	83,0	76,5	0,60	nein

Tabelle 22: Führungshandspezifisches Outcome (Constant-Score)

3.5 Risikofaktoren

Die untersuchten Risikofaktoren (BMI > 25, Diabetes mellitus, Alkoholabusus, Nikotinabusus, Kortisondauertherapie, Osteoporose, Gefäßkrankheiten) wirken sich negativ auf Wundheilung und Knochenmineralisation aus. Bei annähernd symmetrischer Verteilung auf beide Studienarme kann eine Verzerrung durch Akkumulation von Risikofaktoren in einer Gruppe ausgeschlossen werden.

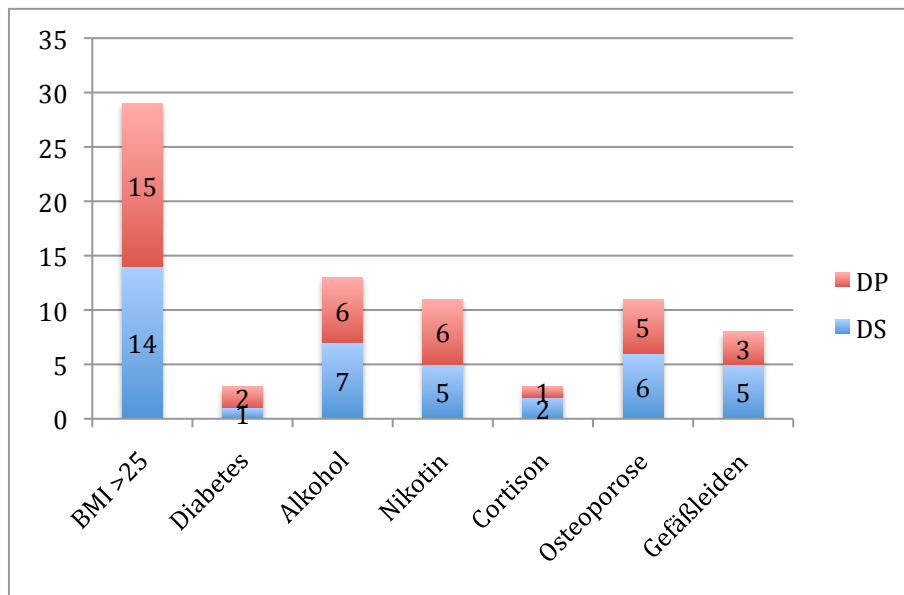


Abbildung 29: Risikofaktoren (quantitativ)

	BMI > 25	D.m.	Alkohol	Nikotin	Cort.	Osteop.	Gefäßl.	≥ 1Faktor
DS	14	1	7	5	2	6	5	12
DP	15	2	6	6	1	5	3	8
p-Wert	0,63	0,60	1,0	0,75	1,0	1,0	0,71	0,60
Sign.	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tabelle 23: Risikofaktoren (quantitativ)

Auch fand sich bei der Betrachtung des risikofaktorspezifischen Outcomes im Constant-Score kein Hinweis darauf, dass Patienten mit einem bestimmten Risikofaktor von einer der beiden Zugangsformen profitieren.

	BMI > 25	D.m.	Alkohol	Nikotin	Cort.	Osteop.	Gefäßl.	≥ 1Faktor
DS	78,43	80,00	80,93	72,9	68,00	73,25	72,50	78,42
DP	77,73	79,25	80,75	82,42	73,00	79,30	79,17	76,89
p-Wert	0,35	1,00	0,23	0,54	1,00	0,25	0,39	0,88
Sign.	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tabelle 24: Risikofaktorspezifisches Outcome (Constant-Score)

3.6 Vergleich beider Zugangsformen in Abhängigkeit von der Frakturform

3.6.1 Codman-Klassifikation

Die Codman-Klassifikation gibt ausschließlich Auskunft über die Anzahl der Fragmente (vgl. Kap. 1.3.5). Dieses basale Kriterium einer Fraktur ist auch in den weiter differenzierenden Klassifikationen enthalten. Somit ist ein Vergleich der Gruppenstärke nach Codman-Klassifikation gut geeignet, um Verzerrungen durch ein Verteilungsungleichgewicht schwerer Frakturen in beiden Studienarmen aufzudecken. Die annähernd gleiche Verteilung spricht für eine geringe Selektion-Bias. So wäre bei einer signifikant erhöhten Anzahl von 4-part-Frakturen in einem Studienarm mit einem schlechteren Abschneiden dieser Gruppe, unabhängig vom Effekt der Operationstechnik, zu rechnen. Dies kann jedoch ausgeschlossen werden (Tab. 25).

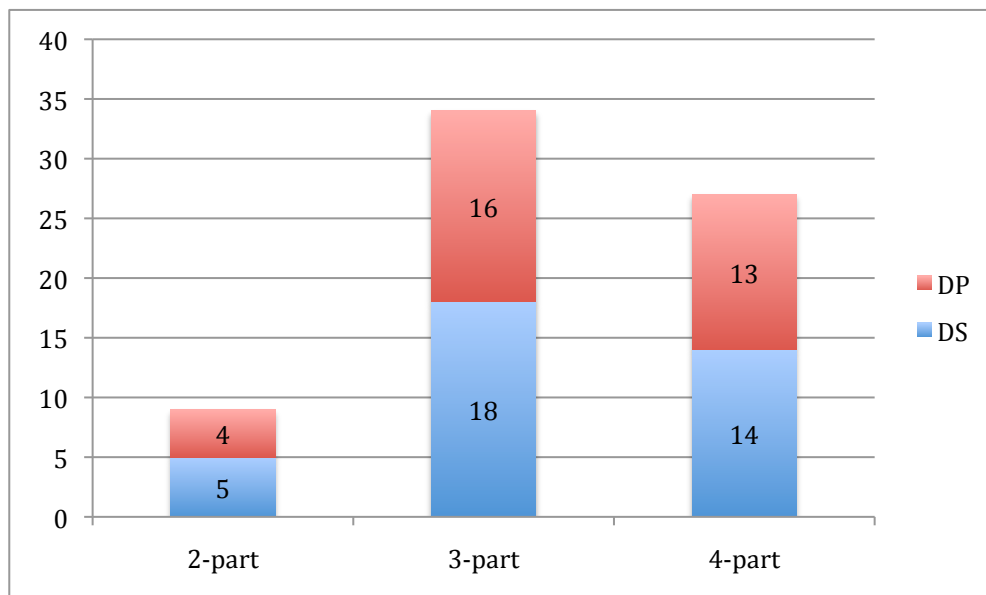


Abbildung 30: Codman-Klassifikation (quantitativ)

	2-part	3-part	4-part
DS	5	18	14
DP	4	16	13
p-Wert	0,75	0,70	0,65
Sign.	nein	nein	nein

Tabelle 25: Codman-Klassifikation (quantitativ)

Ergebnisse

Die folgende Tabelle zeigt den gemittelten Constant-Score der jeweiligen Klassen der Codman-Klassifikation. Keine Gruppe erzielte hier beim Vorliegen einer bestimmten Frakturform ein signifikant besseres Ergebnis.

	2-part	3-part	4-part
DS	69,0	76,2	76,0
DP	80,9	76,0	66,3
p-Wert	0,41	0,75	0,09
Sign.	nein	nein	nein

Tabelle 26: Codman-Klassifikation, Constant-Score

Es ist bekannt, dass die Schwere des Traumas und die daraus resultierende Frakturform den Constant-Score beeinflusst [37]. Während die DP-Gruppe diesen Zusammenhang widerspiegelt (Tab. 26), überrascht es, dass dies beim gemittelten Constant-Score der DS-Gruppe nicht der Fall ist. Wie jedoch der Box-Plot zeigt, ist dieser Effekt im Median geringer ausgeprägt.

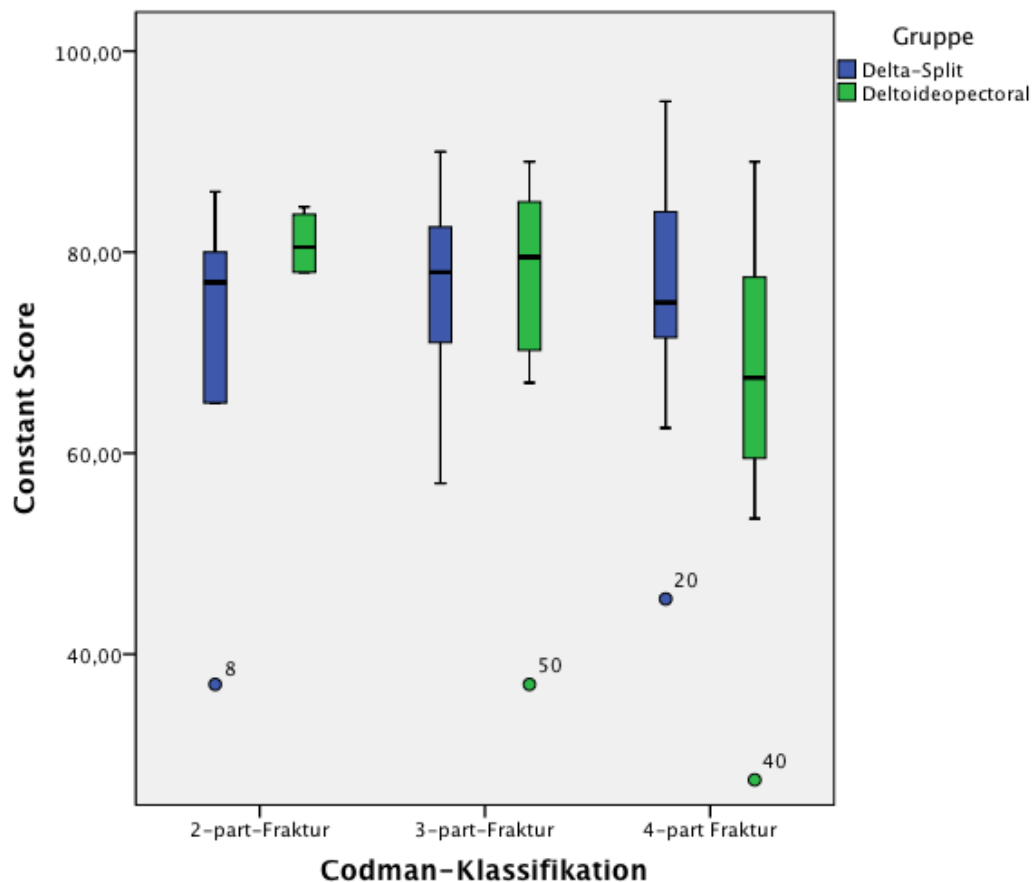


Abbildung 31: Gruppenspezifisches Outcome (Codman, Constant-Score)

3.6.2 AO-Klassifikation

Abbildung 32 zeigt die Verteilung der Probanden auf die jeweiligen Klasse nach den Ordnungsprinzipien der AO-Klassifikation in Abhängigkeit vom Zugangsweg.

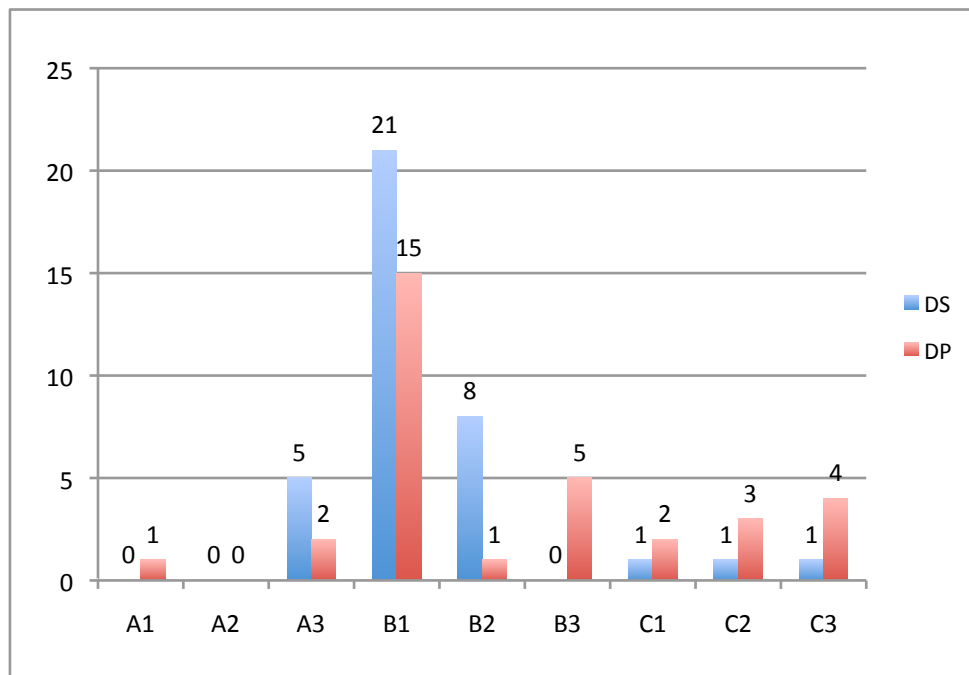


Abbildung 32: AO-Klassifikation (quantitativ)

Basierend auf dieser Einteilung gibt Tabelle 27 den gemittelten Constant-Score der jeweiligen Fraktur-Klassen an. Hinsichtlich der Frage ob ein Patient beim Vorliegen einer bestimmten Frakturform signifikant von einer bestimmten Zugangsform profitiert konnte letztlich kein Unterschied festgestellt werden.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
DS	k.A.	k.A.	69,0	78,5	68,0	k.A.	87,5	75,0	79,5
DP	37,0	k.A.	80,5	78,7	73,5	73,9	68,0	61,7	64,8
p-Wert	k.A.	k.A.	0,57	1,00	1,00	k.A.	0,67	1,00	0,80
Sign.	k.A.	k.A.	nein	nein	nein	k.A.	nein	nein	nein

Tabelle 27: AO-Klassifikation, Constant-Score

3.6.3 Neer-Klassifikation

Abbildung 33 zeigt die Einteilung nach den Ordnungsprinzipien der Neer-Klassifikation in Abhängigkeit vom Zugangsweg. Bei der Einteilung nach Neer-Klassifikation konnte in 11 Fällen das genaue Ausmaß der Dislokation aufgrund des Mangels präoperativer Aufnahmen nicht mehr ermittelt werden. Somit war in diesen Fällen eine zuverlässige Klassifikation nach den Neer-Kriterien nicht möglich. Diese Patienten werden durch die Sparte „Unbekannt“ repräsentiert.

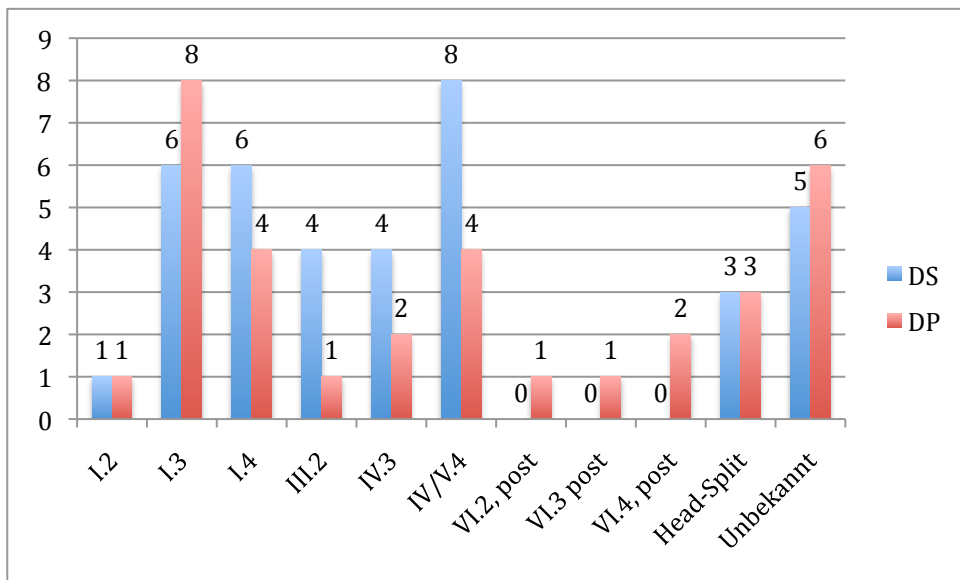


Abbildung 33: Neer-Klassifikation (quantitativ)

Aufgrund der starken Differenzierung des Kollektives bei Anwendung der Neer-Klassifikation kann wegen zu niedriger Fallzahlen (Abb. 33) in den Frakturklassen I.2, III.2, VI.2, VI.3, VI.4. kein sinnvoller Vergleich durchgeführt werden. In den untersuchten Klassen zeigt sich kein signifikanter Vorteil zugunsten einer bestimmten Zugangsform.

	I.2	I.3	I.4	III.2	IV.3	IV / V.4	VI.2, post	VI.3 post	VI.4, post	Head-Split
DS	80,0	80,6	75,5	66,3	71,1	76,4	k.A.	k.A.	k.A.	71,2
DP	83,0	75,3	71,1	78,0	72,0	63,1	78,0	72,0	53,5	76,2
p-Wert	1,00	0,66	0,35	1,00	1,00	0,21	k.A.	k.A.	k.A.	0,70

Tabelle 28: Neer-Klassifikation, Constant-Score

3.7 Metallentfernung

Im zeitlichen Intervall zwischen Operation und Metallentfernung sind beide Zugangsformen vergleichbar ($p=0,42$). Hingegen wurde bei Patienten der DP-Gruppe signifikant häufiger ($p=0,05$) eine Metallentfernung durchgeführt, was unter anderem der erhöhten Komplikationsrate (s.u.) dieser Gruppe geschuldet sein dürfte. Eine Einflussnahme auf das funktionelle Ergebnis, das zum Vergleich der Zugangsformen verwendet wird, kann also nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Um diese zu quantifizieren, prüften wir zunächst die Fragestellung, ob sich Patienten mit Metallentfernung bei identischer Zugangsform von denjenigen unterscheiden, bei denen keine Metallentfernung durchgeführt wurde. In der Gruppe der über deltoideopectoralen Zugang behandelten Patienten ist dies nicht der Fall. Anders hingegen ist das Ergebnis in der Gruppe der über Delta-Split behandelten Patienten, die nach einer Metallentfernung ein signifikant besseres Ergebnis im Constant-Score erreichten.

	keine ME	ME	p-Wert	Sign.
DS	76,11	80,89	0,02	JA
DP	76,61	79,52	0,17	nein

Tabelle 29: Outcome mit / ohne Metallentfernung (Constant-Score)

Durch Aufgliederung der Studienäste in Gruppen, in denen entweder ausschließlich eine Metallentfernung durchgeführt wurde oder ausschließlich keine Metallentfernung durchgeführt wurde, untersuchten wir auf Basis des erhobenen Scores, ob sich ein Vorteil zugunsten einer bestimmten Zugangsform demarkiert. Wie aus Tabelle 30 ersichtlich, ist das Ergebnis nicht ganz eindeutig.

		DS	DP	p-Wert	Sign.
Constant-Score	mit ME	80,89	79,52	0,29	nein
	ohne ME	76,11	76,61	0,81	nein
ASES	mit ME	92,87	85,9	0,13	nein
	ohne ME	83,83	84,09	0,60	nein
Simple-Shoulder-Score	mit ME	11,28	10	0,01	JA
	ohne ME	9,58	10,33	0,81	nein
Quick-DASH	mit ME	7,58	14,02	0,53	nein
	ohne ME	20,35	13,38	0,60	nein

Ergebnisse

Jobe-Test	mit ME	8	12	0,76	nein
	ohne ME	10	6	0,69	nein
Lift-off Test	mit ME	2	5	0,68	nein
	ohne ME	7	3	1,00	nein
Hornblowers Sign	mit ME	2	3	1,00	nein
	ohne ME	2	1	1,00	nein
Droparm-Test	mit ME	0	0	k.A.	k.A.
	ohne ME	0	0	k.A.	k.A.
Neer-Test	mit ME	2	1	0,57	nein
	ohne ME	2	2	0,57	nein
Painful arc	mit ME	2	1	0,57	nein
	ohne ME	2	2	0,57	nein

Tabelle 30: Delta-Split und deltoideopectoraler Zugang, Outcome diverser Scoring-Systeme in Abhängigkeit von einer Metallentfernung

Bei Patienten mit Metallentfernung zeigt sich ausschließlich im Simple-Shoulder-Score ein Vorteil zugunsten des Delta-Split-Zuganges. In allen darüber hinaus erhobenen Scores (Constant, ASES, Quick-DASH), den klinischen Prüfungen sowie im gesamten Studienarm der Patienten ohne Metallentfernung besteht kein Unterschied. Das Ergebnis relativiert sich zudem, da vergleichbare Alltagsaktivitäten des Simple-Shoulder-Scores auch in den anderen verwendeten Scoring-Systemen abgefragt werden und hier kein Unterschied zum Tragen kommt.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass hinsichtlich der Fragestellung unserer Studie, auch unter Berücksichtigung einer stattgehabten Metallentfernung, sich kein belastbarer Vorteil zugunsten des Delta-Split demarkiert.

Die Frage, ob Patienten die mittels Delta-Split behandelt wurden in stärkerem Ausmaß von einer Metallentfernung profitieren, kann im Rahmen dieser Studie jedoch nicht abschließend beantwortet werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

3.8 Komplikationen

Insgesamt erwies sich der Delta-Split Zugang als komplikationsloser, sowohl was das Auftreten primärer Komplikationen, wie auch das Auftreten sekundärer Komplikationen betrifft. Dies ist gut mit dem Ergebnis vereinbar, dass der Delta-Split mit einer signifikant geringeren Anzahl an Revisionseingriffen einhergeht. Die einzelnen Entitäten zeigt Tabelle 31.

Primäre Komplikationen	DS	DP	p-Wert	Sign.
- Intraoperative Komplikationen	0	5	0,02	JA
- Schraubenfehlage	0	5	0,02	JA
- Wundheilungsstörung	0	1	0,48	nein
- Wundinfektion	0	1	0,48	nein
- Sepsis	0	0	k.A.	nein
Eine oder mehr Primärkomplikationen	0	10	0,00	JA
Gesamt	0	12	0,00	JA
Sekundäre Komplikationen	DS	DP	p-Wert	Sign.
<i>Knochenstruktur / Fraktur bedingt</i>				
- Kopfnekrose, gesamt	1	6	0,05	JA
- - Kopfnekrose, komplett	0	3	0,10	nein
- - Kopfnekrose, partiell	1	3	0,34	nein
- Axillarisschädigung	0	1	0,48	nein
- Fragmentdislokation, sekundär	2	7	0,07	nein
- Pseudarthrosenbildung	1	1	1,00	nein
- Kopfenrundung	1	1	1,00	nein
- Schraubendurchwanderung	0	1	0,48	nein
<i>Implantat bedingt</i>				
- Plattenbruch	0	2	0,22	nein
- Schraubenbruch	0	0	k.A.	nein
- Schraubenlockerung	1	2	0,49	nein
Eine oder mehr Sekundärkomplikationen	4	13	0,01	JA
Gesamt	6	21	0,00	JA
Patienten mit ≥ 1 Komplikation, gesamt	4	18	0,00	JA
Revision	4	13	0,02	JA

Tabelle 31: Komplikationen (quantitativ)

Ergebnisse

Die höhere Anzahl an Revisionseingriffen in der DP-Gruppe ist nicht der längeren Follow-up Zeit dieser Gruppe geschuldet. Im Mittel unterscheidet sich das Intervall zwischen Operation und Revision in der DS-Gruppe (300,8 Tage) nicht signifikant ($p = 0,70$) von der DP-Gruppe (336,2 Tage).

3.8.1 Humeruskopfnekrose und Axillarisschädigung

Die Humeruskopfnekrose und die Axillarisschädigung sind, wie bereits ausgeführt, beim Vergleich der Zugangsformen von besonderem Interesse, da hinsichtlich ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit zugangsspezifische Vorteile vermutet werden. Im Rahmen der Studie wurde nur eine Axillarisschädigung (leichte Sensibilitätsstörung) beobachtet, die nach Implantation einer PHILOS-Plattenosteosynthese über einen deltoideopectoralen Zugang bei 3-part-Fraktur nach Codman beobachtet wurde.

Die Verteilung der diagnostizierten Humeruskopfnekrosen (komplett oder partiell) in Abhängigkeit von der Frakturform nach Codman zeigt Abbildung 34.

Es überrascht nicht, dass mit zunehmendem Schweregrad der Fraktur die Nekroserate ansteigt.

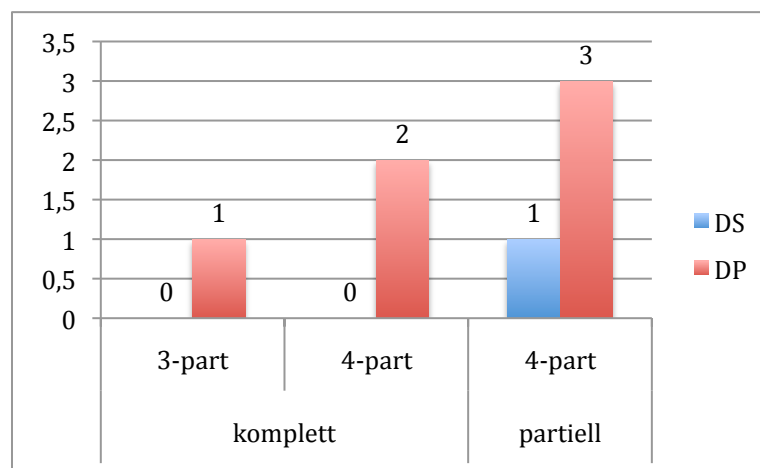


Abbildung 34: Humeruskopfnekrosen

3.8.2 Einfluss von Komplikationen auf den Constant-Score

Wie bereits erwähnt, zeigt sich in unserer Studie beim Vergleich der beiden Zugangsformen kein signifikanter Unterschied im Constant-Score (vgl. Kap. 3.2). In Anbetracht der signifikanten Häufung von Komplikationen in der DP-Gruppe untersuchten wir, ob sich nach Ausschluss der Patienten mit intra- oder postoperativen Komplikation ein Unterschied zwischen den Zugangsformen demarkiert. Dass dem nicht der Fall ist, zeigt Tabelle 32.

	DS	DP	p-Wert	Sign.
Patienten ohne Komplikation	76,29	77,13	0,62	nein
Patienten mit Komplikation	65,63	69,14	0,71	nein

Tabelle 32: Exzerption von Komplikationen (Constant-Score)

3.8.3 Das Impingement-Syndrom

Das Auftreten eines Impingement-Syndromes kann sowohl durch Anstoßen einer zu hoch eingebrachten Platte am Akromion, wie auch knöchern / degenerativ verursacht werden. Somit ist es sinnvoll zur Untersuchung dieser Komplikation die Patienten mit stattgehabter Metallentfernung gesondert zu betrachten. Bei der Auswertung wurden sowohl klinische Tests (Painful arc, Neer-Test), als auch der Röntgenbefund vom Tag der Follow-up Untersuchung berücksichtigt. Es zeigte sich bei keiner Zugangsform, unabhängig von stattgehabter Metallentfernung, ein gehäuftes Auftreten eines Impingement-Syndroms.

		DS	DP	p-Wert	Sign.
Painful arc	ME	2	1	0,57	nein
	keine ME	2	2	0,57	nein
Neer-Test	ME	2	1	0,57	nein
	keine ME	2	2	0,57	nein
Röntgen	ME	0	1	1.00	nein
	keine ME	0	0	k.A.	k.A.
TOTAL	ME	4	3	0,44	nein
	keine ME	4	4	0,37	nein

Tabelle 33: Impingement-Syndrom (quantitativ)

3.9 Radiologische Beurteilung

3.9.1 Postoperative Bilder

Zur radiologischen Beurteilung des operativen Ergebnisses wurden die unmittelbar postoperativ angefertigten Bilder ausgewertet. Hier zeigte sich hinsichtlich der anatomischen Lage der reponierten Frakturfragmente kein signifikanter Unterschied.

	DS	DP	p-Wert	Sign.
Anatomische Reposition (quantitativ)	31	24	0,38	nein
Nicht anatomische Reposition (quantitativ)				
- Postoperativ Varus	6	9	0,38	nein
- Postoperativ Valgus	0	0	k.A.	k.A.
Kopf-Schaft-Winkel (Median in Grad)	132°	129°	0,11	nein
Plattenlage (Median in cm) Abstand T. majus Oberkante ↔ Plattenoberkante	5,9 cm	6,8 cm	0,18	nein

Tabelle 34: Radiologisches Outcome, postoperativ

3.9.2 Follow-up Röntgen

Am Tag der Follow-up Untersuchung wurde von jedem Patienten eine Röntgenaufnahme der Schulter in zwei Ebenen angefertigt. Auch beim Vergleich der Zugangsformen hinsichtlich der knöchernen Konsolidierung des Frakturspalts zeigte sich erneut kein signifikanter Unterschied. Metallentfernungen waren in der DP-Gruppe signifikant häufiger vollständig konsolidiert, was jedoch auf die kürzere Follow-up-time zurückzuführen sein dürfte.

		DS	DP	p-Wert	Sign.
Fx-Konsolidierung	Verheilt	27	25	1,00	nein
	mäßig konsolidiert	9	6	0,57	nein
	Fx-Spalt sichtbar	1	2	0,60	nein
ME-Konsolidierung	Verheilt	6	14	0,02	JA
	mäßig konsolidiert	8	9	0,78	nein
	Fx-Spalt sichtbar	4	1	0,36	nein
ME-Implantatreste		0	4	0,04	JA
Refraktur		0	0	k.A.	k.A.

Tabelle 35: Radiologisches Outcome beim Follow-up

3.10 Kosmetisches Ergebnis

Die nach Implantation einer Plattenosteosynthese über deltoideopectoralen Zugang verbleibende Narbe befindet sich im Vergleich zum Delta-Split an weniger prominenter Stelle und mag somit aus ästhetischer Sicht Vorteile aufweisen.

Die folgenden Bilder veranschaulichen die unterschiedliche Art der Narbenbildung je nach Zugangsform:



Abbildung 35: Gutes kosmetisches Ergebnis

Das ästhetische Urteil unterliegt letztlich der subjektiven Empfindung des Patienten, weshalb zur Beurteilung des kosmetischen Ergebnisses die objektivierbaren Parameter „überschießende Narbenbildung“, „dermale Einziehungen“ und „chronische Rötung“ bewertet wurden. Insgesamt wurde nach diesen Kriterien ungefähr in zwei Dritteln der Fälle ein kosmetisch gutes Ergebnis erreicht.

Ergebnisse



Abbildung 36: Schlechtes kosmetisches Ergebnis

Beim Vergleich der Zugangsformen beobachteten wir keinen signifikanten Unterschied.

		DS	DP	p-Wert	Sign.
Kosmetisch	Gut	22	22	0,62	nein
	Mittel	12	7	0,42	nein
	Schlecht	3	4	0,70	nein

Tabelle 36: Kosmetisches Ergebnis

3.11 Patientenmanagement

Die Frakturversorgung erfolgte in beiden Gruppen durchschnittlich innerhalb der ersten 24 Stunden.

	Tage
DS	0,8
DP	0,9
GESAMT	0,9

Tabelle 37: Zeit zwischen Aufnahme und OP

Die Schnitt-Naht-Zeit war mit 110,8 Minuten beim Delta-Split und 106,3 Minuten beim deltoideopectoralen Zugang vergleichbar ($p=0,60$). Wie sich im Boxplot (Abb. 37) zeigt, besteht jedoch ein deutlicher Trend zur kürzeren Operationszeit zugunsten des Delta-Split.

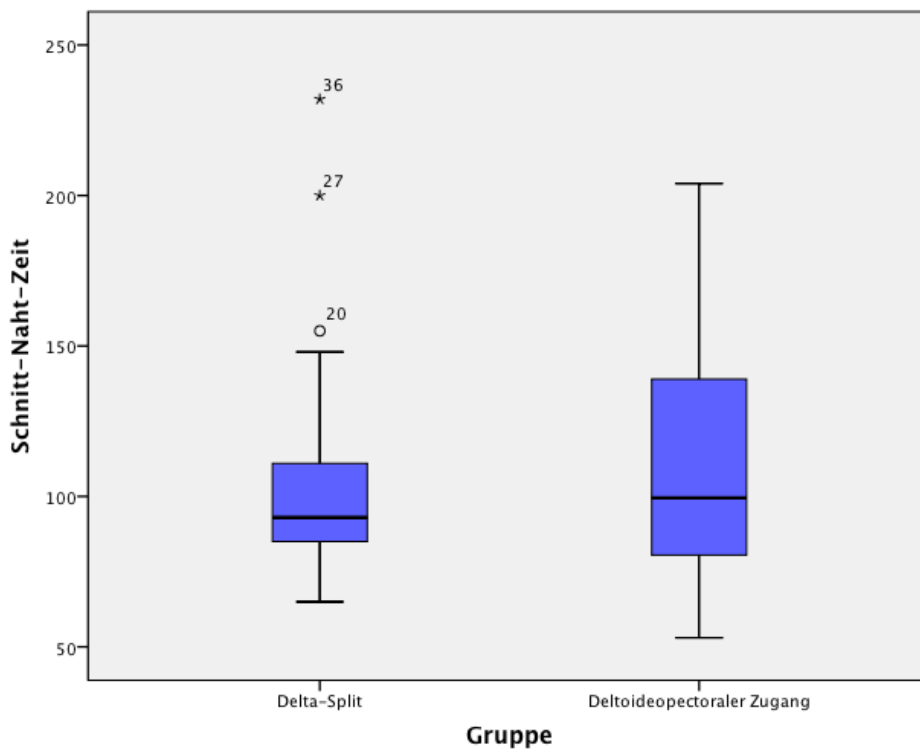


Abbildung 37: Schnitt-Naht-Zeit in Minuten

Die Dauer des stationären Aufenthaltes differierte im Mittel nicht signifikant ($p=0,22$) und stellte sich auch im Boxplot verhältnismäßig ausgewogen dar (Abb. 38).

Ergebnisse

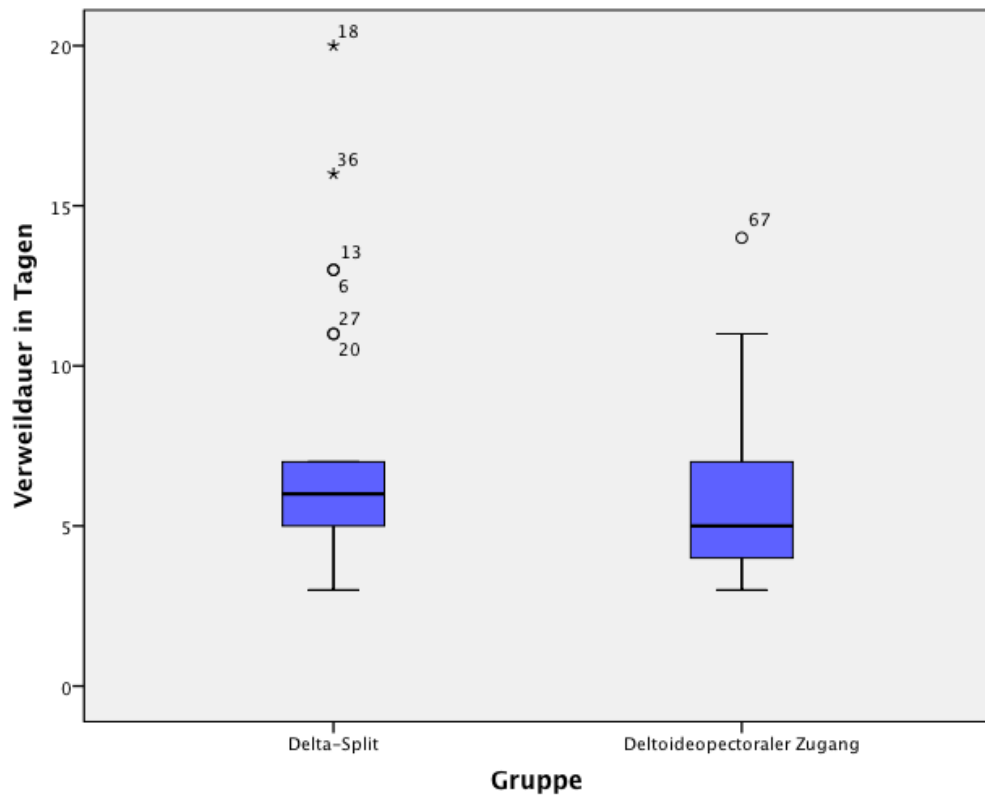


Abbildung 38: Verweildauer in Tagen

Diskussion

4.1 Einleitung

Bei der proximalen Humeruskopffraktur handelt es sich vornehmlich um eine Fraktur des älteren Menschen. Gehäuft sind Frauen betroffen und es besteht eine Komorbidität mit Osteoporose [48]. Diese erschwert die Verankerung von Plattenosteosynthesen und führt dadurch zu einer erhöhten Komplikationsrate mit schlechterem funktionellem Outcome [4, 15, 26]. Insbesondere bei höhergradigen 3- oder 4-part-Frakturen sind nach interner Fixation mit konventioneller nicht winkelstabiler (T-butress) Platte in zahlreichen Studien schlechte Ergebnisse und hohe Komplikationsraten beschrieben [68, 49]. Dies führte dazu, dass im letzten Jahrzehnt durch die AO / ASIF eine neue Generation winkelstabiler Implantate zum Einsatz am proximalen Humerus eingeführt wurde [12, 21]. Diese Locking Compression Plates ermöglichen eine dynamische Kompression der Fragmente und erreichen im Vergleich zu konventionellen winkelstabilen Platten eine stabilere Fixation, ohne die Durchblutung durch Periostkompression zu beeinträchtigen [74, 79, 82, 85, 86].

Bereits eine Vielzahl klinischer Studien hat den Operationserfolg untersucht, der durch offen chirurgische interne Fixation mit winkelstabilen Plattenosteosynthesen erreicht wurde, wobei die meisten über ein gutes funktionelles Outcome berichten [8, 20, 42, 47, 82]. Insbesondere bei schlechter Knochenqualität durch Osteoporose konnte durch den Einsatz winkelstabiler Platten, im Gegensatz zur konventionellen T-butress-Platte, eine stabile Verankerung im Knochen erreicht werden [8, 20, 47].

4.2 Fragestellung der Studie

Über den Nutzen winkelstabiler Platten herrscht somit weitgehend Klarheit. Unklar ist jedoch weiterhin, mit welcher Methode sich ein solches Implantat am besten in das Zielgebiet einbringen lässt.

Initial hatte sich der deltoideopectorale Zugang als Standardzugang zum proximalen Humerus durchgesetzt und ist auch heute noch eine der am häufigsten verwendeten Zugangsformen. Der Delta-Split wurde primär für den Einsatz bei Operationen der Rotatorenmanschette [38] und zum Einbringen von Marknägeln [73] entwickelt. Im Zuge des Aufkommens minimal invasiver Operationsmethoden wurde seine Indikation jedoch erweitert, sodass er heutzutage auch zur minimal invasiven Osteosynthese mit Einbringen einer winkelstabilen Platte in sliding-in Technik angewendet wird.

Beide Zugangsformen verfügen über Vor- und Nachteile. Die Frage, welche nun jedoch die überlegene Methode darstellt, wird unter Chirurgen kontrovers diskutiert.

4.3 Das funktionelle Outcome im Vergleich

Das funktionelle Outcome winkelstabiler Plattenosteosynthesen in der Therapie proximaler Humerusfrakturen ist bereits Bestandteil einer Vielzahl an Studien geworden [8, 20, 22, 23, 33, 47, 50, 81, 82]. Dem gegenüber besteht jedoch ein Mangel an Daten hinsichtlich des Long-time Outcomes. Zum Zeitpunkt dieser Studie liegt nur eine Arbeit vor, publiziert von Hepp et al. [34], die den Einfluss der Zugangsform nach Implantation einer LC-Osteosynthese bei proximalen Humerusfrakturen über den Zeitraum eines Jahres untersucht: Hier wurden 83 Patienten (Follow-up nach drei, sechs und zwölf Monaten) erfasst, von denen 39 Patienten über einen anterolateralen Delta-Split und 44 Patienten über einen deltoideopectoralen Zugang mit einer winkelstabilen Platte versorgt wurden.

Zusammenfassend wurde beobachtet, dass die Wahl der Zugangsform das funktionelle Outcome beeinflussen kann. So wurde von Patienten der Delta-Split-Gruppe in der ersten Untersuchung nach drei Monaten ein signifikant besseres Ergebnis im Constant-Score erreicht ($p=0,02$). Nach sechs Monaten wurde kein signifikanter Unterschied mehr beobachtet ($p=0,4$) bei leichter Tendenz zugunsten des deltoideopectoralen Zugangs. In der Untersuchung nach 12 Monaten bestätigte sich dies bei einem im Vergleich signifikant besserem Ergebnis im Constant-Score ($p=0,004$) zugunsten der Gruppe des deltoideopectoralen Zugangs. Bei Betrachtung der Subgruppen des Constant-Score zeigte sich ein niedrigeres Schmerzniveau und eine bessere Bewältigung von Alltagsaktivitäten in den ersten drei Monaten postoperativ sowie mehr Kraft in den ersten sechs Monaten postoperativ in der Delta-Split-Gruppe. Die Beweglichkeit stellte sich divers dar bei stets signifikant besserem Ergebnis für Anteversion / Abduktion in der DP-Gruppe. Die Innenrotation gelingt initial besser in der DS-Gruppe, was sich jedoch nach 12 Monaten zugunsten der DP-Gruppe relativiert. Das bezüglich der Außenrotation überlegene Ergebnis der DP-Gruppe nach 3 Monaten kann in den beiden Folgeuntersuchungen nicht mehr reproduziert werden.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen beschreibt unsere Studie bei einer noch deutlich längeren Follow-up-time keinen signifikanten Unterschied im funktionellen Outcome beider Gruppen. Der erhobene Constant-Score betrug im Mittel 72,8 Punkte in der DP-Gruppe und 75,1 Punkten in der DS-Gruppe und ist somit vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien, die nach Einbringen einer

Diskussion

winkelstabilen Platte zur Fixation proximaler Humerusfrakturen Ergebnisse zwischen 71 und 76 Punkten im Constant-Score angeben [8, 20, 42, 47, 82].

Auch bei weiterer Differenzierung beider Gruppen nach Alter, Geschlecht, dominanter Seite, Frakturform, Risikofaktoren und Metallentfernung zeigte sich im Constant-Score kein signifikanter Unterschied, sodass auch im Speziellen kein Vorteil zugunsten einer bestimmten Zugangsform besteht. Dementsprechend ergab sich ebenfalls in den alltagsorientierten Scores (ASES, Simple-Shoulder-Score, Quick-DASH) sowie in den ergänzenden klinischen Tests kein relevanter Unterschied. Interessanterweise stellten Hepp et al. [34] im DASH in der 12-Monats-Follow-up Untersuchung, im Gegensatz zum Ergebnis des Constant-Scores, ebenfalls keinen signifikanten Unterschied beim Vergleich der beiden Zugangsformen fest.

Radiologisch stellten sich hinsichtlich der anatomischen Lage der reponierten Frakturfragmente vergleichbare Resultate beider Gruppen dar.

4.4 Ein vielschichtiges Thema: Zugangsspezifische Komplikationen

In unserer Studie lag die Komplikationsrate des deltoideopectoralen Zugangs signifikant über der des Delta-Split, was eine ebenfalls signifikant erhöhte Anzahl an Revisionseingriffen in der DP-Gruppe erforderlich machte.

Interessant ist, dass die höhere Anzahl an Revisionseingriffen in der DP-Gruppe nicht der längeren Follow-up Zeit dieser Gruppe geschuldet ist. Im Mittel unterscheidet sich das Intervall zwischen Operation und Revision in der DS-Gruppe (300,8 Tage) nicht signifikant ($p = 0,70$) von der DP-Gruppe (336,2 Tage). Zur weiteren Untersuchung dieses Phänomens müssten Ergebnisse einer präoperativen Follow-up Untersuchung vor Revisionseingriff sowie einer Untersuchung am Rest der Studienteilnehmer nach einem im Mittel vergleichbaren Zeitfenster vorliegen. Diese Daten stehen aufgrund des retrospektiven Studiendesigns jedoch nicht zur Verfügung.

Entscheidend ist, dass die höhere Komplikationsrate des deltoideopectoralen Zugangs, wie bereits geschildert, keine Entsprechung im Langzeit-Outcome findet.

4.4.1 Die avaskuläre Nekrose

Als entscheidender Nachteil des deltoideopectoralen Zugangs wird das höhere Risiko einer Verletzung der anterioren Blutgefäße aufgrund eines möglicherweise schlechteren Zugangs zum lateralen Zielgebiet mit fälschlich anteriorer Positionierung der Platte und einer hierdurch höheren Rate avaskulärer Nekrosen diskutiert [22, 23, 24]. In zahlreichen Studien zur arteriellen Versorgung des Humeruskopfes und ihrer Bedeutung für die Frakturbehandlung herrscht weitgehend Konsens, dass die anterioren Blutgefäße für die Durchblutung des Humeruskopfes maßgeblich verantwortlich sind. Hinsichtlich der Bedeutung der weiteren Aufzweigungen dieses Gefäßes und des Einflusses posteriorer Anastomosen herrscht aufgrund der sehr unterschiedlichen Ergebnisse dieser Studien jedoch weiterhin keine vollständige Klarheit [10, 18, 25, 51, 60, 70]. Im Gegensatz dazu ist jedoch bewiesen, dass die Schwere des Traumas und die daraus resultierende

Diskussion

Frakturform die Gefäßversorgung des proximalen Humerus beeinflusst und mit zunehmender Schwere die Auftretenswahrscheinlichkeit einer avaskulären Nekrose ansteigt [37].

Unter diesen Gesichtspunkten muss also eine sekundäre iatrogene Verschlechterung der Gefäßsituation durch Manipulation an den potentiell scharfen Knochenfragmenten sowie eine Traumatisierung im Rahmen der Dissektion und des Einbringens der Platte vermieden werden. Gardner et al. [24] untersuchten an Leichen die Zusammenhänge zwischen dem lateralen Zielgebiet winkelstabiler Plattenosteosynthesen und der Gefäßversorgung des Humeruskopfes. Nach anterolateralem Einbringen einer LC-Plattenosteosynthese über einem 30 mm großen gefäßfreien Bereich am lateralen proximalen Humerus (Abb. 9: bare spot), kam keine Beeinträchtigung der anterioren oder posterioren Blutgefäße zur Darstellung. Es zeigte sich jedoch, dass die anterioren Blutgefäße mit einem Abstand von 4 mm deutlich näher am bare spot lagen als die posterioren mit einem Abstand von 8 mm. Somit besteht bei falsch anteriorem Einbringen der Platte das Risiko der Gefäßkompression durch diese. Die A. circumflexa humeri anterior stellte sich direkt im Zugangsweg des deltoideopectoralen Zugangs dar. Die Autoren zogen das Resümee, dass der direkte Zugang zur gefäßfreien Fläche das Risiko iatrogenen Gefäßkomplikationen reduzieren kann. Dies wäre beim Delta-Split der Fall.

Gut vereinbar mit diesen Überlegungen stellten wir eine signifikant höhere Rate avaskulärer Nekrosen ($p=0,05$) in der mittels deltoideopectoralen Zugang behandelten Gruppe fest.

Die Autoren Greiner et al. [27] beobachteten ein doppelt so häufiges Auftreten avaskulärer Nekrosen, beim Vergleich der Follow-up Untersuchung 45 Monate und der ersten 12 Monate nach Implantation einer winkelstabilen Plattenosteosynthese bei proximalen Humerusfrakturen. Dies ist vergleichbar mit unseren Ergebnissen, denen zufolge 57 Prozent der avaskulären Nekrosen bei Patienten mit einer Follow-up-time von mehr als drei Jahren festgestellt wurden. Bei einer durchschnittlichen Follow-up-time von nur 1,6 Jahren in der Delta-Split Gruppe könnte somit ein längerer Beobachtungszeitraum zu anderen Ergebnissen führen.

Bei den meisten Patienten unserer Studie, die eine avaskuläre Nekrose entwickelten, bestand eine 4-part-Fraktur. Letztlich kann nicht sicher differenziert werden, ob das zur Fraktur führende Trauma oder der operative Eingriff für die Durchblutungsstörung

verantwortlich war. Die annähernd symmetrische Verteilung von 4-part-Frakturen auf beide Gruppen spricht jedoch für eine gute Vergleichbarkeit.

4.4.2 Die Affektion von Weichteilen und Frakturfragmenten

Zum zielgenauem Einbringen der Platte mit Schonung der anterioren Blutgefäße, ist beim deltoideopectoralen Zugang aufgrund der Distanz zwischen Schnittstelle und Zielgebiet eine substantielle Weichteildurchtrennung mit Muskelretraktion und Manipulation am Humerus erforderlich. Es wird angenommen, dass hierdurch vermehrt Fragmentverlagerungen und Weichteilkomplikationen entstehen können [22, 23, 24]. Einige Autoren empfehlen deshalb sogar ein partielles Ablösen des M. deltoideus [31, 57], ein Verfahren, das mit Zurückhaltung angewendet werden sollte, da ein Ablösen von mehr als einem Fünftel des vorderen deltoidalen muskuloskeletalen Ansatzes die Funktionalität insbesondere hinsichtlich Anteversion und Abduktion deutlich beeinträchtigen kann [1].

Doch auch der direkte Zugang durch den Musculus deltoideus wie beim Delta-Split könnte Nachteile aufweisen. So vermuten die Autoren Hepp et al. eine langfristig bessere Funktion des deltoideopectoralen Muskels beim Belassen als intakte Einheit, aufgrund des signifikant besseren Langzeit-Outcomes (Constant-Score) in der Ein-Jahres-Follow-up Untersuchung ihrer Studie [34].

Unsere Ergebnisse widersprechen diesen jedoch. Bei einer minimalen Follow-up-time von über einem Jahr beim deltoideopectoralen Zugang müsste dieser Effekt auch in unserer Studie wirksam sein. Wir prüften, ob die erhöhte Komplikationsrate des deltoideopectoralen Zugangs diesen Vorteil maskieren könnte, da jedoch auch nach Ausschluss der an Komplikationen leidenden Patienten im Vergleich beider Zugangsformen kein besseres Outcome durch die DP-Gruppe erzielt werden konnte, schließen wir dies aus.

4.4.3 Die Axillarisparese

Die Gefahr den Axillarnerven im Rahmen einer anterolateralen Platten-Implantation zu verletzen, ist seit jeher als größter Nachteil dieser Zugangsform betrachtet worden. Der N. axillaris verläuft auf immer ähnliche Weise und kreuzt potentiell vor dem mittleren Drittel der Platte (Abb. 9) [2, 9, 23, 46, 84]. Die Autoren Gardner et al.

Diskussion

[23], Laflamme et al. [50] sowie Hepp et al. [34] beobachteten beim Einsatz des Delta-Splits zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen keine erhöhte Rate an Verletzungen des N. axillaris. Auch in unserer Studie stellten wir keine Verletzung des Axillarnerven nach Implantation über Delta-Split fest, jedoch eine nach Einbringen der Platte über einen deltoideopectoralen Zugang. Wir betrachten deshalb den Delta-Split-Zugang bei ordnungsgemäßer Anwendung diesbezüglich als sichere Variante zum traditionellen deltoideopectoralen Zugang. Wie bei Smith et al. [80] beschrieben, sollte hierfür der Nerv intraoperativ ständig palpiert werden. Es sollte eine lange PHILOS-Platte gewählt werden, sodass die Schrauben in einem sicheren Abstand ober- und unterhalb des Axillarnervs eingebracht werden, da sich die mittleren Löcher der LC-Platte als unsicher erwiesen haben [80]. Beim Einbringen der Platte ist auf ständigen Knochenkontakt zu achten, damit der Nerv nicht unter der Platte zu Liegen kommt [72]. Letztlich sollte die perkutane Schraubenplatzierung über Stichinzisionen und nach stumpfem Spreizen der Weichteile in horizontaler Richtung (parallel zum N. axillaris) mit den Trokar-Bohrhülsen des Zielbügel-Systems erfolgen [72]. Alternativ ist die Platzierung auch über einen ca. 3 cm langen Schnitt über dem distalen Anteil der Platte möglich, wobei eine visuelle Darstellung der Platte unter Verwendung von Retraktoren entscheidend ist, um eine Kompromittierung von Weichteilen und Nerven zu vermeiden.

4.5 Perioperative Prozesszeiten

Bei vergleichbaren Rahmenbedingungen zeigte sich hinsichtlich der Schnitt-Naht-Zeit ein deutlicher Trend zugunsten einer kürzeren Operationsdauer beim Delta-Split. Dies ist vereinbar mit den Ergebnissen von Hepp et al., die eine signifikant ($p=0,01$) kürzere OP-Zeit bei Anwendung des Delta-Split feststellten.

4.6 Grenzen der Studie

Die beiden Gruppen unserer Studie sind hinsichtlich potentieller Einflussfaktoren wie Altersverteilung, Fraktur der dominanten Seite, Frakturform (Codman) und Risikofaktoren ähnlich strukturiert. Abweichungen zeigten sich in der Geschlechtsverteilung sowie in der Anzahl der vor Follow-up durchgeführten Metallentfernungen. Ein relevanter Einfluss auf Scoring-Systeme oder klinische Tests konnte jedoch weitgehend ausgeschlossen werden.

Eine potentielle Schwäche ist der Mangel einer Methode zur objektiven und quantitativen Beurteilung des N. axillaris und Erfassung einer eventuellen Atrophie des M. deltoideus (z.B. EMG oder MRT).

CT-Schnittbilder, die im Vergleich zum konventionellen Röntgen eine größere Sicherheit zur Frakturklassifikation bieten, lagen nur bei 17% der Patienten vor.

Da in unserer retrospektiven Studie die Follow-up Untersuchung nicht nach einem einheitlichen Zeitintervall durchgeführt werden konnte und unmittelbar postoperativ sowie vor Revisionseingriff kein Constant-Score erhoben wurde, ist die Vergleichbarkeit der Gruppen etwas eingeschränkt. So könnte beispielsweise ein längerer Beobachtungszeitraum in der Delta-Split Gruppe zu anderen Ergebnissen hinsichtlich der Häufigkeit avaskulärer Nekrosen führen.

Der Vorteil unseres Studiendesigns ist die große Anzahl an Patienten, die unter vergleichbaren Bedingungen behandelt wurden und die lange Follow-up-time, die ein größeres Intervall zu beobachten erlaubt, als es in den meisten vergleichbaren Studien der Fall ist.

Zusammenfassung

In unserer Studie ließ sich beim Vergleich des anterolateralen Delta-Split Zugangs und des deltoideopectoralen Zugangs nach Einbringen einer winkelstabilen Platte bei proximalen Humerusfrakturen letztlich kein signifikanter Vorteil zugunsten einer bestimmten Zugangsform hinsichtlich des funktionellen und radiologischen Langzeit-Outcomes feststellen.

Auch bei Betrachtung relevanter zugangsspezifischer Komplikationen wie Axillarisparese und Humerusnekrose können trotz höherer Komplikationsrate beim deltoideopectoralen Zugang letztlich keine stichhaltigen Unterschiede herausgearbeitet werden. Auffällig war jedoch eine vermehrte Anzahl an Revisionseingriffen in der deltoideopectoralen Gruppe nach einem vergleichbaren postoperativen Intervall.

Der Delta-Split stellt somit bei sachgemäßer Anwendung mit Darstellung des N. axillaris unter Verwendung einer langen (5-Loch) PHILOS-Platte ein sichere Alternative zum bewährten deltoideopectoralen Zugang dar.

Letztlich werden jedoch weitere, vor allem prospektive angelegte randomisierte Multicenterstudien notwendig sein, um die Vorteile minimal invasiver Osteosynthesen in der Behandlung proximaler Humerusfrakturen aufzuzeigen und eventuelle Nachteile im Langzeit-Outcome auszuschließen. Die Einflussnahme der Komorbiditäten auf die Komplikationsrate sollte gesondert untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- [1] **Allolio, B., Dambacher, M., Dreher, R., Felsenberg, D.**
Osteoporosis in the male.
Med Klein, 95 (2000) 327-338
- [2] **Apaydin, N., Tubbs, R., Loukas, M., Duparc, F.**
Review of the surgical anatomy of the axillary nerve and the anatomic basis of its iatrogenic and traumatic injury.
Surg Radiol Anat, 32 (2009) 193-201
- [3] **Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (2009)**
Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose im Erwachsenenalter.
(<http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/034-003k.htm>)
Stand: 03.03.2010
- [4] **Barrios, C., Brostrom, L., Stark, A., Walheim, G.**
Healing complications after internal fixation of trochanteric hip fractures: the prognostic value of osteoporosis.
J Orthop Trauma, 7 (1993) 438-442
- [5] **Basti, J., Dionysian, E., Sherman, P., Bigliani, L.**
Management of proximal humeral fractures.
J Hand Ther, 7 (1994) 111-121
- [6] **Benger, U., Johnell, O., Redlund-Johnell, I.**
Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. A study of 2125 fractures.
Clin Orthop Relat Res, 231 (1988) 179–182

- [7] **Berchtold, R., Bruch, H.P., Trentz, O.**
„Chirurgie“
Urban & Fischer Verlag / Elsevier GmbH, München , 2005
- [8] **Bjorkenheim, J.P., Pajarinen J., Savolainen, V.**
Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate:
a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year.
Acta Orthop Scand, 75 (2004) 741-745
- [9] **Bono, C.M., Grossman, M.G., Hochwald, N., Tornetta, P. 3rd.**
Radial and axillary nerves. Anatomic considerations for humeral fixation.
Clin Orthop Relat Res, 373 (2000) 259-264
- [10] **Brooks, C.H., Revell, W.J., Heatley, F.W.**
Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. An
anatomical cadaver study.
J Bone Joint Surg Br, 75 (1993) 132-136
- [11] **Bundeszentrale für politische Bildung (2008)**
Demographischer Wandel
(<http://www1.bpb.de/files/TTWVK6.pdf>)
Stand: 24.02.2010
- [12] **Chudik, S.C., Weinhold, P., Dahnert, L.E.**
Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a
biomechanical study of a new device.
J Shoulder Elbow Surg, 12 (2003) 578-588
- [13] **Conboy, V.B., Morris, R.W., Kiss, J., Carr, A.J.**
An evaluation of the constant-murley shoulder assessment.
J Bone Joint Surg Br, 78 (1996) 229-232

- [14] **Constant, C.R., Murley, A.H.**
A clinical method of functional assessment of the shoulder.
Clin Orthop Relat Res, 214 (1987) 160-164
- [15] **Cordasco, F.A., Bigliani L.U.**
Complications of proximal humerus fractures.
Tech Orthop, 12 (1997) 1-50
- [16] **Court-Brown, C.M., Garg, A., McQueen, M.M.**
The translated two-part-fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient.
J Bone Joint Surg Br, 83 (2001) 799-804
- [17] **Crown Metal Works (2011)**
Orthopedic Implants.
(http://www.crownmetalworks.com/orthopedic_implants.html)
Stand: 20.04.2011
- [18] **Duparc, F., Muler, J.M., Fréger, P.**
Arterial blood supply of the proximal humeral epiphysis.
Surg Radiol Anat, 23 (2001) 185-190
- [19] **Echtermeyer, V., Bartsch, S.**
„Praxisbuch Schulter“.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1996
- [20] **Fankhauser, F., Boldwin, C., Schippinger, G., Haunschmid, C., Szyszkowitz, R.**
A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus.
Clin Orthop Relat Res, 430 (2005) 176-81
- [21] **Frigg, R.**
Development of the Locking Compression Plate.
Injury, 34 (2003) 6-10

- [22] **Gardner, M.J., Boraiah, S., Helfet, D.L., Lorich, D.G.**
The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus.
J Orthop Trauma, 22 (2008) 132-137
- [23] **Gardner, M.J., Griffith, M.H., Dines, J.S., Briggs, S.M., Weiland, A.J., Lorich, D.G.**
The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to proximal humerus.
Clin Orthop Relat Res, 434 (2005) 123-129
- [24] **Gardner, M.J., Voos, J.E., Wanich, T., Helfet, D.L., Lorich, D.G.**
Vascular implications of minimally invasive plating of proximal humerus fractures.
J Orthop Trauma, 20 (2006) 602-607
- [25] **Gerber, C., Schneeberger, A.G., Vinh, T.S.**
The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study.
J Bone Joint Surg Am, 72 (1990) 1486-1494
- [26] **Giannoudis, P.V., Schneider, E.**
Principles of fixation of proximal humeral fractures.
J Bone Joint Surg Br, 88 (2006) 1272-1278
- [27] **Greiner, S., Kääh, M.J., Haas, N.P., Bail, H.J.**
Humeral head necrosis rate at mid-term follow-up after open reduction and angular stable plate fixation for proximal humeral fractures.
Injury, Int. J Care Injured, 40 (2009) 186-91
- [28] **Habermeyer, P.**
Die Humeruskopffraktur.
Unfallchirurg, 100 (1997) 820-837

- [29] **Habermeyer, P., Magosch, P., Lichtenberg, S.**
„Classifications and Scores of the Shoulder“
Springer Medizin Verlag, Berlin-Heidelberg, 2006
- [30] **Hauser-Bischof, C.**
„Schulterrehabilitation in der Orthopädie und Traumatologie“
Georg Thieme Verlag, Zürich, 2003
- [31] **Hawkins, R.J., Kiefer, G.N.**
Internal fixation techniques for proximal humeral fractures.
Clin Orthop Relat Res, 223 (1987) 77-85
- [32] **Helmy, N., Hintermann, B.**
New trends in the treatment of proximal humerus fractures.
Clinical Orthopaedics and Related Research, 442 (2006) 100-108
- [33] **Hente, R., Kampshoff, J., Kinner, B., Fuchtmeier, B., Nerlich, M.**
Treatment of dislocated 3- and 4-part fractures of the proximal humerus with angle-stabilizing fixation plate.
Unfallchirurg, 107 (2004) 769-782
- [34] **Hepp, P., Theopold, J., Voigt, C., Engel, T., Josten, C., Lill, H.**
The surgical approach for locking plate osteosynthesis of displaced proximal humeral fractures influences the functional outcome.
J Shoulder Elbow Surg, 17 (2008) 21-28
- [35] **Hepp, W.R., Debrunner, H.U.**
„Orthopädisches Diagnostikum“
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2004
- [36] **Herold, G.**
„Innere Medizin“
Gerd Herold, Köln, 2005

- [37] **Hertel, R., Hepfing, A., Stiehler, M., Leuning, M.**
Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus.
J Shoulder Elbow Surg, 13 (2004) 427-433
- [38] **Hessmann, M.H., Hansen, W.S., Krummenauer, F., Pol, T.F., Rommens, P.M.**
Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures: a biochemical evaluation.
J Trauma, 58 (2005) 1194-1201
- [39] **Institute for Work & Health (2009)**
The DASH outcome measure.
(http://www.dash.iwh.on.ca/outcome_quick.htm)
Stand: 22.03.2010
- [40] **Jauch, K.W.**
„Chirurgie Basisweiterbildung“
Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007.
- [41] **Katolik, L.I., Romeo, A.A., Cole, B.J., Verma, N.N., Hayden, J.K., Bach, B.R.**
Normalization of the Constant Score.
J Shoulder Elbow Surg, 14 (2005) 279-285
- [42] **Kettler, M., Biberthaler, P., Braunstein, V., Zeiler, C., Kroetz, M., Mutschler, W.**
Treatment of proximal humeral fractures with the PHILOS angulare stable plate. Presentation of 225 cases of dislocated fractures.
Unfallchirurg, 109 (2006) 1032-1040

- [43] **King, G.J., Richards, R.R., Zuckerman J.D., Blasler, R., Dillman, C., Friedman, R.J., Gartsman, G.M., Iannotti, J.P., Murnahan, J.P., Mow, V.C., Woo, S.L.**
A standardized method for assessment of elbow function. Research Committee, American Shoulder and Elbow Surgeons.
J Shoulder Elbow Surg, 8 (1999) 351-354
- [44] **Kirkley, A., Griffin, S., Dainty, K.**
Scoring systems for the functional assessment of the shoulder.
Arthroscopy, 19 (2003) 1109-1120
- [45] **Klepp, S., Auerbach, J., Calhon, O., Lin, J., Cleeman, E., Flatow, E.**
A cadaveric study on the anatomy of the deltoid insertion and its relationship to the deltopectoral approach to the proximal humerus.
J Shoulder Elbow Surg, 13 (2004) 333-337
- [46] **Kontakis, G.M., Steriopoulos, K., Damilakis, J., Michalodimitrakis, E.**
The position of the axillary nerve in the deltoid muscle. A cadaveric study.
Acta Orthop Scand, 70 (1999) 9-11
- [47] **Koukakis, A., Apostolou, C.D., Taneja, T., Korres, D.S., Amini, A.**
Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience.
Clin Orthop Relat Res, 442 (2006) 115-120
- [48] **Kristiansen, B., Barfod, G., Bredeesen, J., Erin-Madsen, J., Grump, B., Horsnaes, M.W., Aalberg, J.R.**
Epidemiology of proximal humeral fractures.
Acta Orthop Scand, 58 (1987) 75-77
- [49] **Kristiansen, B., Christensen, S.W.**
Plate fixation of proximal humeral fractures.
Acta Orthop Scand, 57 (1986) 320-323

- [50] **Laflamme, G.Y., Rouleau, D.M., Berry, G.K., Beaumont, P.H., Reindl, R., Harvey, E.J.**
Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of prospective multicenter clinical trail.
J Orthop Trauma, 22 (2008) 153-158
- [51] **Laing, P.G.**
The arterial supply of the adult humerus.
J Bone Joint Surg Am, 38 (1956) 1105-1116
- [52] **Lill, H., Hepp, P., Gowin, W., Oestmann, Korner, J., Haas, N.P., Josten, C., Duda, G.N.**
Age- and gender-related distribution of bone mineral density and mechanical properties of the proximal humerus.
Rofo, 174 (2002) 1544-1550
- [53] **Lill, H., Hepp, P., Rose, T., König, K., Josten, C.**
Die winkelstabile Plattenosteosynthese (LPHP®) proximaler Humerusfrakturen über den kleinen anterolateralen Delta-Splitting-Zugang - Technik und erste Ergebnisse.
Zentralbl Chir, 129 (2004) 43-48
- [54] **Lill, H., Marquass, B. Hepp, P., Voigt, C., Sandmann, G.H., Rose, T., Imhoff, A.B., Strohm, P.C., Südkamp, N.P., Josten, C.**
„Die proximale Humeruskopffraktur“
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2006
- [55] **Lindt T., Kroner, K., Jensen, J.**
The epidemiology of fractures of the proximal humerus.
Arch Orthop Trauma Surg, 108 (1989) 285-287

- [56] **Liu, K.Y., Chen, T.H., Shyu, J.F., Wang, S.T., Liu, J.Y., Chou, P.H.**
Anatomic study of the axillary nerve in a Chinese caveric population.
Arch Orthop Trauma Surg, 131 (2011) 669-674
- [57] **Martini, M.**
The sub-deltoid approach to the metaphyseal region of the humerus.
J Bone Joint Surg Am, 58 (1976) 377-379
- [58] **Medical Device Solution AG** (2011)
Das IsoForceControl Muskelkraft-Analysegerät, zur Messung der Muskelkraft.
(http://www.mds-ag.ch/pdf/Flugblatt_IFC_D.pdf)
Stand: 21.04.2011
- [59] **Menck, J., Döbler, A., Döhler, J.R.**
Vaskularisation des Humerus.
Langenbecks Arch Chir, 382 (1997) 123-127
- [60] **Meyer, C., Alt, V., Hassanin, H., Heiss, C., Stahl, J.P., Giebel, G.,
Koebke, J., Schnettler, R.**
The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment.
Surf Radiol Anat, 27 (2005) 232-237
- [61] **Moll, K.J.**
„Anatomie“
Urban & Fischer Verlag, München, 2002
- [62] **Müller, A.S.**
„Manual der Osteosynthese“
Springer Medizin Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1992.
- [63] **Müller, M.**
„Chirurgie für Studium und Praxis“
Breisbach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste, 2007

- [64] **Nassar, J.A., Wirth, M.A., Burkhart, S.S., Scheck, R.C. Jr.**
Morphology of the axillary nerve in an anteroinferior shoulder arthroscopy portal.
Arthroscopy, 13 (1997) 600-605
- [65] **Neer, C.S. 2nd**
Displaced Proximal Humeral Fractures: PART I. CLASSIFICATION AND EVALUATION.
J Bone Joint Surg Am, 52 (1970) 1077-1089
- [66] **Oestern, H., Jansen, T.**
Oberarmkopffrakturen.
Trauma Berufskrankh, 3 (2001) 536-539
- [67] **Orthopedic Surgery and Sports Medicine at the University of Washington.**
Simple Shoulder Test
(http://www.orthop.washington.edu/uw/simpleshoulder/tabID__3376/ItemID__186/PageID__356/Articles/Default.aspx)
Stand: 22.03.2010
- [68] **Paavolainen, P., Bjorkenheim, J.M., Slätis, P., Pauku, P.**
Operative treatment of severe proximal humeral fractures.
Acta Orthop Scand, 54 (1983) 374-379
- [69] **Palvanen, M., Kannus, P., Parkkari, J., Pitkälä, T., Pasanen, M., Vuori, I., Järvinen, M.**
The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls.
Osteoporos int. 11 (2000) 822-831

- [70] **Panagopoulos, A.M., Dimakopoulos, P., Tyllianakis, M., Karnabatidis, D., Siablis, D., Papadopoulos, A.X., Lambriris, E., Kraniotis, P., Sakellaropoulos, G.**
Valgus impacted proximal humeral fractures and their blood supply after transosseous suturing.
Int Orthop, 28 (2004) 333-7
- [71] **Rabady, S., Rebhandl, E., Sönnichsen, A., Kunnamo, I.**
„EbM-Guidelines“
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2009
- [72] **Röderer, G., Böckers, T., Kinzl, L., Gebhard, F.**
„Der kleine anterolaterale Deltasplitt zur minimal-invasiven Frakturversorgung am proximalen Humerus: eine anatomische Studie“
German Medical Science GMS Publishing House, Düsseldorf, 2009
- [73] **Rommens, P.M., Blum, J., Runkel, M.**
Retrograde nailing of humeral shaft fractures.
Clin Orthop Relat Res, 350 (1998) 26-39
- [74] **Rüedi, T.P., Buckley, R.E., Moran, C.G.**
„AO Principles of Fracture Management“
AO Publishing, Davos, 2007
- [75] **Scharf, H.P., Rüter, A., Pohlemann, T., Marzi, I., Kohn, D., Günther, K.P.**
„Orthopädie und Unfallchirurgie“
Urban & Fischer Verlag, München, 2009
- [76] **Schünke, M.**
„Prometheus, Lernatlas der Anatomie“
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2007

- [77] **Seebeck, J., Lill, C., Morlock, M.M., Schneider, E.**
Implantatverankerung in osteoporotischem Knochen mittels monokortikaler Schrauben.
Trauma Berufskrankh, 411 (1999) 411-414
- [78] **Siebenrock, K.A., Gerber, C.**
The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus.
J Bone Joint Surg Am, 75 (1993) 1751-1755
- [79] **Siffri, P., Peindl, R.D., Coley, E.R., Norton, J., Connor, P.M., Kellam, J.F.**
Biochemical analysis of blade plate versus locking plate fixation for a proximal humerus fracture: comparison using cadaveric and synthetic humeri.
J Orthop Trauma, 20 (2006) 547-554
- [80] **Smith, J., Berry, G., Laflamme, Y., Blain-Pare, E., Reindl, R., Harvey, E.**
Percutaneous insertion of a proximal humeral locking plate: an anatomic study.
Injury, 38 (2007) 206-211
- [81] **Solberg, B.D., Moon, C.N., Franco, D.P., Paiement, G.D.**
Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures.
J Bone Joint Surg Am, 91 (2009) 1689-1697
- [82] **Südkamp, N., Bayer, J., Hepp, P., Voigt, C., Oestern, H., Kääh, M., Luo C., Piecko, M., Wendt, K., Köstler, W., Konrad, G.**
Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study.
J Bone Joint Surg Am, 91 (2009) 1320-1328

[83] **Synthes (2011)**

LCP Percutaneous Aiming System 3.5

(http://www.synthes.com/html/fileadmin/Shared/shop/CH_Marketing/Promo/Printed_Materials/Trauma/016.001.024.pdf)

Stand: 17.04.2011

[84] **Traxler, H., Surd, R., Laminger, K.A., Windisch, A., Sora, M.C., Fibras, W.**

The treatment of subcapital humerus fracture with dynamic helix wire and the risk of concomitant lesion of the axillary nerve.

Clin Anat, 14 (2001) 418-423

[85] **Walsh, S., Reindl, R., Harvey, E., Berry, G., Beckman, L., Steffen, T.**

Biochemical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model.

Clin Biomech (Bristol, Avon), 21 (2006) 1027-1031

[86] **Weinstein, D.M., Bratton, D.C., Ciccone, W.J. 2nd, Elias, J.J.**

Locking plates improve torsional resistance in the stabilization of three-part proximal humeral fractures: a biochemical evaluation.

J Shoulder Elbow Surg, 15 (2006) 239-243

[87] **Yian, E.H., Ramappa, A.J., Arneberg, O., Gerber, C.**

The Constant Score in normal shoulders.

J. Shoulder Elbow Surg 14, (2005) 128-133

Anhang

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"/>	<input type="checkbox"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/25/.....

III. Aktivitäten des täglichen Lebens

- Sind Sie voll arbeitsfähig? ja nein
- Können Sie Ihre Freizeitaktivitäten uneingeschränkt ausüben? ja nein
- Wie schlafen Sie ? Ungestört zeitweise mit Erwachen gar nicht
- 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"/>	<input type="checkbox"/>	
[4] bis zur Brust	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[6] bis zum Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[8] bis zum Scheitel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
[10] über den Kopf hinaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>/20/.....

IV. Objektiver Bewegungsumfang

		Anteversio		Abduktion	
		links	rechts	links	rechts
[0] 0° - 30° - Gürtellinie	<input type="checkbox"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>
[4] 61° - 90° - Schulter / Hals	<input type="checkbox"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>
[8] 121° - 150° - über Kopf	<input type="checkbox"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>
				/20/.....

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

- 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"/>	<input type="checkbox"/>
[2] bis auf das Gesäß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
[4] bis zum oberen Gesäßansatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
[6] bis zur Gürtellinie am Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
[8] bis auf Höhe der unteren Rippen am Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
[10] bis zwischen die Schulterblätter	<input type="checkbox"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Auf der schmerzhaften oder betroffenen Seite schlafen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Den Rücken waschen / Den BH am Rücken schließen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Intimhygiene/Toilette	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Haare kämmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ein hohes Regal erreichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 4,5kg über Schulterniveau heben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Einen Ball werfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Gewohnte Arbeiten erledigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Gewohnten Sport ausüben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Simple-Shoulder-Score

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 Hemd/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 betroffen Arm unterhand (aus der Hüfte) werfen können?
 ja nein
10. Denken Sie, dass sie einen Ball 20m mit dem betroffen 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

Quick-DASH

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

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. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
3. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
4. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
5. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
6. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5

7. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

8. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
9. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
10. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

11. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche 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

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

Danksagung

Danken möchte ich zuerst Herrn Univ.-Prof. Dr. med. U. Stöckle, dem ehemaligen Leiter der Abteilung für Unfallchirurgie Klinikum rechts der Isar der TU München, für die Ermöglichung meiner Dissertation in seiner Abteilung.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. T. Freude für die freundliche Überlassung des Themas, die von Interesse geprägte Betreuung und Begleitung sowie den mir zur Verfügung gestellten Freiraum in persönlich schwerer Zeit.

Ebenfalls bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. med. F. Martetschläger, der mir mit seiner klinischen Erfahrung bei Auswertung und Niederschrift meiner Ergebnisse wichtige Anregungen gab.

Außerdem möchte ich den Mitarbeitern der Abteilung für Unfallchirurgie der Chirurgischen Klinik und Poliklinik, welche mich bei der Durchführung der Arbeit unterstützt haben, danken.

Ich danke allen Patienten, die sich bereit erklärten, an meinen Befragungen und Untersuchungen im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie teilzunehmen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Zuletzt gilt mein besonderer Dank meiner Schwester Dr. phil. Ursula Weier, meinen Eltern Ingrid und Prof. Dr. phil. habil. Winfried Weier sowie meiner Frau Claudia Weier für den nötigen familiären Rückhalt.

CURRICULUM VITAE

MICHAEL J. WEIER

AM HADERNER WINKEL 7, D-82061 NEURIED

MOBIL: 0173 / 43 83 148

E-MAIL: weier@me.com

PERSÖNLICHE ANGABEN

Geburtsdatum: 19.10.1980
Geburtsort: Würzburg
Familienstand: verheiratet
Staatsangehörigkeit: deutsch
Religion: römisch-katholisch
Ehefrau: Claudia Weier, *Studienrätin*
Kind: Justus Ferdinand Weier, * 09.11.2011
Eltern: Prof. Dr. phil. habil. Winfried Weier, *Professor für Philosophie*, em.
Ingrid Weier, *Lehrerin* i. R.
Geschwister: Dr. phil. Ursula Weier, *Mitarbeiterin am Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München*

BERUFSERFAHRUNG (Weiterbildung zum Facharzt für Allgemeinmedizin)

seit 01/2012 Allgemeine Innere mit Herzkatheterlabor, Stroke Unit und Palliativmedizin:
Normalstation mit Palliativzimmer, Intensivstation, Notaufnahme, Funktionsabteilung

Medizinische Klinik
Klinikum Starnberg/ CA Prof. Dr. med. P. Trenkwaller

07/2010 – 12/2011 Allgemeine Innere mit Dialysestation und Palliativmedizin:
Normalstation mit Palliativzimmer, Notaufnahme, Funktionsabteilung

Abteilung für Innere Medizin
Klinikum Landsberg am Lech/ CA Dr. med. R. Füllner

Curriculum Vitae

05/2010 – 06/2010

Gastroenterologie:

Normalstation und Notaufnahme

Abteilung für Innere Medizin I

Kliniken Ostallgäu-Kaufbeuren/ CA Dr. med. M. Strobel

PROMOTION

07/2009 – 02/2013

„Das Outcome der PHILOS-Plattenosteosynthese
bei Frakturen des proximalen Humerus:
Delta-Split vs. Deltoideopectoraler Zugang“

Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie

Klinikum rechts der Isar München

Prof. Dr. med. U. Stöckle, Prof. Dr. med. P. Biberthaler, Dr. med. T. Freude

VERÖFFENTLICHUNG

11/2012

Martetschläger, Siebenlist, Weier:

Plating of proximal humeral fractures.

Orthopedics, November 2012, Volume 35, Issue 11

09/2010

ICESES Edinburgh 2010: „The outcome after PHILOS-plate osteosynthesis of fractures of the proximal humerus: delt-split vs. deltopideopectoral approach“. *Podium / e-Poster*

WEITERBILDUNG

11/2012 – 01/2013

Praktikum in der Anaesthesie (Klinikum Starnberg) und
Notarzteinsätze (Klinikum Starnberg, Klinikum Pasing)
Im Rahmen der Zusatz-Weiterbildung Notfallmedizin

03/2012

13. Interdisziplinäre Ultraschall-Kurswoche, Klinikum Großhadern,
Grundkurs: Abdomen, Retroperitoneum und Small Parts I

Curriculum Vitae

02/2012 Fachkunde im Strahlenschutz
09/2011 Fortbildungszertifikat der Landesärztekammer

PRAKTISCHES JAHR (HELIOS Vogtland-Klinikum Plauen)

04/2008 – 07/2008 Medizinische Klinik/ CA Dr. med. H. Neusser
03/2008 – 04/2008 Zentrum für Unfallchirurgie und Orthopädie/ CA Dr. med. W. Merbold
12/2007 – 03/2008 Chirurgische Klinik/ CA Dr. med. L. Meyer
08/2007 – 12/2007 Klinik für Neurologie/ CA Dr. med. R. Hartmann

FAMULATUREN

02/2007 – 03/2007 Klinik für Innere Medizin, Kardiologie
Ev. Diakonissenkrankenhaus Leipzig GmbH
CA Dr. med. M. Burkhardt
02/2007 Praxis für Dermatologie/ Allergologie
Leipzig, Dr. med. U. Hradetzky, Dr. med. U. Krusche
09/2006 AMD TÜV, Arbeitsmedizinische Dienste GmbH
Delitzsch, Dr. med. W. Lucas
02/2006 – 03/2006 Praxis für Allgemeinmedizin
Leipzig, Dr. med. H. C. Taut
02/2005 – 03/2005 Klinik und Poliklinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und
Plastische Chirurgie Universitätsklinik Leipzig
CA Prof. Dr. med. C. Josten

Curriculum Vitae

UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

07/2009	Approbation als Arzt
06/2009	2. Ärztliche Prüfung
08/2004	1. Ärztliche Prüfung
09/2002	Studium der Humanmedizin, Universität Leipzig
04/2002 – 09/2002	Studium der Pharmazie, Universität Wien
08/2001 – 03/2002	Studium der Wirtschaftsinformatik, FH Würzburg-Schweinfurt

STUDIENBEGLEITENDE WEITERBILDUNG

03/2007	Chirurgischer Nähkurs/ MLP-Versicherung Leipzig
09/2006	Palliativmedizin/ Schmerztherapie/ Universität Leipzig
09/2002 – 04/2003	Medical English/ Universität Leipzig
08/2002	Italienisch Grundkurs/ Universität Würzburg
03/2001 – 06/2001	English Conversation/ VHS Würzburg

BERUFLICHE AUSBILDUNG

08/2000 – 06/2001	Zivildienst: Geriatrische Rehaklinik der AWO, Würzburg
-------------------	--

SCHULBILDUNG

06/2000	Allgemeine Hochschulreife, Matthias-Grünewald-Gymnasium Würzburg
---------	--

Curriculum Vitae

SONSTIGE KENNTNISSE

Sprachkenntnisse: Englisch, Italienisch, Latein

EDV – Kenntnisse: MS Office, NEXUS / KIS, SAP, Orbis, PASW Statistics 18

Fertigkeiten: 10-Finger Maschinenschreiben

INTERESSEN

Klavierspiel, Schwimmsport, Wandern, Wintersport

Neuried, 15. April 2013



Michael Weier