

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik „König-Ludwig-Haus“
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. Maximilian Rudert

**Langzeitergebnisse nach Versorgung proximaler
Humerusfrakturen mittels intramedullärer
Drahtosteosynthese nach Kapandji**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Marina Veith
aus Königheim, Brehmen

Würzburg, Mai 2018

Referentenblatt

Referent bzw. Referentin: Prof. Dr. med. M. Rudert

Korreferent bzw. Korreferentin: Prof. Dr. med. C. Eingartner

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung

23.07.2020

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Hintergrund	1
1.2	Anatomie des Oberarmes	2
1.3	Biomechanik.....	8
1.4	Frakturklassifikationen	9
1.5	Epidemiologie der proximalen Humerusfrakturen	20
1.6	Ätiologie der proximalen Humerusfraktur	22
1.7	Diagnostik	22
1.8	Therapie der proximalen Humerusfraktur.....	23
1.9	Begleitverletzungen und Komplikationen	30
2	Material und Methoden	32
2.1	Patientenkollektiv	32
2.2	Fraktur-Klassifikationen.....	32
2.3	Ethikkommission	32
2.4	Klinische Evaluation	33
2.5	Radiologische Bewertung.....	39
2.6	Sonographie.....	40
2.7	Datenmanagement und Biometrie.....	41
3	Ergebnisse.....	42
3.1	Beschreibung des Patientenkollektivs	42
3.2	Fraktur-Klassifikationen.....	46
3.3	Heilungsverlauf	50
3.4	Bewegungsmaße	54
3.5	Der DASH-Fragebogen.....	56
3.6	Constant Murley Score.....	61

3.7	Visuelle Analogskala	67
3.8	Radiologische Bewertung.....	71
3.9	Sonographie.....	75
3.10	Inferenzstatistik	76
4	Diskussion	88
5	Zusammenfassung.....	106
6	Literaturverzeichnis	107
4.1	Abbildungsverzeichnis	115
4.2	Tabellenverzeichnis	117
5	Anhang	V
5.1	Anhang 1: Genehmigung Ethikkommission.....	VI
5.2	Anhang 2: Patientenanschreiben	VIII
5.3	Anhang 3: Einverständniserklärung	X
5.4	Anhang 4: Schulteruntersuchungsbogen	XV
5.5	Anhang 5: DASH-Fragebogen	XVI
5.6	Anhang 6: Fragebogen nach Constant und Murley	XXI
5.7	Erklärung.....	XXVI
5.8	Lebenslauf.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.9	Danksagung.....	XXVII

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Proximale Humerusfrakturen stellen 5% aller Frakturen dar [4] und sind somit nach der distalen Radiusfraktur der zweithäufigste Frakturtyp der Oberen Extremität. Da es sich hierbei um Frakturen handelt, welche vorwiegend bei älteren Menschen auftreten [5], kann man davon ausgehen, dass sich ihre Inzidenz aufgrund der demographischen Entwicklung in den kommenden Jahrzehnten noch steigern wird [6].

Das Spektrum der Therapiemöglichkeiten reicht von konservativer, minimalinvasiver Techniken bis hin zur Implantation einer Prothese. Letztere werden zunehmend angewandt, im Einzelnen aber noch kontrovers diskutiert [7-10]. So hat man beispielsweise bei nicht oder gering dislozierten Frakturen, welche ca. 85% der proximalen Humerusfrakturen ausmachen, gute Ergebnisse mittels konservativer Therapie erzielt [11, 12]. Vorteile einer operativen Versorgung sind eine frühere Mobilisation und schnellere Stabilität der Fraktur [12, 13].

Zu den am häufigsten eingesetzten Operationsmethoden gehört die offene Reposition und interne Fixierung mit einer winkelstabilen Platte (z.B. PHILOS). Auf die einzelnen Operationsverfahren wird im weiteren Verlauf noch detaillierter eingegangen.

Da proximale Humerusfrakturen meist bei älteren, multimorbiden Patienten mit Osteoporose neigender Knochenstruktur auftreten, spricht bei der operativen Therapie vieles zu Gunsten minimalinvasiver Operationsmethoden [14, 15].

Eine dieser Operationstechniken stellt die Kapandji-Drahtosteosynthese dar. Es handelt sich um ein Verfahren, das initial vorwiegend für Kinder und Jugendliche mit noch offenen Wachstumsfugen etabliert wurde. Diese 1989 von Adalbert Kapandji aus Paris, Sohn von Mehmed Kapandji, welcher die Sauvé-Kapandji-Technik (eine Arthodese des distalen Radioulnargelenks) mit veröffentlichte [16], erstbeschriebene Methode [17] soll in vorliegender Dissertation untersucht werden.

Im speziellen werden die Langzeitergebnisse von Patienten, die im Zeitraum zwischen 2002 bis 2010 im „König-Ludwig-Haus“ operiert wurden, analysiert, um speziell die Lebensqualität und die Funktionalität des betroffenen Armes nach einer Versorgung mit der Kapandji Methode umfassender beurteilen zu können.

Die Patienten wurden zu einer Nachuntersuchung eingeladen. Anhand von verschiedenen standardisierten Patientenfragebögen, wie dem DASH-Fragebogen und dem Constant Murley Score sowie diagnostischer Methoden wie klinische Untersuchung, Ultraschall und Röntgenbilder, wurden die Ergebnisse beurteilt.

1.2 Anatomie des Oberarmes

1.2.1 Der Humerus

Der Humerus gehört zu den langen Röhrenknochen und kann in einen proximalen und distalen Anteil, sowie den Humerusschaft eingeteilt werden. Proximaler und distaler Anteil werden als Epiphyse bezeichnet. Der Humerusschaft stellt den diaphysären Anteil dar. Zwischen Epiphyse und Diaphyse liegt die Metaphyse.

Das Caput humeri bildet die Gelenkfläche zum Glenoid der Scapula. Seine Begrenzung stellt das Collum anatomicum dar. In 88% der Fälle handelt es sich bei dem Caput humeri um eine sphärische Kugel mit stark variablem individuellem Durchmesser (Mittelwert: 46,2mm) [18]. Zwischen Collum anatomicum und Collum chirurgicum befinden sich Tuberculum majus und minus mit der intertuberkular verlaufenden Sehne des langen Bizepskopfes. Das Collum chirurgicum bildet den Übergang zum Humerusschaft. Auch bezüglich der Position des Caput humeri zu dem Humerusschaft bestehen große Variationen. Zum einen ist der Humeruskopf nach medial verlagert, zum anderen ist er nach dorsal zum Glenoid gedreht. Diese Verdrehung wird im Retroversionswinkel beschrieben und unterliegt ebenfalls großen individuellen Schwankungen [18]. Der Humerusschaft enthält eine nach ventral ausgerichtete Konvexität [18]. An ihm verläuft der Sulcus für den Nervus radialis von ventral nach dorsal.

Am distalen Humerus liegen die Kondylen. Gelenkfläche mit dem Radius ist das Capitulum humeri, die mediale, mit der Ulna artikulierende Gelenkfläche wird als Trochlea humeri bezeichnet [19, 20].

Der Aufbau des Röhrenknochens in der Epi- und Metaphyse besteht aus Kompakta und Spongiosa. Die Substantia compacta stellt eine, den ganzen Humerus

umschließende, bis über 1cm dicke Wand aus kompaktem Knochen dar. Auf ihr liegt das Periost. Im Bereich der Epi-und Metaphyse besteht der Knochen aus Spongiosa mit ihrer trabekulären Binnenstruktur. Die Diaphyse hingegen enthält keine Spongiosa, sondern die mit gelbem Knochenmark ausgefüllte Cavitas medullaris [20].

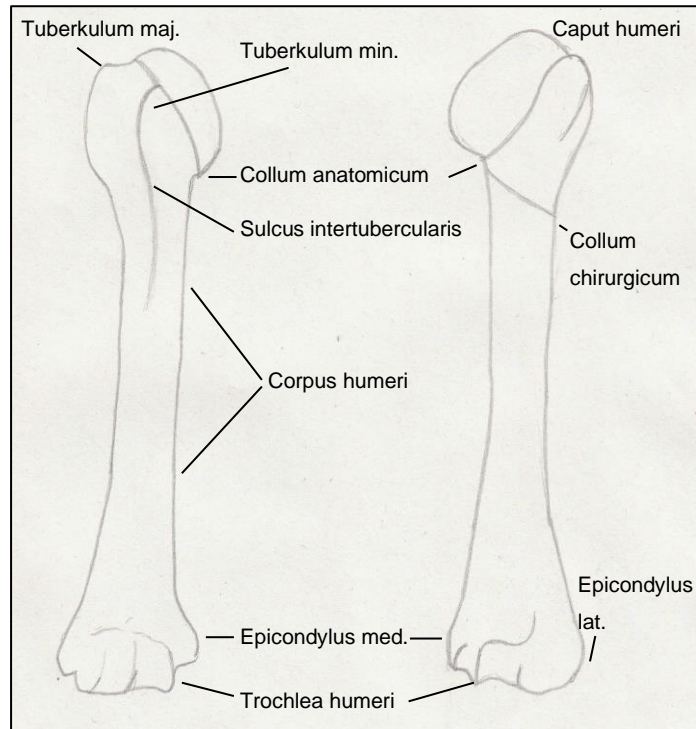


Abbildung 1: Humerus a) von ventral; b) von dorsal[3]

1.2.2 Das Schultergelenk

Das Schultergelenk ist ein aus vier Teilen bestehendes Gelenk: Skapulohumeralgelenk, Akromioklavikulargelenk, Sternoklavikulargelenk und der thorakoskapulären Gleitschicht. Das Gelenk zwischen Humerus und Glenoid ist ein bandgeführtes Kugelgelenk und stellt das Gelenk mit der größten Bewegungsfreiheit im menschlichen Körper dar. Die Bewegungsmöglichkeit in allen Ebenen entsteht durch das Zusammenspiel der verschiedenen Gelenke und der um 90° möglichen Abduktion des Schulterblattes. Das für die Glenoidfläche relativ zu große Caputhumeri wird durch das Labrum glenoidale sowie durch ligamentäre und muskuläre Strukturen stabilisiert. Die fehlende knöchernerne Stabilisierung und damit auch Limitierung, wie sie

beispielsweise in der Hüfte gegeben ist, erlaubt ein sehr großes Ausmaß an Bewegungsfreiheit in sämtlichen Ebenen: in der sagittalen Achse mit Abduktion (180°) und Adduktion (40°), in der transversalen Achse Ante- und Retroversion (180° und 40°) sowie in der Rotationsachse des Humeruseine Innen- und Außenrotation (jeweils 90°)[19-21].

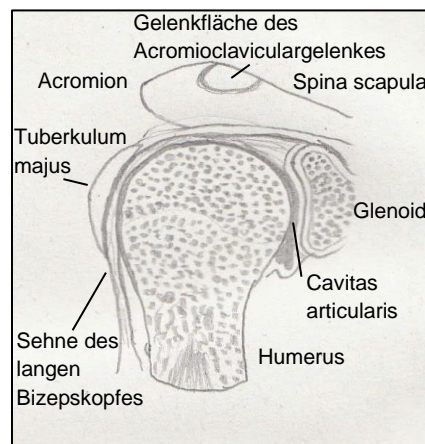


Abbildung 2: Frontalschnitt durch das rechte Schultergelenk[3]

1.2.3 Das Ellenbogengelenk

Das Ellbogengelenk wird gebildet vom Humerus sowie den Knochen des Unterarms. Die Gelenkkapsel des Articulatio cubiti umschließt das Humeroulnargelenk, das Humeroradialgelenk und das proximale Radioulnargelenk. Die sich am distalen Humerus befindlichen Epikondylen liegen nicht mehr intrakapsulär. Das Ligamentum anulare ist mit der Gelenkkapsel verbunden und stabilisiert so das proximale Radioulnargelenk. Weitere kräftige Bänder wie das Ligamentum Collaterale ulnare oder radiale, die auch mit der Gelenkkapsel verwachsen sind, sowie die Knochenführung im Ellenbogengelenk verhindern die Ab- und Adduktion, sodass die normalen Bewegungsausmaße für die Flexion 150° und für die Extension 0°-10° betragen. Eine Überstreckbarkeit findet sich meist beim weiblichen Geschlecht. Supination ist bis 90° und Pronation bis 85° möglich[19-21].

1.2.4 Die Muskulatur

Die Muskulatur der Schulter besteht aus den Muskeln der Rotatorenmanschette, sowie dem M. teresmajor, M. deltoideus, M. latissimusdorsi, M. pectoralismajor und dem M. pectoralisminor.

Die Rotatorenmanschette ummantelt das Schultergelenk, wobei die Sehnen der Muskeln in die Gelenkkapsel einstrahlen und so wesentlich zur Stabilisierung beitragen. Zur Rotatorenmanschette gehören der M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teresminor und M. subscapularis. Letztgenannter setzt am Tuberculum minus an, die anderen am Tuberculum majus. Der Subscapularis ist der stärkste Innenrotator, der Supraspinatus führt vermehrt eine Abduktion durch. Infraspinatus und M. teres minor sind für die Außenrotation zuständig, letztgenanntem wird ebenfalls eine schwache Adduktion zugesprochen. Flexoren sind der M. bicepsbrachii (im Schulter- und Ellbogengelenk), der M. coracobrachialis (im Schultergelenk) und der M. brachialis (im Ellbogengelenk).

Zu den Extensoren gehören M. tricepsbrachii, M. articularishumeri und der M. anconeus [19, 21].

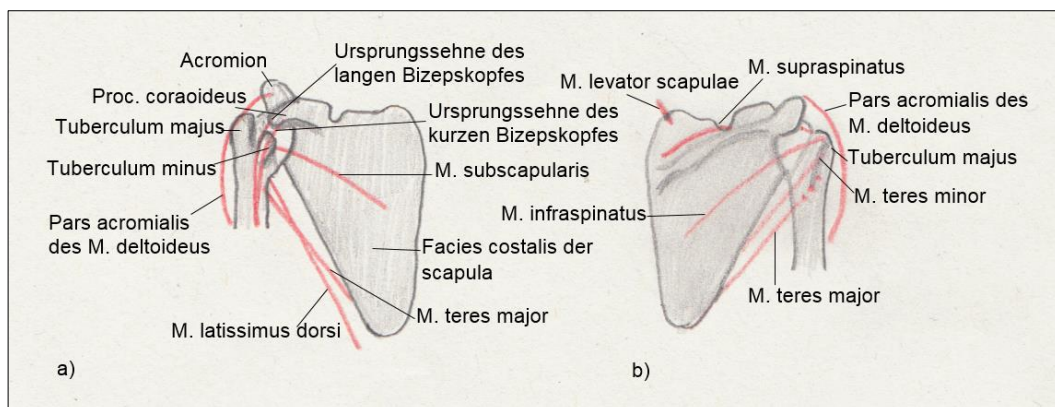


Abbildung 3: Dorsale Muskeln des Schultergelenks a) von ventral b) von dorsal [3]

1.2.5 Die Blutversorgung

Die Blutversorgung des Humeruskopfes stellt bezüglich des Heilungserfolges bei einer Humerusfraktur ein wichtiges Thema dar. Denn eine gefürchtete Komplikation der komplizierten dislozierten Humerusfraktur ist die Humeruskopfnekrose, ein Absterben des Oberarmkopfes aufgrund fehlender Durchblutung. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird noch genauer auf diese Komplikation eingegangen, es soll hier noch einmal die Bedeutung der Blutversorgung hervorgehoben werden.

Das Caputhumerierhält seine Gefäßversorgung über die Aa. circumflexae anterior et posterior, die Ästede der A. axillaris darstellen. Von der A. circumflexa anterior zweigt die A. ascendens ab, welche das Tuberkulum minus mitversorgt und lateral des Sulcus bicipitalis nach proximal zieht. Als A. arcuata tritt sie in den Humeruskopf ein und versorgt zum Teil die Epiphyse [10, 19, 20, 22]. In der bisherigen Literatur wurde für die Trophik des Humeruskopfes vor allem der A. circumflexa humeri anterior eine größere Bedeutung zugemessen [18, 22, 23]. Aktuelle Studien von Hettrich C. et al und Hertel et al. heben demgegenüber die Bedeutung der A. circumflexa posterior hervor [1, 24]. So schreibt Hettrich dem Beitrag der A. circumflexa posterior einen Anteil der Humeruskopfversorgung von 64% zu, welcher sich bei Mehrfragmentfrakturen noch erhöhen kann [24]. Laut Hertel ist sogar eine suffiziente Versorgung des Oberarmkopfes allein durch die Arteria circumflexa posterior möglich, wenn posttraumatisch die A. circumflexa anterior nicht mehr zur Blutversorgung beitragen kann [1]. Beide Autoren betonen, dass eine ausreichende Blutversorgung für kopferhaltende Operationstechniken ausschlaggebend ist [15, 24].

1.2.6 Die Nerven

Der Plexus brachialis bildet sich aus den vorderen Ästen der Spinalnerven der Segmente C5-Th1 und Anteilen aus C4 und Th2. Er besteht aus dem lateralen, medialen und posterioren Faszikel, aus denen wiederum die im Folgenden geschilderten Nerven entstehen.

Der N. musculocutaneus stammt aus dem Fasciculuslateralis. Er durchstößt den M. coracobrachialis und innerviert motorisch die Flexoren des Oberarmes. Außerdem innerviert ein nach distal verlaufender Ast die Haut radial am Unterarm sensibel.

Der N. medianus entsteht aus der Radix lateralis aus dem Fasciculuslateralis und der Radix medialis aus dem Fasciculusmedialis. Er verläuft am Septum intermuscularebrachii mediale zusammen mit der A. brachialis entlang in die Ellenbeuge. Von dort zieht er weiter zum Unterarm und innerviert die Beuger des Unterarms mit Ausnahme des M. flexorcarpiulnaris und des ulnaren Anteiles des M. flexordigitorumprofundus. Außerdem versorgt er, bis auf den M. adductorpollicis, die Thenarmuskulatur sowie die Mm. lumbricales I und II. Sensibel innerviert der N. medianus die radialen 3 ½ Finger palmar sowie deren Endglieder dorsal[3, 4, 6].

Der N. ulnaris, dorsal des Septum intermuscularebrachii mediale liegend, zieht hinter dem Epicondylusmedialis humeri im Sulcusnerviulnaris nahe der Hautoberfläche nach distal. Er innerviert den M. flexorcarpiulnaris, den ulnaren Teil des M. flexordigitorumprofundus, die Hypothenarmuskulatur, alle Mm. Interosseipalmares et dorsales, die Mm. lumbricales III und IV, den M. adductorpollicis und das Caputprofundum des M. flexorpollicisbrevis. Des Weiteren innerviert er sensibel palmar die 1 ½ ulnaren Finger bzw. dorsal 2 ½ ulnaren Finger.

Der N. radialis entspringt aus dem Fasciculusposterior und verläuft im Sulcusnerviradialis gemeinsam mit der A. profundabrachii nach distal. Dort gelangt er in die Ellenbeuge, nachdem er das Septum intermuscularebrachii laterale durchstoßen hat[3, 7]. Er innerviert motorisch die Strecker des Ober- und Unterarmes, sensibel die Haut an diesem Bereich sowie dorsal die Haut über den Grund- und Mittelgliedern der radialen 2 ½ Finger.

Der N. axillaris, ebenfalls aus dem hinteren Faszikel entspringend, verläuft unter dem M. deltoideus gemeinsam mit der A. circumflexahumeriposterior um das Collum chirurgicum des Humerus. Er ist für eine motorische Innervation des M. deltoideus und des M. teresminorsowie einer sensiblen Versorgung der Haut des proximal lateralen Oberarms zuständig[19-21].

1.3 Biomechanik

Wie bereits im Kapitel über die Anatomie des Humerus angesprochen besteht der Knochen aus Spongiosa und Kompakta.

Im Alter, vor allem beim weiblichen Geschlecht, kommt es zu einer Umwandlung der ossären Struktur mit Rarifizierung der metaphysären Trabekelstruktur und Abnahme der Kompaktadicke [25, 26].

Schon 1947 wurden Alters- und Geschlechtsunterschiede bezüglich der Knochenstruktur beim Humerusknochen im Röntgenbild festgestellt[27]. Hall et al. beschrieben 1963 den Bereich der geschlossenen Epiphyse, den Humerusschaft und den Bereich des Tuberkulum majus als die am Meisten von dem altersbedingten Verlust der Knochendichte betroffenen Zonen[28]. Trotzdem gibt es laut Hepp et al. vergleichsweise wenige Studien, die sich der Untersuchung der Knochenmasse der proximalen Humerusfraktur widmen[29]. Sie konnten statistisch signifikante Unterschiede bei der Knochendichte (bone mineral density) hinsichtlich des Alters feststellen. So wurde bei über 70 Jährigen eine signifikante Abnahme der Knochendichte festgestellt. In allen Altersgruppen wurde die größte Knochendichte im medialen und dorsalen Teil des proximalen Humerus festgestellt [29]. Die Knochenqualität scheint von der Trabekulären Binnenstruktur abhängig zu sein, denn im medialen und dorsalen Knochenbereich ist die Trabekelstruktur am besten ausgebildet[29].

Auch Barvencik et al. untersuchten Humerusknochen radiologisch und histologisch und konnten feststellen, dass es bei Frauen über 60 zu einem altersabhängigen Rückgang der Knochenmasse kommt. Der am Stärksten betroffene Bereich stellt das Gebiet des Tuberkulum majus dar. Die am Wenigsten altersabhängigem Verlust der Knochendichte unterliegende Region stellt der craniale, mediale Anteil des Humeruskopfes dar [30].

1.4 Frakturklassifikationen

Für die Einteilung proximaler Humerusfrakturen gibt es etliche Klassifikationsmöglichkeiten. Viele Fachleute bemängeln das Vorhandensein einer "perfekten Klassifikation", die es erleichtert gemäß der Frakturform auf Komplexität und Schwere der Verletzung, Therapiemöglichkeiten und Prognose zu schließen [2, 31, 32].

Im Folgenden werden häufig verwendete Frakturklassifikationen wie die AO-Klassifikation, die Klassifikation nach Kocher, die Klassifikation nach Codman, die Klassifikation nach Neer, sowie die Klassifikation nach Codman-Hertel und die Klassifikation nach Habermeyer, sowie nach Boileau kurz erläutert, um einen Überblick über die vorhandenen Einteilungsmöglichkeiten zu geben.

Die Einteilung der Frakturen erfolgte bei dieser Arbeit nach AO und Neer. Diese beiden Einteilungen stellen die am weitesten verbreiteten Klassifikationen für proximale Humerusfrakturen dar und spielen unter anderem deshalb für die Auswahl der jeweiligen Therapiemöglichkeit eine entscheidende Rolle.

1.4.1 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)

Im Jahre 1983 entwickelte die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen um Maurice Müller eine Frakturklassifikation für Röhrenknochen. Somit ist diese Klassifikation auch auf andere Körperteile anwendbar. Nach Nummerierung der Röhrenknochen erhielt der Humerus die Zahl 1. Desweiteren wurde in proximales Fragment (1), Diaphyse (2) und distales Fragment (3) unterteilt [2, 33].

Die proximalen Humerusfrakturen werden nach den drei Haupttypen (Typ-A, Typ-B, Typ-C) unterschieden. Diese werden wiederum, je nach betroffener Segmentzahl und

Dislokationsgrad, in Gruppen (insgesamt 9) und später in Subgruppen (insgesamt 27) unterteilt[2, 34, 35].

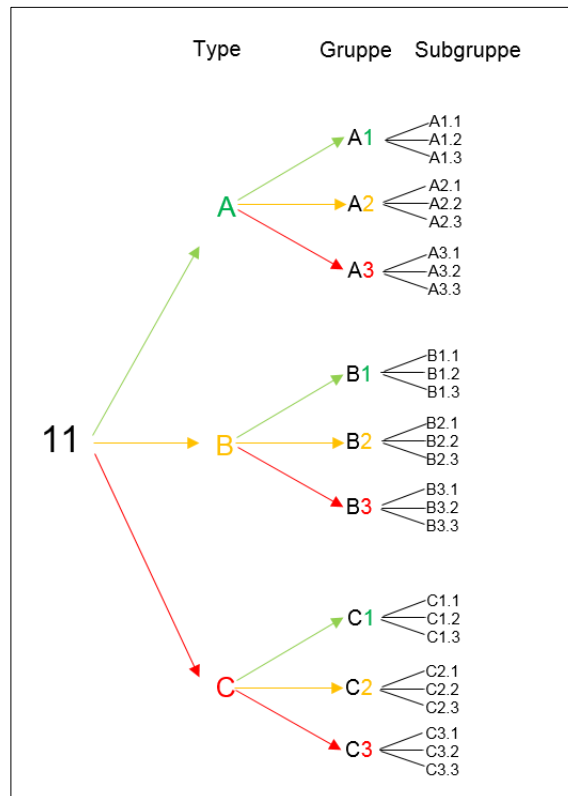


Abbildung 4: Schema der AO-Klassifikation [2]

Typ-A Frakturen sind extraartikuläre, unifokale Frakturen. Meist mit geringerem Risiko einer Durchblutungseinschränkung des Humeruskopfes und sind daher auch mit geringerem Risiko einer avaskulären Humeruskopfnekrose verbunden.

Bei Typ-B Frakturen handelt es sich um extraartikuläre, bifokale Frakturen. Es können teilweise von der Durchblutung abgeschnittene Kopffragmente vorliegen. Dennoch besteht ein relativ niedriges Risiko für eine Nekrose.

Typ-C Frakturen sind artikuläre Frakturen mit möglicher von der Durchblutung isolierter Kopffragmente und daher besteht bei diesem Frakturtyp ein hohes Risiko für avaskuläre Humeruskopfnekrosen[10, 36].

11 Proximale Humerusfrakturen								
11- A extraartikuläre, unifokale Frakturen			11- B extraartikuläre, bifokale Frakturen			11- C artikuläre Frakturen		
								
11 A1 Fraktur des Tuberkulum maj.	11 A2 impaktierte Fraktur des Collum chirurgicum	11 A3 nicht impaktierte Fraktur des Collum chirurgicum	11 B1 Fraktur mit metaphysärer Abkippung	11 B2 Fraktur ohne Metaphysäre Abkippung	11 B3 Frakturen mit glenohumeraler Dislokation	11 C1 Frakturen mit leichter Dislokation	11 C2 Frakturen mit deutlicher Dislokation	11 C3 intraartikuläre Luxationsfrakturen

Abbildung 5: AO-Klassifikation der proximalen Humerusfrakturen[2]

Die Klassifikation nach AO ist eine, nicht nur bei proximalen Humerusfrakturen, weit verbreitete Klassifikationsform zur Fraktуреinteilung. Sie ist einfach anwendbar und teilt die Frakturen nach Komplexität ein. So ist einer komplizierteren Fraktur eine schlechtere Prognose zuteilbar[37]. Die AO-Klassifikation ist international verbreitet und durch ihre häufige Anwendung, können Frakturen sowie Therapiemethoden bei diesen gut verglichen werden. Laut Court-Brown et al. stellen sie die am besten geeignete Frakturklassifikation zur Einteilung der Proximalen Humerusfrakturen dar [7].

Im Folgenden wird näher auf die verschiedenen Frakturtypen eingegangen.

Typ A-Frakturen sind extraartikuläre, unifokale Frakturen. Sie werden in A1, A2 und A3 Frakturen mit jeweiligen Untergruppen unterteilt.

Die A1-Frakturen betreffen das Tuberkulummajus:

Typ A1.1: nicht disloziertes Tuberkulummajus

Typ A1.2: disloziertes Tuberkulummajus

Typ A1.2: Tuberkulummajus Fraktur mit glenohumeraler Dislokation

Die Gruppe der A2-Frakturen beschreibt die impaktierte Fraktur des Collum chirurgicum:

Typ A2.1: ohne Fehlstellung

Typ A2.2: Varus-Impaktiert

Typ A2.3: Valgus-Impaktiert

Die dritte Gruppe der Typ A-Frakturen widmet sich dennicht impaktiertenFrakturen des Collum chirurgicum, und unterscheidet zwischen:

Typ A3.1: einfach mit Winkelbildung

Typ A3.2: einfach mit Verschiebung

Typ A3.3: multifragmentär

Bei Typ B-Frakturen handelt es sich um extraartikuläre, bifokale Frakturen.

Die B1-Frakturen werden nach der metaphysären Abkippung unterteilt in:

Typ B1.1: seitliche Abkippung mit Beteiligung Tuberkulum majus

Typ B1.2: mediale Abkippung mit Beteiligung Tuberkulum minus

Typ B1.3: dorsale Abkippung mit Beteiligung Tuberkulum majus

Bei den B2-Frakturen handelt es sich um Frakturen ohne metaphysäre Abkippung.

Die Untergruppen beschreiben folgende Frakturtypen:

Typ B2.1: Epiphysenfragment nicht rotationsdisloziert

Typ B2.2: Epiphysenfragment rotationsdisloziert

Typ B2.3: multifragmentär mit Abriss eines der Tuberkula

In die Gruppe der B3-Frakturen werden Frakturen mit glenohumeraler Dislokation aufgenommen. Dabei entstehende Untergruppen sind:

Typ B3.1: ventrale und mediale Dislokation, intaktes Tuberkulum majus

Typ B3.2: ventrale und mediale Dislokation, Tuberkulum majus-Fraktur

Typ B3.3: dorsale Dislokation mit Tuberkulum minus-Fraktur

Die am kompliziertesten und mit dem höchsten Risiko einer avaskulären Humeruskopfnekrose versehenen artikulären Frakturen finden sich in der Gruppe der C-Frakturen [10, 36]. C1-Frakturen beschreiben eine leichte Dislokation:

Typ C1.1: valgus-impaktiert

Typ C1.2: varus-impaktiert

Typ C1.3: Fraktur am Collum anatomicum

Deutliche Dislokation wird in der Gruppe der C2 Frakturen, welche folgendermaßen unterteilt werden, beschrieben:

Typ C2.1: valgus-impaktiert

Typ C2.2:varus-impaktiert

Typ C2.3: varus-impaktiert und Tuberkula betreffend

Die komplizierteste Gruppe der Humerusfrakturen in der AO-Klassifikation stellt die Gruppe der C3-Frakturen dar. Hierbei handelt es sich um Intraartikuläre Luxationsfrakturen[34, 37-39]:

Typ C3.1: Collum anatomicum

Typ C3.2: Collum anatomicum und Tuberkula

Typ C3.3: Fragmentierung von Kopf und Tuberkulum
majus mit Dislokation

1.4.2 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Kocher

Die von Theodor Kocher im Jahre 1896 entwickelte Klassifikation teilt die Frakturen des Humeruskopf in supra- und infratuberkuläre Frakturen ein. Die supratuberkulären Frakturen stellen Frakturen am Collum anatomicum dar. Infratuberkuläre Frakturen werden wiederum in 2 Gruppen unterteilt. Zum einen gibt es die Frakturen auf Höhe der Epiphysenfugen (pertuberkulär), zum anderen Frakturen auf Höhe des Collum chirurgicum (subtuberkulär). Die Y Fraktur stellt eine komplexere Form infratuberkulärer Frakturen dar. Bei der Klassifikation nach Kocher ist aufgrund der fehlenden Unterscheidung zwischen dislozierter und nicht dislozierter Fraktur, ein Rückschluss auf das Therapeutische Verfahren schwer möglich[40-42].

1.4.3 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Codman

Ernest Amory Codman beschrieb in seinem 1934 erschienen Buch "The Shoulder: Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions in or about the Subacromial Bursa" ein Klassifikationssystem für proximale Humerusfrakturen. Dabei wurde der Humerus in Kopffragment, Schaftfragment, Tuberkulum majus und Tuberkulum minus eingeteilt. So waren 12 Frakturvarianten möglich [43, 44].

Die Codman-Klassifikation wurde als Basis zur Entwicklung zahlreicher heute verwendeter Frakturklassifikationen genutzt. So beispielsweise bei der Klassifikation nach Neer und Hertel [1, 11].

1.4.4 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Neer

Charles Neer veröffentlichte 1970 eine Weiterentwicklung der Klassifikation nach Codman. Der proximale Humeruskopf wird in 4 Fragmente eingeteilt (Humeruskopf, Tuberculum majus, Tuberculum minus, Humerusschaft) [11] und je nach Dislokationsgrad und Unfallmechanismus werden 6 Gruppen (I-VI), mit jeweiligen Untergruppen unterschieden [11, 45]

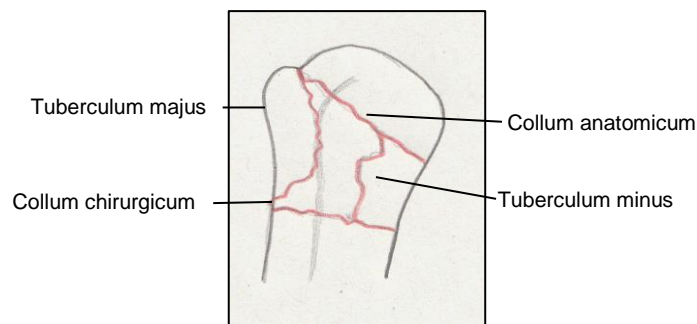


Abbildung 6: Fragment Einteilung nach Neer [46]

Ergänzend zur Codman-Klassifikation wird hier auch der Schweregrad der Dislokation der Fragmente beurteilt. Somit ist eine Aussage zur Prognose möglich [11, 36].

Die Klassifikation nach Neer ist eine sehr weit verbreitete Klassifikation für Proximale Humerusfrakturen.

Neben der Gruppe der nicht-oder minimal dislozierten Frakturen gibt es noch fünf weitere [11]. Diese werden in untenstehender Abbildung dargestellt und im anschließenden Text erläutert.









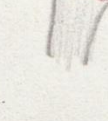




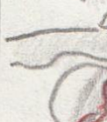

I 	Dislozierte Frakturen		
	Anzahl der Fragmente		
	2	3	5
II Minimale Dislokation			
III Collum anatomicum			
IV Collum chirurgicum			
V Tuberkulum majus			
VI Tuberkulum minus			
Anteriore Luxationsfraktur			
Posteriore Luxationsfraktur			

Abbildung 7: Fraktуреinteilung nach Neer [47]

Die Gruppe I enthält die Frakturen bei denen kein Segment mehr als 1,0 cm disloziert oder um mehr als 45° verkippt ist. Hierbei können alle vier Segmente betroffen sein [11].

In Gruppe II wird die Fraktur des Collumanatomicum klassifiziert. Es handelt sich also um eine 2-Segmentfraktur. Gruppe II Frakturen sind zwar selten, aber durch Gefährdung der A. arcuata oftmals von einer Humeruskopfnekrose betroffen [11].

Die Gruppe III umfasst Frakturen des Collum chirurgicum. Hierbei kann es sich um eine 2-Segmentfraktur oder um einen Bruch mit Trümmerzone handeln. Da die Fraktur unterhalb der Tuberkula liegt, bleibt die Rotatorenmanschette intakt und der Humeruskopf disloziert meist nicht. Durch Zug des M. pectoralis major ist der Humerusschaft meist nach medial vorne verkippt [11].

Die Gruppe IV enthält Frakturen des Tuberkulummajus. Dies können 2-Segment (nur Tuberkulummajus), 3-Segment (Tuberkulummajus und Frakturlinie am Collum chirurgicum) und 4-Segmentfrakturen (Beteiligung Tuberkulummajus, minus und Collum chirurgicum) sein. Meist ist das Tuberkulummajus nur wenig disloziert, jedoch kann es durch Muskelzug des M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor nach hinten kippen, oder durch Einengung unter dem Akromion zu einem Impingement führen [37]. Bei Mitbeteiligung des Collum chirurgicum ist das Kopfsegment durch Zug des M. Subscapularis nach innen rotiert [11].

Gruppe V umfasst den Abriss des Tuberkulum minus, wobei auch hier wie bei der Gruppe IV 2-Segment, 3-Segment oder 4-Segmentfrakturen vorkommen können [11, 48]. Bei einer 3-Segmentfraktur kommt es durch Muskelzug zu einer Außenrotation des Humeruskopfes. 4-Segmentfrakturen weisen eine Dislokation des Fragmentes nach lateral auf. Zudem besteht ein erhöhtes Risiko für Durchblutungsstörungen und die damit verbundene Humeruskopfnekrose [11].

Die Gruppe VI klassifiziert die Luxationsfrakturen. Hierbei kann es zu einer vorderen - oder seltener- hinteren Luxation kommen. Durch Verkipfung des Humeruskopfes kommt es oft zur Aufhebung der Blutversorgung [11, 49]. Nicht nur das Auftreten einer Humeruskopfnekrose sondern auch die Anzahl betroffener Segmente sind für die Prognose entscheidend [50].

Die Fraktуреinteilung nach Neer stellt eine der am Häufigsten verwendeten Klassifikationssysteme dar [31, 51]. Verschiedene Autoren halten sie auch für eine der am besten geeigneten Frakturklassifikationen der proximalen Humerusfrakturen [52, 53].

1.4.5 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Habermeyer

Basierend auf der 4-Fragmenteinteilung nach Neer entwickelte Peter Habermeyer eine nach ihm benannte Frakturklassifikation[37, 54].

Es werden 5 Frakturtypen unterschieden, welche jeweils je nach betroffenem Segment oder Anzahl der Fragmente in verschiedene Untergruppen eingeteilt werden.

Die Gruppe 0 beinhaltet nicht dislozierte Frakturen.

In der Gruppe A finden sich 2-Fragmentfrakturen mit Beteiligung des Tuberkulummajus (Typ A I) oder des Tuberkulum minus (Typ A II).

Frakturen der Gruppe B betreffen das Collum chirurgicum und werden nach Anzahl der entstandenen Fragmente in Typ B I (2-Fragmentfrakturen), Typ B II (3-Fragmentfrakturen) und Typ B III (4-Fragmentfrakturen) aufgeteilt.

Die Unterteilung in die jeweiligen Untergruppen geschieht analog für die Gruppe C, welche Frakturen des Collum anatomicum beschreibt. Bei dieser Gruppe besteht ein erhöhtes Risiko einer avaskulären Humeruskopfnekrose.

In der Gruppe X werden schließlich vordere und hintere Luxationsfrakturen zusammengefasst[37, 54].












Type	I	II	III
0	 <p>nicht dislozierte Frakturen oder 1-Fragmentfrakturen</p>		
A	 <p>Tuberkulum majus</p>	 <p>Tuberkulum minus</p>	
B	 <p>2</p>	 <p>3</p>	 <p>4</p>
C	 <p>2</p>	 <p>3</p>	 <p>4</p>
X	 <p>vordere Luxationsfraktur</p>	 <p>hintere Luxationsfraktur</p>	

Abbildung 8: Frakturklassifikation nach Habermeyer[37]

1.4.6 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Hertel

Die Codman-Klassifikation wurden von Hertel et al. erneut aufgegriffen und mithilfe von Legosteinen veranschaulicht. Unter dem Akronym HGLS werden die Frakturen in 12 mögliche Varianten eingeteilt. Die Humeruskopf-Trümmerfrakturen wurden separat betrachtet. HGLS steht für head (Humeruskopf), greatertuberosity (Tuberkulummajus), lessertuberosity (Tuberkulum minus) und shaft (Humerusschaft).

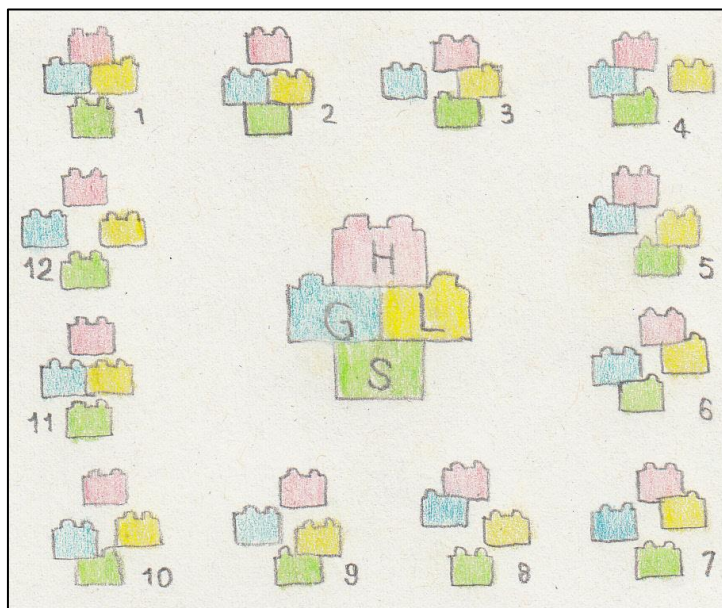


Abbildung 9: HGLS-Klassifikation nach Hertel mit Legosteinen [1]

Die relativ neu entstandene und noch nicht sehr weit verbreitete HGLS-Klassifikation ist laut Hertel et al. in der Lage für die einzelnen Frakturtypen Prognosen zur Humeruskopfnekrose zu stellen [1].

1.4.7 Klassifikation der proximalen Humerusfraktur nach Boileau

Um Anhand der vorliegenden Fraktur besser auf die klinischen Folgeschäden rückschließen zu können, untersuchten Boileau et al. anhand der Röntgenbilder und den Operationsberichten von Patienten mit Humerusfrakturen die im Verlauf

aufgetretenen Spätschäden, um Vorhersagen bezüglich Folgekrankheiten und Spätkomplikationen treffen zu können [55].

So konnten vier Haupttypen der Spätkomplikationen unterschieden werden:

Spätfolgen intrakapsulärer, impaktierter Frakturen

Typ 1: Zusammenbruch des Collumanatomicum oder Nekrose

Typ 2: nicht dislozierte oder dislozierte Frakturen

Spätfolgen extrakapsulärer, nicht-impaktierter Frakturen

Typ 3: Pseudoarthrosen des Collum chirurgicum

Typ 4: Pseudoarthrosen der Tuberkula

Die intrakapsulären Frakturen gehen mit klinisch gut vorhersagbaren Ergebnissen einher, während die extrakapsulären Frakturen schlecht vorhersagbare Ergebnisse bieten [37, 55].

Typ 1 kommt meist bei varus- oder valgus impaktierten 3- oder 4-Segmentfrakturen vor. Typ 2 stellt dislozierte oder nicht dislozierte Frakturen dar. Typ 3 nach Boileau entsteht meist entweder nach 3-Segmentfrakturen mit einer Verkippung des Humeruskopfes und einer Verschiebung des Tuberculum majus oder nach nicht primär chirurgisch angegangenen 2- oder 4-Segmentfrakturen. Dislozierte 4-Segmentfrakturen führen oftmals zu Boileau Typ 4 [37, 55].

1.5 Epidemiologie der proximalen Humerusfrakturen

Die proximale Humerusfraktur ist nach der Fraktur des Radius die zweithäufigste Fraktur der Oberen Extremität und nach der proximalen Femurfraktur und der genannten Radiusfraktur die dritthäufigste Frakturform bei älteren Menschen [56, 57]. Insgesamt machen Frakturen des proximalen Humerus ca. 5% aller Extremitätenfrakturen aus [4, 7, 58-62].

Die Inzidenz der proximalen Humerusfrakturen steigt mit dem Alter, deshalb wurde die höchste Rate an Oberarmbrüchen in der Gruppe der 80-89 Jährigen verzeichnet, wobei im Geschlechtervergleich Frauen 3 Mal häufiger betroffen sind als Männer [7, 61]. Bei diesen älteren Patienten handelt es sich meist um sich noch selbstversorgende, unabhängig lebende Menschen, welche deutlich fitter sind, als Patienten, die sich eine proximale Femurfraktur zuziehen [7].

Außerdem wurde festgestellt, dass sich jüngere Patienten aufgrund der meist ursächlichen Hochrasanztraumen vermehrt komplizierte Frakturen zuziehen [60, 63, 64]. Durch den Anteil der Jungen Patienten ermittelte Charles Neer in seinen Untersuchungen von 1970 ein durchschnittliches Patientenalter von 55,6 Jahren [11], welches Jakob und Siebler auch bestätigen konnten [65, 66]. Aufgrund des demographischen Wandels könnte das Durchschnittsalter heutzutage etwas höher liegen. Eine aktuelle Arbeit von Rangan et al. mit 250 Patienten verzeichnete ein Durchschnittsalter von 66 Jahren. Hingegen lag die Altersspanne zwischen 24-92 Jahren [67].

Court-Brown et al. sowie Szyszkowitz et al. kamen allerdings zu dem Ergebnis, dass es vermehrt bei osteoporotisch vorgeschädigten Knochen zu komplizierteren Frakturen kommt [7, 68].

Court-Brown et al. [7] fanden heraus, dass es sich bei fast der Hälfte der proximalen Humerusfrakturen um minimal bis gering dislozierte Frakturen handelt (49,7%). Bei weiteren 28% handelt es sich um Frakturen aus 2-Segmenten, hierbei ist das Collum chirurgicum am häufigsten betroffen. 3-Segmentfrakturen nehmen 9% der proximalen Humerusfrakturen ein und gehen meist mit Brüchen am Tuberkulum majus und Collum chirurgicum einher. So stellen lediglich 3% 4-Segmentfrakturen, sowie dislozierte Frakturen dar [7].

Nach der AO-Klassifikation handelt es sich bei 66% der Frakturen um Typ-A, bei 27% um Typ-B und 6% um Typ-C Frakturen [7].

1.6 Ätiologie der proximalen Humerusfraktur

Während bei jüngeren Menschen überwiegend Traumen wie z.B. Verkehrsunfälle und Sportverletzungen zu Oberarmbrüchen führen, ist bei älteren Menschen auch aufgrund der oftmals osteoporotisch veränderten Knochenstruktur ein Sturz aus Standhöhe Auslöser für die Fraktur [4, 7, 58, 59, 69-71]. So kommt es beispielsweise bei einem Sturz auf den ausgestreckten Arm oder einem Direkttrauma zu einer Fraktur [68, 71].

Eine verminderte Knochendichte z.B. im Rahmen einer postmenopausalen Osteoporose stellt neben bzw. gemeinsam mit einer erhöhten Sturzneigung oder dem Vorliegen multipler vorausgegangener Frakturen Risikofaktoren dar. Auch ein erhöhter BMI gilt als relevanter Risikofaktor [72-75].

1.7 Diagnostik

Der Unfallhergang hat für die Diagnostik eine große Bedeutung. So ist beispielsweise bei inadäquatem Trauma an eine pathologische Fraktur oder an Begleiterkrankungen wie Osteoporose zu denken [14, 15, 76].

In der klinischen Untersuchung bei Verdacht auf eine Humerusfraktur wird die obere Extremität auf Durchblutung, Motorik und Sensibilität geprüft und auf Prellmarken, Hautabschürfungen, Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Schonhaltung des verletzten Armes (dieser wird oftmals eng am Brustkorb gehalten) sowie Veränderungen der Schulterkontur und Fehlstellungen geachtet [71].

Zur weiteren Diagnostik gehören Röntgenaufnahmen in mindestens 2 Ebenen (Aufnahme im a.p. Strahlengang und eine Axiale Aufnahme). Ergänzt man die Aufnahmen noch durch eine Y-Aufnahme, so bezeichnet man dies dann als Neer-Traumaserie [77]. Bei nicht sicher beurteilbarer Frakturmorphologie ist eine Computertomographie sinnvoll [10, 11, 36]. In Einzelfällen kann zur besseren Weichteilbeurteilung eine Magnetresonanztomografie oder eine Sonographie hilfreich sein, bei Verdacht auf Durchblutungsstörungen kann auf die Doppler-Sonographie zurückgegriffen werden [10, 11, 60, 76, 78].

1.8 Therapie der proximalen Humerusfraktur

Die Therapie hängt von mehreren zum Teil schon erwähnten Variablen ab. Dazu gehören neben der Frakturmorphologie, Alter und Gesundheitszustand des Patienten auch dessen Compliance. Wiederholt beklagt wird in der Literatur das Fehlen randomisierter Studien zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen, sodass es laut Handoll et al. keine evidenzbasierten Empfehlungen für die Behandlung der Humerusfrakturen gibt [71, 79]. Im Folgenden werden geläufige Therapieverfahren der proximalen Humerusfraktur beschrieben. Eine aktuelle Arbeit von Rangan et al. vergleicht das 2 Jahres Outcome konservativ und operativ behandelter Patienten mit dislozierter Humeruskopffraktur. Hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den konservativ und operativ (Platten- oder Schraubenosteosynthese oder Humeruskopfprothese) behandelten Patienten [67]. Seinen Ergebnissen zufolge kann der Trend zur operativen Versorgung der Humerusfrakturen nicht bestätigt werden [67].

1.8.1 Konservative Therapie

Die Dislokationskriterien von Neer werden vor allem bei älteren Menschen verwendet und gehen von einer Dislokation von nicht mehr als 1cm oder einer Achsenfehlstellung von weniger als 45° aus [37]. Dies entspricht den Typ 1 Frakturen.

Bei jüngeren Patienten können auch die etwas strengeren Kriterien von Lill (Fragmentdislokation von 5mm, Achsfehlstellung von 20°, Dislokation der Tuberkula von 2mm) herangezogen werden [71, 80]. In einer von Hauschild et al. publizierten Studie über 2-Fragmentfrakturen schnitt die konservative Therapiemöglichkeit in Bezug auf Bewegungsausmaß und den Schulterevaluationsscore nach Constant und Murley fast genauso gut ab, wie die operative Therapie [15]. So könnte man bis zu 80% der proximalen Humerusfrakturen konservativ behandeln [56, 81, 82].

In einer Publikation von Krettek et al., in der winkelstabile Plattenosteosynthesen und andere operative Methoden mit konservativer Therapie verglichen werden, kann keine signifikante Überlegenheit für ein operatives Vorgehen gezeigt werden [83]. Dabei bezogen sich die Autoren unter anderem auf Studien von Handoll et al. [79] und

Fjalestad et al.[84]. Folglich schlagen die Autoren eine Ausweitung der konservativen Therapie vor allem bei über 60 Jährigen Patienten vor. D.h. auch dislozierte Frakturen bei über 60 Jährigen sollten großzügig konservativ therapiert werden [83]. Hanson et al. konnten nach 1 Jahr konservativer Therapie bei Patienten mit Typ A-,B- und C-Frakturen gute Ergebnisse nachweisen [85]. In einer weiteren Publikation von Krettek et al. wird die konservative Therapie der operativen Therapie in Bezug auf Ergebnisse als ebenbürtig dargestellt. Die konservative Therapie verursachte sogar weniger Komplikationen, wie Hämatome, Infektionen, Pseudoarthrosen und Humeruskopfnekrosen [83].Dies bestätigt auch eine Publikation von Sanders et al. [86].

Beim konservativen Vorgehen gibt es unterschiedliche Ansätze. Krettek et al. beschreibt bei dislozierten Frakturen eine zuvor stattfindende geschlossenen Reposition in Narkose[87]. Je nach Stellung des Humeruskopfes kann die Position des Oberarmes im Gilchristverband noch optimiert werden, indem eine elastische Binde proximal eingelegt wird oder eine Adduktionsschiene verwendet wird[83].Bei folgendem Standard-Therapieschema wird der Arm für ca. 7-10 Tage in einem Adduktionsverband (z.B.: Gilchristverband oder Schultertasche) ruhiggestellt [10, 11, 60, 83].Es kommt aber zur physiotherapeutischen Beübung des Ellenbogens und der Hand [71]. In der 2. und 3. Woche können Pendelübungen durchgeführt werden, aktiv assistierte Bewegungen mit der Physiotherapie sind ab der 4. Woche durchführbar. Es liegt aber noch eine Einschränkung der Abduktion und Anteversion bis 90° vor. Diese wird ab der 7. Woche aufgelöst[4, 71, 88]. In der 7.Woche kann auch der Gilchristverband abgenommen werden und die Patienten können neben der Krankengymnastik auch eigenständig Stretching-und Dehnungsübungen durchführen [83].

Genau wie in der postoperativen Behandlung spielt die Physiotherapie bei der konservativen Therapie eine wichtige Rolle [89-92].

1.8.2 Operative Therapie

Im klinischen Alltag werden mehr als 20% der proximalen Humerusfraktur operativ versorgt. Circa 1/3 aller Humeruskopffrakturen müssen operativ versorgt werden, um eine Humeruskopfnekrose zu verhindern und eine schmerzfreie Funktion zu erreichen [18]. Die Operationsindikation wird oft schon bei gering dislozierten Frakturen gestellt und die Rate operativer Versorgungen hat in den letzten Jahren klar zugenommen [71, 93].

Laut der Klassifikation von Neer sind Osteosyntheseverfahren nötig, wenn es sich um nicht reponierbare, instabile Frakturen handelt sowie bei Dislokationen des Humerus > 1cm oder des Tuberkulummajus > 0,5cm [10, 11, 45, 48, 60]. Hinweise auf Instabilität geben ein Kopf-Schaft Abstand ab 3mm und eine Varus-Dislokation [4]. Laut Krettek et al. sind operativ zu versorgende Frakturen, dislozierte Frakturen bei Patienten, die jünger als 60 Jahre sind, sowie Luxationsfrakturen, Head-split Frakturen, Oberarmbrüche mit offenem Weichteilschaden, nicht reponierbare Schaftdislokationen und pathologische Frakturen [83].

Olerud et al. zeigen in ihrer Studie bei 3- und 4-Fragmentfrakturen einen Vorteil der operativen gegenüber der konservativen Therapie. Einen großen Vorteil stellte dabei die Reduktion der posttraumatischen Schmerzen dar [94, 95]. Auch bei 2-Fragmentfrakturen waren die Schmerzen in den ersten 3 Monaten bei operativer Versorgung geringer, als in der konservativen Vergleichsgruppe [15].

Mögliche Operationsmethoden stellen hierbei u.a. Plattenosteosynthesen, Schraubenosteosynthesen, Drahtcerclagen, Humeruskopfdoprothesen, sowie minimalinvasive Verfahren, zu welchen auch die Kapandji-Drahtosteosynthese gehört, dar.

Vorteil dieser minimalinvasiven Techniken ist, durch geschlossene Reposition des Bruches, das Risiko einer Humeruskopfnekrose zu reduzieren, da die Durchblutung weniger geschädigt wird und Vernarbungen periartikulärer Gleitschichten vermieden werden [9, 48, 66, 70, 71, 96, 97]. Letztlich gibt es sowohl beim deltoideopektoralen, als auch beim anterolateralen Zugang Daten, die bestätigen, dass durch Manipulation an den Frakturfragmenten, das Risiko einer avaskulären Humeruskopfnekrose erhöht wird [98, 99].

Demgegenüber kann bei der offenen Reposition eine bessere Fragmentreposition durchgeführt werden, als es geschlossene Verfahren erlauben [71]. So können beispielsweise bei guter Knochenqualität Absprengungen der Tuberkula mit Kleinfragment-Zugschrauben oder einer Drahtcerclage und Fadenankern refixiert werden [71].

Seit Etablierung der winkelstabilen Platten stellt die Plattenosteosynthese die am häufigsten verwendete Therapieform der Humerusfraktur dar [71]. Plattenosteosynthesen (beispielsweise eine Philosplatte (locking compression plate) können prinzipiell bei allen Frakturformen verwendet werden, bieten sich aber vor allem bei 3- oder 4-Fragmentfrakturen an [71, 100-102]. Es kam auch bei 2-Fragmentfrakturen bei Verwendung von winkelstabilen Platten, wie der proximalen Humerusplatte (locking proximal humerus plate (LPHP)) und der PHILOS-Platte (proximal humerus internal lockingsystem) zu zufriedenstellenden Ergebnissen [15, 91]. Als ungeeignet für die Behandlung mittels Plattenosteosynthese gelten Head-split Frakturen und irreponible Luxationsfrakturen oder Frakturen mit einem Gefäß- oder Nervenschaden [101]. Auch im osteoporotisch veränderten Knochen sind winkelstabile Platten mit Komplikationsraten von bis zu 25% behaftet [71, 103]. Aufgrund der bestehenden anatomischen Variationen bezüglich der Lage des Humeruskopfes zum Humerusschaft (Varisierung) ist oftmals die Auswahl der exakten Plattenanpassung nicht einfach [18].

Intramedulläre Nagelosteosynthesen zeigten vor allem bei Spiralfrakturen und Frakturen mit Trümmerzonen im metaphysären Bereich gute Ergebnisse [71]. Diese ließen sich mit denen der Plattenosteosynthese gleichsetzen [15, 91, 104, 105].

Anatomische Endoprothesen - in der Regel bei fehlender glenoidaler Arthrose als Hemi-Endoprothese - werden eingesetzt, wenn es sich um stark osteoporotisch vorgeschädigten Knochen handelt, eine primäre Osteosynthese nicht erfolgreich war oder aufgrund der Komplexität der Fraktur nicht durchgeführt werden konnte [71, 106]. Die postoperativen Ergebnisse erwiesen sich als schlechter, als bei Endoprothesen, die bei Omarthrose eingesetzt wurden. Eine Schmerzreduktion konnte aber erreicht werden [71, 107, 108]. Voraussetzung für die Implantation einer anatomischen Prothese sind laut Tauber et al. ein Patientenalter < 70 Jahre, eine intakte Rotatorenmanschette, sowie eine gute Compliance der Patienten [106].

In Sonografischen Studien konnte gezeigt werden, dass schon bei 50% der 70 Jährigen eine Rotatorenmanschettenruptur vorliegt [109]. Bei Läsionen der Rotatorenmanschette kann statt der anatomischen die Inverse Endoprothese eingesetzt werden.

Die Inverse Endoprothese verwendet man, wie bereits erwähnt, bei älteren Patienten (> 65 Jahre), die eine reduzierte Knochenqualität und einen degenerativen Schaden der Rotatorenmanschette haben und eine komplizierte Mehrfragmentfraktur erlitten [6, 71, 106, 110]. Auch kann diese bei der Behandlung von Frakturfolgeschäden wie z.B. Weichteilkontrakturen, Rotatorenmanschetteninsuffizienz, oder Humeruskopfdezentrierungeingesetzt werden[111]. Wesentliche Voraussetzung für eine gute Funktion der Inversen Prothese sind ein intakter M. deltoideus bzw. N. axillaris[71]. Obwohl noch keine ausreichenden Langzeitergebnisse vorliegen, stellt die Inverse Prothese bei korrekter Indikationsstellung eine gute Alternative dar [6].

1.8.3 Kapandji-Drahtosteosynthese

Die 1989 von Adalbert Kapandji beschriebene Methode, wurde für die Behandlung von proximalen Humerusfrakturen aller Klassifikationstypen, vermehrt für Patienten mit guter Knochenqualität beschrieben [17]. Mittlerweile wird diese Methode auch für andere Patientengruppen verwendet.

Der Operationszugang befindet sich distal und ventral der Tuberositas Deltoidei und wird als „V-Deltoidaler Zugang“ bezeichnet [81, 112].

Nachdem die Muskelschicht in Längsrichtung gespalten wurde und das Periost abgeschoben wurde, kann die ventrale Diaphyse „kleeblattförmig“ aufgebohrt und auf 4,5 mm erweitert werden [9]. Dies wird in der englisch-sprachigen Literatur als „palm-tree-technique“ beschrieben und bezieht sich auf das palmenartige aufspreizen der Drähte im Humeruskopf[81, 112].



Abbildung 10: "V-Deltoidaler-Operationszugang" mit Aufbohrung der Diaphyse [112]

Nach Reposition unter Bildwandlerkontrolle erfolgt das Einführen der Kirschnerdrähte[9]. Man verwendet meist 3-4 Drähte [17, 113]. Anzahl und Stärke sind von der Knochenqualität des Patienten abhängig. Bei älteren Patienten sollten schwächere Drähte eingesetzt werden [9]. Der Erstbeschreiber verwendete 3 Drähte der Stärke 2 mm [17].

Unter Bildwandlerkontrolle werden die Drähte bis an die unterste Frakturlinie gebracht und dann vorsichtig bis zur subchondralen Zone des Humeruskopfes vorgeschoben[9].

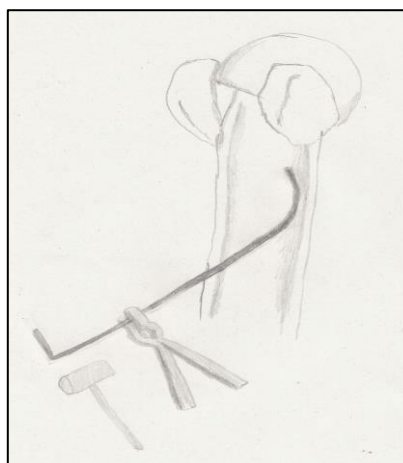


Abbildung 11: Vorschieben der K-Drähte [112]

Die Drähte spreizen sich palmenartig im Humeruskopf auf, da die ersten 5mm um ca. 45° umgebogen werden und der weitere Draht eine Krümmung erhält[81]. Dadurch ist eine spätere Rotation mit Reposition der Fragmente möglich [9]. Außerdem kommt es durch die Verwendung gebogener Drähte zu einer Verminderung von Drahtdislokationen [81, 112].

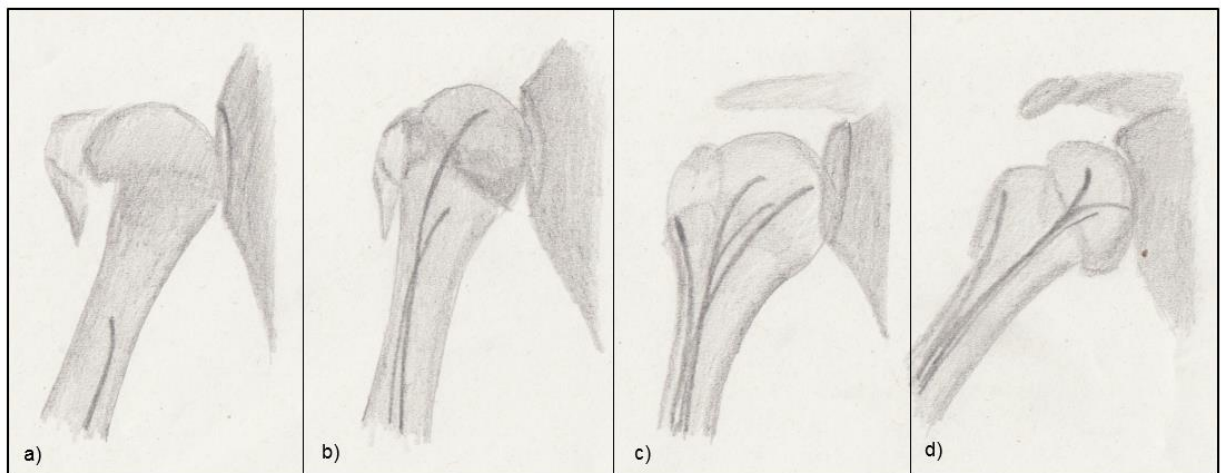


Abbildung 12: Operationsablauf mit Vorschieben der Drähte (a); Anheben der Kopfkalotte (b); Nachschieben der restlichen Drähte (c); Kontrolle in axialer Ebene (d); [9]

Zu der postoperativen Nachbehandlung gehören zweiwöchige Ruhigstellung im Gilchristverband mit gleichzeitig stattfindenden Pendelübungen, um eine adhäsive Capsulitis zu vermeiden. Aktiv-assistierte Krankengymnastik sollte ab der zweiten Woche nach der OP beginnen [9].

Röntgenkontrollen erfolgen in der Regel nach 1, 3 und 6 Wochen[9]. Laut Kapandji können die Drähte bei Erwachsenen in der fünften postoperativen Woche entfernt werden [17]. Andere Studien empfehlen die Drahtentfernung nach 3-4 Monaten[112].

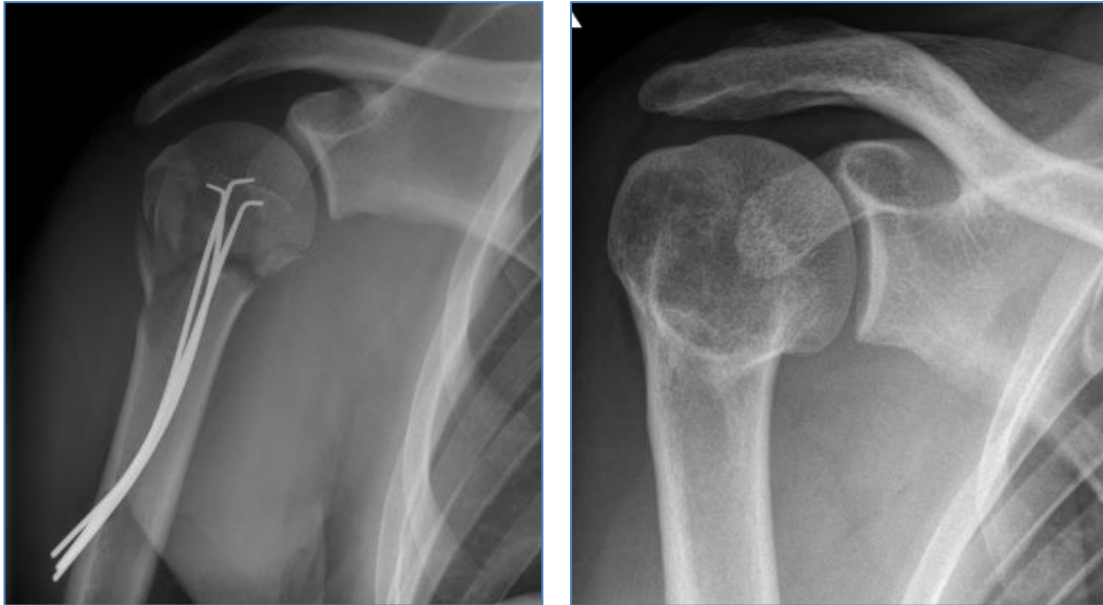


Abbildung 13: a) B1.1 Fraktur bei einem 23 Jährigen Patient b) Kontrolle 2 Jahre postoperativ

1.9 Begleitverletzungen und Komplikationen

1.9.1 Begleitverletzungen und Komplikationen der Humerusfraktur

Vaskuläre Verletzungen, sowohl Nervenschädigungen als auch Traumata der A. axillaris und der Aa. Circumflexaehumerianterior et posterior, kommen vor allem bei stärker luxierten Frakturen vor. In ca. 8% der Fälle liegt eine Verletzung der Nerven durch den Unfallhergang und in ca. 5% eine Initiale Gefäßschädigung vor [48, 60, 81, 114].

Eine weitere gefürchtete Komplikation der Humeruskopffraktur ist die Humeruskopfnekrose. Je nach Frakturart und Operationsverfahren kann diese zwischen 6,5% und 35% variieren [4, 71, 102, 115]. Sie kann bis zu 5 Jahre nach dem Trauma oder der Operation auftreten [116].

Zu den Spätkomplikationen zählen, neben der Humeruskopfnekrose, eine posttraumatische Arthrose sowie Läsionen der Rotatorenmanschette oder eine Einklemmungssymptomatik (Impingement) [60, 76, 96, 114, 117].

Die Omarthrose kommt einerseits aufgrund der altersbedingten Degeneration der Gelenke zustande, kann sich aber auch nach einem Trauma entwickeln. Wenn die

Rotatorenmanschette beschädigt ist oder die exakte operative Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse nicht gelingt, kann es durch die veränderte Mechanik im Glenohumeralgelenk zu einem Verschleiß des Gelenkknorpels kommen [117].

1.9.2 Begleitverletzungen und Komplikationen der operativen Verfahren

Sturzenegger et al. beschrieben in ihrer Studie 3-Fragment Frakturen und 4-Fragment Frakturen sowie Trümmer- und Luxationsfrakturen, welche zum einen mit einer Plattenosteosynthese und zum anderen mit einer Zuggurtungsosteosynthese versorgt wurden. Laut den Autoren wurde das Risiko der Entwicklung einer avaskulären Humeruskopfnekrose aufgrund der operativen Traumata bei der Plattenosteosynthese als höher eingestuft. Bei der minimalinvasiveren Methode besteht durch die schonendere Exploration ein geringeres Risiko die Durchblutung des Humeruskopfes zu gefährden [102].

Des Weiteren kann es vor allem operativ bedingt zu Wundhämatomen, Wundinfektionen und Pseudoarthrosen kommen [114].

Königshausen et al. publizierten eine Arbeit über postoperative Komplikationen bei Humeruskopffrakturen die mit einer polyaxialen winkelstabilen Platte versorgt wurden und erwähnten Komplikationen wie Schraubenperforation, Pseudoarthrose, Frozen shoulder, Nervenschaden des N. radialis sowie Impingement der Platte [118, 119].

Komplikationen der Kapandji-Drahtosteosynthese stellen Drahtdislokationen oder Perforation der Drähte dar, welche durch eine Drahtumsetzung oder Drahtkürzung behoben werden sollten [9, 81, 112].

Kiyohisha Ogawa et al. führen in ihrer Publikation aus, dass eine reduzierte Drahtdislokationsrate beobachtet werden kann, sobald man für jeden Draht ein separates Bohrloch verwendet [112].

Vorteil der Operationsmethode stellt der minimalinvasive Zugangsweg und das damit verbundene geringere Risiko der Gewebeschädigung dar [9, 102].

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Nachuntersuchung der Patienten die sich in dem Zeitraum 2002-2010 eine proximale Humerusfraktur zuzogen und im König-Ludwig-Haus in Würzburg mittels Kapandji-Drahtosteosynthese operiert wurden.

Hierbei handelte es sich um 81 Patienten, 65 Frauen und 16 Männer. Diese Patienten wurden per Brief (Anhang 2) und telefonisch zu einer Nachuntersuchung ins König-Ludwig-Haus eingeladen. Diese Einladung erfolgte unabhängig von der Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie. Da es sich um eine Retrospektive Auswertung bereits abgeschlossener Versorgungen handelt, gibt es keine speziellen Ein- und Ausschlusskriterien.

Letztendlich konnten 37 Patienten zu einer Nachuntersuchung einbestellt werden und 8 Patienten schickten die Nachsorgebögen per Post zurück.

2.2 Fraktur-Klassifikationen

Die Einteilung der Frakturen in dieser Dissertation erfolgt nach AO und Neer. Diese beiden Einteilungen stellen die am weitesten verbreiteten Klassifikationen für proximale Humerusfrakturen dar und spielen unter anderem deshalb für die Auswahl der jeweiligen Therapiemöglichkeit eine entscheidende Rolle.

2.3 Ethikkommission

Gemäß §15 der Berufsordnung für Ärzte in Bayern wurde das Protokoll dieser Studie und die zugehörigen Unterlagen der zuständigen Ethikkommission der Uniklinik

Würzburg vorgelegt und dort unter dem Aktenzeichen Az 177/11 in der Sitzung am 13.09.2011 beraten. Es wurde mitgeteilt, dass keine Bedenken gegen die Durchführung der Studie bestehen. Das Bestätigungsschreiben ist im Anhang 1 zu finden.

2.4 Klinische Evaluation

Die Nachsorgeuntersuchung bestand aus einer Sonographie, Röntgen (3-Ebenen und AC-Gelenksaufnahme) sowie dem vom Patienten eigenständig durchgeführten Ausfüllen der „Visuellen Analogskala“ (VAS), dem „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen und dem Constant Murley Score, ein Fragebogen welcher aus Schmerzerfassung, Beweglichkeitsprüfung und Kraftmessung besteht. Die benutzten Fragebögen sind vielfach verwendete Scores um den Erfolg einer angewandten Therapie zum Beispiel bei Verletzungen und Erkrankungen der Oberen Extremität zu quantifizieren. Im Anschluss werden die Scores näher erklärt.

Des Weiteren wurde noch eine körperliche Untersuchung anhand eines Schulter-Untersuchungsbogens (Anhang 4) durchgeführt, welche Inspektion, Palpation, Bewegungsmaß und funktionelle Muskeltests miteinschloss.

Die Briefbefragung bestand aus der „Visuellen Analogskala“ dem „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“-Fragebogen und dem Constant Murley Score.

2.4.1 DASH- „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“- Fragebogen

Unter dem DASH versteht man einen von der „Upper Extremity Collaborative Group“ der „American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)“, dem „Institute for Work & Health“ (Toronto, Kanada) und dem „Council for Musculoskeletal Speciality Societies (COMSS)“ erstellten Fragebogen, mit dessen Hilfe funktionelle Einschränkungen

durch Verletzung oder nach Erkrankung der Oberen Extremität durch subjektive Einschätzung des Patienten erfasst werden können.

Nachdem der 1997 entwickelte DASH hauptsächlich in den USA und in Kanada verwendet wurde, konnte er, durch eine 1999 vorgenommene Anpassung an den deutschsprachigen Raum, auch in Deutschland eingesetzt werden[120-122].

Der aus 30 Fragen bestehende Fragebogen enthält Fragen zu Symptomen (wie zum Beispiel Schmerz oder Parästhesien), körperlicher, sozialer und psychischer Funktion. Hierbei werden Alltags- und Freizeitaktivitäten sowie der Umgang mit Familie und Freunden und das Selbstwertgefühl abgefragt, und mögliche Einschränkungen oder Verminderungen erfasst.

Optional können noch jeweils vier Fragen zu Arbeitsleben und musikalischen oder sportlichen Aktivitäten hinzugefügt werden[123]. Hierauf wurde in dieser Arbeit verzichtet.

Anhang 5: DASH-Fragebogen zeigt den DASH wie er bei der vorliegenden Arbeit verwendet wurde.

Die Auswertung erfolgte anhand Addition der in den Fragen erreichten Punkte. Der so gebildete Roh-Wert dient als Grundlage für folgende Formel, mit welcher der DASH-Wert berechnet wurde.

$$\frac{(\text{Rohwert}) - \text{Zahl der beantworteten Fragen}}{1,2} = \text{DASH - Wert}$$

Formel 1: Berechnung des DASH-Wertes[124]

Die Ergebnisse liegen auf einer Skala von 0-100. Niedrige Punktwerte weisen auf geringere Einschränkungen der Patienten hin.

Die Punktzahl für jede Frage ergibt sich aus der gewählten Antwortmöglichkeit, welche jeweils von 1(=keine Schwierigkeiten) bis 5(= nicht möglich) reichen[120, 121].

2.4.2 Constant Murley Score

Der 1987 entwickelte Score von Constant und Murley wurde 1991 in Deutschland eingeführt [125, 126]. Es handelt sich hierbei um einen kombiniertobjektiv-subjektiven Score, welcher die Funktionseinschränkung der Schulter nach Behandlung einer Verletzung oder einer Erkrankung erfasst.

Es werden zum einen subjektive Bereiche wie Schmerzen und Aktivitäten des täglichen Lebens erfasst, aber auch objektive Kategorien wie Beweglichkeit und Kraft abgefragt. Die erreichten Punktzahlen der Teilbereiche werden addiert und so ein Gesamtwert gebildet.

Der erreichbare Bestwert liegt bei 100 Punkten wobei die einzelnen Bereiche mit folgender Wertung mit eingehen:

Teilbereich A: Schmerzen (15 Punkte)

Teilbereich B: Aktivitäten des täglichen Lebens (20 Punkte)

Teilbereich C: Beweglichkeit (40 Punkte)

Teilbereich D: Kraft (25 Punkte)

Im subjektiven Teilbereich A werden 15 Punkte bei Schmerzfreiheit, 10 Punkte bei geringen Schmerzen, 5 Punkte bei mäßigen Schmerzen und keine Punkte bei starken oder permanenten Schmerzen vergeben.

Der ebenfalls subjektive Teilbereich B ermittelt Einschränkungen im Arbeitsleben, bei Freizeitaktivitäten und beim Schlafen. Hierbei werden jeweils 4 Punkte bei keinen Einschränkungen und 2 Punkte bei teilweisen Einschränkungen sowie keine Punkte bei erheblichen Einschränkungen vergeben. Die restlichen Punkte beziehen sich auf die schmerzfrei einsetzbare Höhe des Armes im Alltag.

Teilbereich C widmet sich dem aktiven, schmerzfrei ausführbaren Bewegungsausmaß, da dieses laut den Autoren eine gute Auskunft über die Funktionseinschränkung gibt. Die Patienten werden bezüglich Anteversion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation beurteilt, wobei in jedem Bereich eine Höchstpunktzahl von 10 Punkten erreicht werden kann, sobald das Bewegungsausmaß den Normwert erreicht oder im Falle der Innen- und Außenrotation alle angegebenen Bewegungen ausgeführt werden können.

Im Teilbereich D erfolgte eine Kraftmessung mithilfe einer Federwaage. Hierbei wurde bei den Patienten auf der verletzten, sowie der gesunden Seite jeweils 5-mal bei 90° abduziertem Arm eine Kraftmessung durchgeführt und der Mittelwert gebildet. Für jedes englisch Pfund (entspricht ca. 0,45 kg) wurde ein Punkt bis zu dem erreichbaren Maximalwert von 25 vergeben.

Im Brieffragebogen wurden die Patienten gebeten die Kraftmessung, mit Hilfe einer Tasche mit definierten Gewichten, z.B. 1 Liter Milchpackungen durchzuführen [9, 125, 126].

Im Anhang 6: Fragebogen nach Constant und Murley befindet sich der Fragebogen, welcher den Patienten zugestellt wurde.

Die Gesamtpunktzahl aus den addierten Teilbereichen wird anschließend mithilfe untenstehender Tabelle für Männer und für Frauen altersspezifisch adaptiert. Dies erfolgte anhand des von Constant im Jahre 1991 entwickelten Scores.

Alter [Jahre]	rechts	links	MW	SD
21-30	97	99	98	4,2
31-40	97	90	93	3,4
41-50	86	96	92	3,6
51-60	94	87	90	3,1
61-70	83	83	83	4,2
71-80	76	73	75	3,6
81-90	70	61	66	3,1
91-100	60	54	56	4,3

Tabelle 1: Prozentuale Angabe der Schulterfunktionsverschlechterung der Normalpopulation in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Seite für Männer (Constant 1991)[125]

Alter [Jahre]	rechts	links	MW	SD
21-30	98	96	97	4,7
31-40	90	91	90	4,1
41-50	85	78	80	3,8
51-60	75	71	73	2,8
61-70	70	68	70	4,0
71-80	71	64	69	3,9
81-90	65	64	64	2,9
91-100	58	50	52	5,1

Tabelle 2: Prozentuale Angabe der Schulterfunktionsverschlechterung der Normalpopulation in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Seite für Frauen (Constant 1991)[125]

Tabelle 3 zeigt die Bewertung des alters- und geschlechtsspezifisch adaptierten der Constant Scores.

Bewertung Constant Score	
Ausgezeichnet	91-100
Gut	81-90
Befriedigend	71-80
Ausreichend	61-70
Schlecht	< 60

Tabelle 3: Bewertung des auf Alter und Geschlecht genormten Constant Scores nach Boehm et al. 2002 [37]

2.4.3 Visuelle Analogskala (VAS)

Die visuelle Analogskala dient der subjektiven Quantifizierung der Schmerzen und des Funktionsverlustes indem der Patient gebeten wird seine Schmerzen sowie seinen Funktionsverlust in einer Skala von 0 (=keine Schmerzen, kein Funktionsverlust) bis 100 (=maximale Schmerzen, maximal schlechte Funktion) zum Nachsorgezeitpunkt anzugeben. Die Skala besteht aus 5er Schritten.

Die Abbildung 14 zeigt den Fragebogen (Visuelle Analog Skala) der vom Befragten durch Ankreuzen auszufüllen ist.

Fragebogen 1 (Visuelle Analog Skala)

Bitte fassen Sie Schmerzen und den Funktionsverlust ihrer Schulter in einem Wert zusammenfassen:

0 = keine Schmerzen, kein Funktionsverlust

100 = maximale Schmerzen, maximal schlechte Funktion

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

keine Schmerzen *maximale Schmerzen*

Abbildung 14: Visuelle Analogskala

Hierbei handelt es sich um ein sehr subjektives Untersuchungsverfahren, da jeder Patient seine Schmerzen und seinen Funktionsverlust anders beurteilt. Dies macht einen Vergleich schwierig, gibt jedoch im Gesamten einen Hinweis über die Schmerzsituation und die Zufriedenheit der Patienten.

2.5 Radiologische Bewertung

2.5.1 Arthrose und Nekrose

Die Humeruskopfnekrose stellt eine gefürchtete Komplikation bei proximalen Humerusfrakturen dar. Sie äußert sich meist mit zunehmenden Schmerzen, Verlust des Bewegungsausmaßes und abnehmender Kraft [114]. Erfolgt die Diagnosestellung in einem frühen Stadium, ist die Option einer Anbohrung bzw. Core Decompression als gering invasive Methode mit dem Ziel der Erhaltung des Humeruskopfes beschrieben [127]. Im fortgeschrittenen Stadium der Humeruskopfnekrose kommt es zur Deformierung des Kopfes und einer sekundären Arthrose die letztlich mit einer Endoprothese versorgt werden muss [114]. Nachdem eine Humeruskopfnekrose auch nach längerer Zeit auftreten kann, ist für eine dahingehende Beurteilung eine langfristige Nachbeobachtung von mindestens 2 Jahren erforderlich [9].



Abbildung 15: Röntgenaufnahme einer Humeruskopfnekrose bei einer 77-jährigen Patientin

Obwohl eine Omarthrose (Arthrose im Schultergelenk) oft bei höherem Patientenalter vorkommt, da diese auch durch mechanische Beanspruchung entstehen kann, können auch Operationen eine Arthrose der Schulter auslösen. Neben der primären Omarthrose kann auch die Nekrose im Verlauf Ursache für eine sekundäre

Omarthrose sein, da es hierbei schon im Frühstadium zu einer gestörten Ernährung des Gelenkknorpels kommt [117].

Diagnostiziert wird die Omarthrose mithilfe von radiologischen Aufnahmen in denen die Gelenkspaltweite beurteilt wird und einer Sonographie (Ausschluss anderer schmerzverursachender Pathologien in der Schulter). Die Omarthrose zeigt sich im Röntgenbild mit den klassischen radiologischen Zeichen einer Arthrose wie Gelenkspaltverschmälerung, Osteophytenbildung, subchondrale Sklerosierungen und Pseudozysten.



Abbildung 16: Röntgenaufnahme einer Omarthrose einer 67-jährigen Patientin

2.6 Sonographie

Es erfolgte eine standardisierte sonographische Untersuchung mit besonderem Fokus auf der Intaktheit der Rotatorenmanschette, da sich posttraumatische Defekte oder degenerative Veränderungen an der Rotatorenmanschettenmuskulatur zeigen können. Defekte der Rotatorenmanschette spielen u.a. bei der Entstehung einer Omarthrose eine Rolle [117].

Im Ultraschall lassen sich im sogenannten S1 Schnitt der M. Subscapularis und die Bizepssehne darstellen. Im S2 Schnitt wird der Prozessus Coracoideus und der M. Supraspinatus begutachtet. Außerdem wird die Muskelgröße und zirkumferente Umspannung der Muskeln um den Humeruskopf beurteilt. Auch können der M. Infraspinatus und Muskelfasern des Teres minor dargestellt werden [128].

In dieser Arbeit wird, hinsichtlich der Ergebnisse im Ultraschall, nur auf das Vorliegen, oder Nicht-Vorliegen eines Rotatorenmanschettendefekts eingegangen. Hinweis auf einen Rotatorenmanschettendefekt, z.B. ein Riss in diesen Muskeln, liefert eine nicht zirkumferente Umspannung des Humeruskopfes[78].

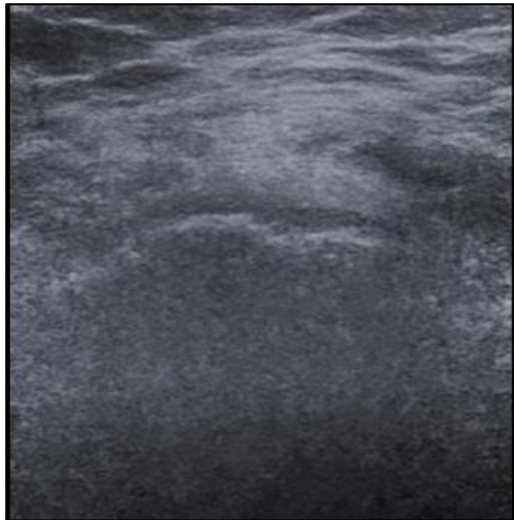


Abbildung 17: Sonographie eines RM-Defektes



Abbildung 18: Sonographie einer intakten RM

2.7 Datenmanagement und Biometrie

Die Datenverarbeitung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel Version 2010. Die statistischen Auswertungen wurde mit dem Statistikprogramm SPSS Version 21 durchgeführt.

Deskriptive Statistik: Die deskriptive Statistik erfolgte durch Auswertung von absoluten und relativen Häufigkeiten, als statistische Lagemaße wurden Mittelwerte, Mediane, Quantile, Minimum und Maximum eingesetzt, Streumaße waren Standardabweichung und Quartilsabstände.

Inferenzstatistik: Als statistische Inferenzverfahren wurde für nominalskalierte Daten der Chi-Quadrat-Test und der exakte Fisher-Test (mehr als 20% der Zellen hatten eine erwartete Häufigkeit < 5), für metrisch skalierte Variablen wurde der t-Test für heterogene Varianzen und die einfaktorielle ANOVA eingesetzt. Zusätzlich wurden Korrelationen nach Pearson mit entsprechender Teststatistik durchgeführt.

Graphische Darstellungen:Neben der Ergebnisdarstellungen in Tabellen wurden bedeutsame Analysen in Form von Tortendiagrammen, Balkendiagrammen und Streudiagrammen dargestellt.

In jeder Graphik wurde separat angegeben, welcher Signifikanztest verwendet wurde. Außerdem wurde der Standardfehler des Mittelwerts in den Graphiken mit aufgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

Von den im Zeitraum 2002-2010 im König-Ludwig-Haus operierten Patienten waren 37 Patienten bereit persönlich zu einer Nachuntersuchung zu erscheinen (n=37 Präsenzuntersuchung), 8 Patienten stimmten einer Briefbefragung zu. Die Gesamtzahl der teilnehmenden Probanden lag bei n=45. Dabei handelte es sich um 37 Frauen und 8 Männer. Die 37 Patienten, welche persönlich zur Nachuntersuchung erschienen füllten den CMS, den DASH- Score und die VAS aus und erhielten -sofern sie damit einverstanden waren- Kontrollröntgenbilder und eine Sonographie. Bei den Patienten welche der Briefbefragung zustimmten wurden der CMS, der DASH-Score und die Visuelle Analogskala zur Auswertung genutzt.

Die Abbildung 19 stellt den Verbleib der operierten Patienten dar.

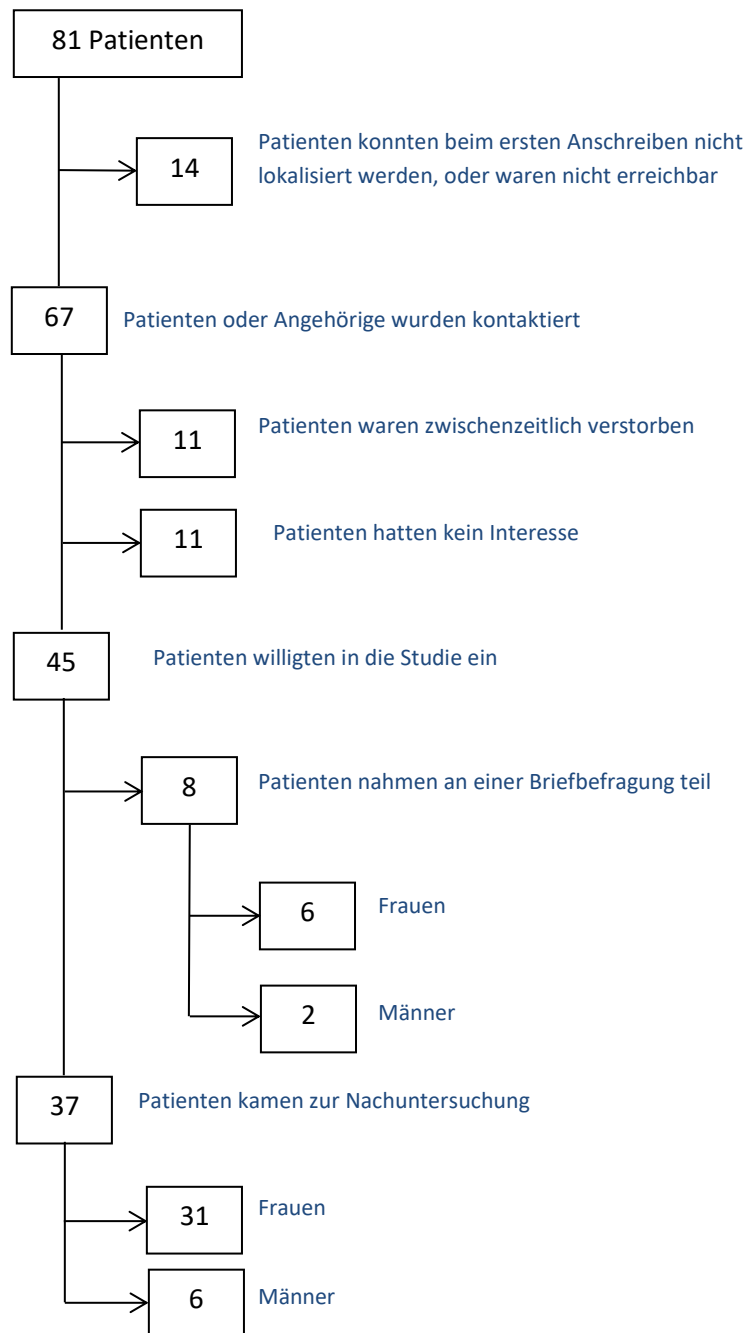


Abbildung 19: Flussdiagramm zum Verbleib der Patienten

Vor Beginn der Untersuchung wurden die Patienten über die Studie informiert und bestätigen ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Untersuchung durch Unterzeichnung der Einwilligungserklärung (Anhang 3).

Bei der persönlichen Untersuchung nahmen 31 Patienten weiblichen und 6 Patienten männlichen Geschlechts teil. 17 Patienten hatten eine linksseitige Fraktur, bei

20 Patienten war die rechte Seite betroffen. Im Durchschnitt wurden die Patienten 5,3 Jahre nach ihrer Fraktur nachuntersucht. (Minimum 2,1 Jahre; Maximum 10,6 Jahre). Auch bei den Briefpatienten betrug die mittlere Zeit zwischen Fraktur und Nachuntersuchung 5 Jahre. 4 der befragten Patienten hatten die Fraktur am linken Arm, die anderen 4 am Rechten.

3.1.1 Altersverteilung

Abbildung 20 zeigt die Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Operation. Es handelt sich insgesamt um 65 Frauen und 16 Männer. Es ist zu erkennen, dass die Hälfte der Patienten Frauen zwischen 60 und 80 Jahren sind (42 von 81 Patienten). Die 80 bis 90 Jährigen Patientinnen nehmen noch 11% aller operierten Patienten ein.

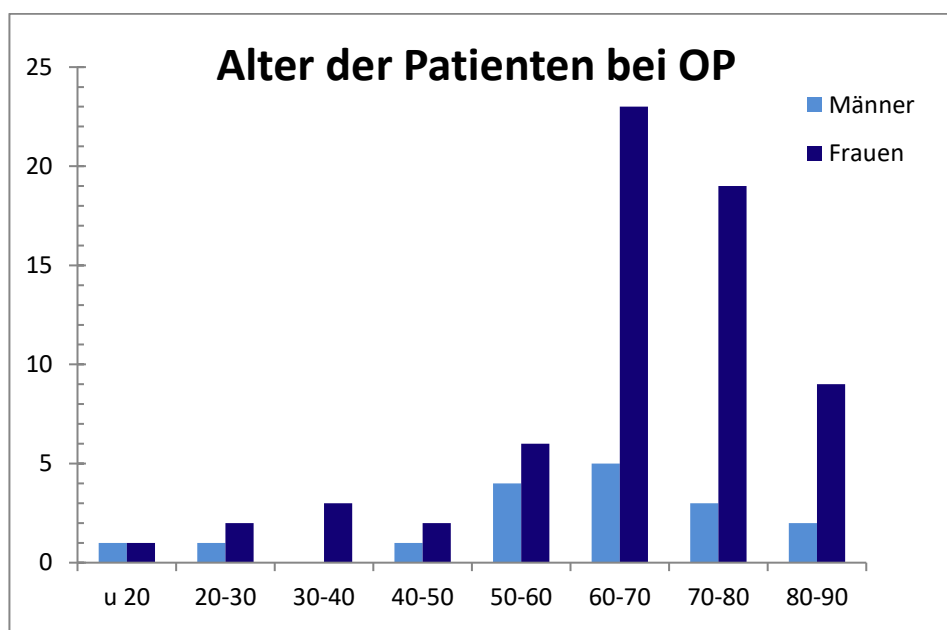


Abbildung 20: Alter zum OP-Zeitpunkt aller operierter Patienten

Dies lässt sich mit der Epidemiologie der Humerusfrakturen vereinbaren, welche vorwiegend eine Fraktur der 70-90 Jährigen Patientinnen darstellt [129]. Der etwas jüngere Altersdurchschnitt in vorliegender Arbeit lässt sich auch dadurch erklären, dass es sich hierbei um die mit einer Kapandji-Drahtosteosynthese versorgten

Patienten handelt und nicht um Patienten, die sich eine Humerusfraktur zugezogen haben.

Das Diagramm der Abbildung 21 visualisiert die Daten aus Tabelle 4. In der Tabelle ist das Alter der Befragten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gezeigt. Man erkennt einen zunehmend höheren Anteil des weiblichen Geschlechts welcher ab dem 50. Lebensjahr beginnt und seinen Höhepunkt zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr findet. Von den 37 Frauen wurden 9 Frauen zwischen dem 70. und 80. Lebensjahr mit einer Kapandji-Drahtosteosynthese versorgt. Auch kam es bei den über 80 Jährigen noch zu 3 Operationen.

Bei den Männern finden sich die meisten Operationen zwischen 50 und 70 Jahren. Allerdings ist die Aussagekraft aufgrund der geringen Power begrenzt.

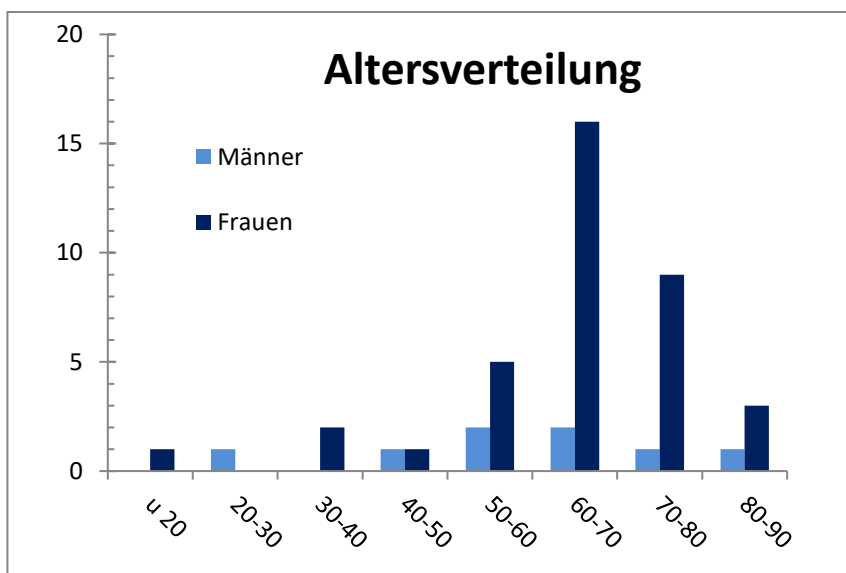


Abbildung 21: OP-Alter der Männer und Frauen, welche an der Nachuntersuchung teilnahmen

Alter zum Nachsorgezeitpunkt	Geschlecht				Gesamt	
	Männer		Frauen		Anzahl	Anteil
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil		
<65 Jahre	3	37,5%	9	24,3	12	26,7%
66-75 Jahre	2	25,0%	16	43,2%	18	40,0%
> 75 Jahre	3	37,5%	12	32,4%	15	33,3%
Gesamt	8	100,0%	37	100,0%	45	100,0%

Tabelle 4: Überblick über das Alter zum Nachsorgezeitpunkt der Patienten

In Tabelle 4 wurden die Patienten nach Geschlecht und Altersgruppen zum Nachsorgezeitpunkt dargestellt. Es zeigt sich, dass die Frauen zu insgesamt 75% über 66 Jahre alt waren als sie nachgesorgt wurden. Die größte Gruppe stellen die 66-75 Jährigen Patientinnen dar. Bei den Männern liegt zwar eine weitestgehend ausgeglichene Gruppengröße vor, jedoch ist dies aufgrund der geringen Fallzahl (n=8) nicht aussagekräftig.

3.2 Fraktur-Klassifikationen

3.2.1 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

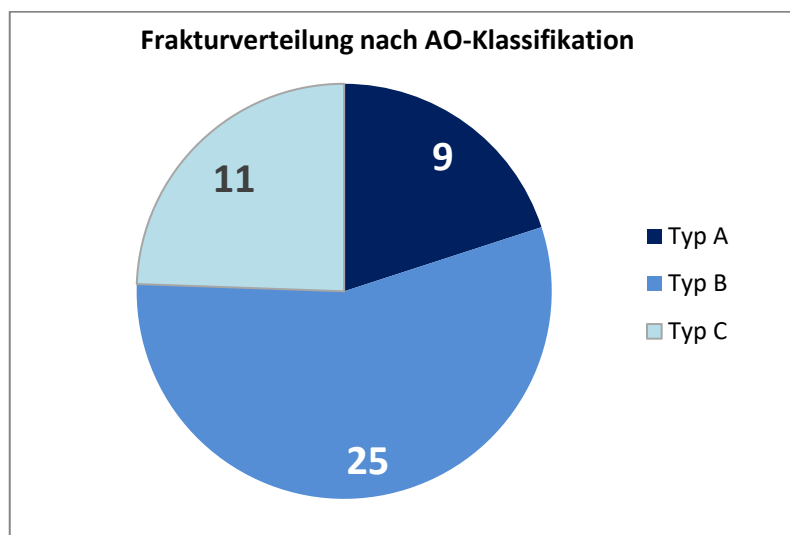


Abbildung 22: Frakturverteilung nach AO-Klassifikation

Abbildung 22 zeigt die Frakturverteilung nach AO-Klassifikation. Der Anteil der Patienten mit einer Fraktur Typ A beträgt neun. Davon hatten zwei Patienten eine Typ A.1-Fraktur, fünf Patienten eine Typ A.2 und zwei Patienten eine A.3-Fraktur. Den größten Anteil (n=25) nahmen Patienten mit einer Typ B-Fraktur ein, fast alle Patienten wiesen eine B.1-Fraktur auf. Nur ein Patient hatte eine B.2-Fraktur. Elf Patienten verzeichneten eine C-Fraktur, fünf Patienten davon hatten eine C.1.-Fraktur, vier Patienten eine C.2- und zwei Patienteneine C.3-Fraktur.

In Abbildung 23 wird die Frakturverteilung in Bezug auf das Patientenalter dargestellt. Die Typ B-Frakturen nehmen sowohl bei über, als auch bei den unter 65 Jährigen den höchsten Anteil ein. Man erkennt, dass sie über die Hälfte aller Frakturen darstellen. Typ C-Frakturen kommen bei Patienten über 65 Jahren 3 mal häufiger als bei Patienten unter 65 Jahren vor. So fällt auf, dass sich vor allem über 65 Jährige kompliziertere Frakturen, wie Typ B- und C-Frakturen zuziehen.

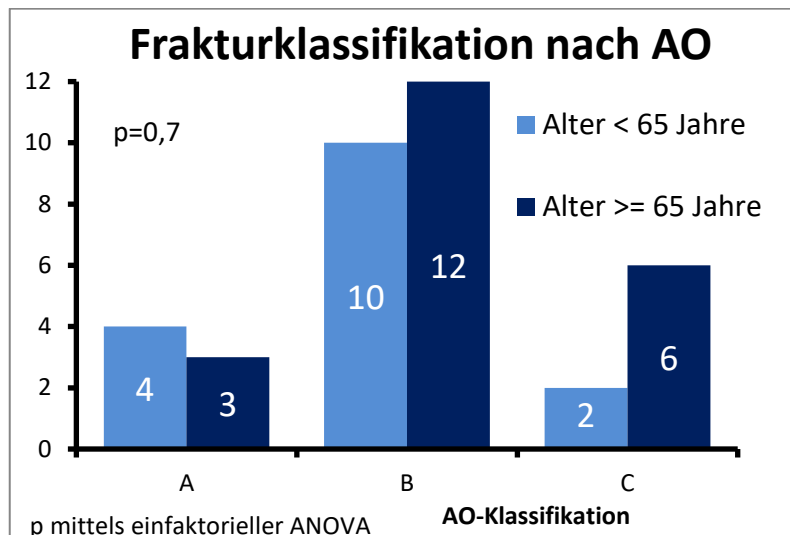


Abbildung 23: AO-Frakturklassifikation nach Alter

Die separate Betrachtung der Geschlechter zeigt den erhöhten Anteil der Frauen. Während bei den Männern die Typ A-Frakturen die kleinste Gruppe darstellen, ist bei den Frauen die Anzahl der Typ A- und Typ C-Frakturen gleich. Typ B-Frakturen nehmen 57% der Frakturen bei den Frauen ein. Die Männer erlitten fast so viele Typ B wie Typ C-Frakturen.

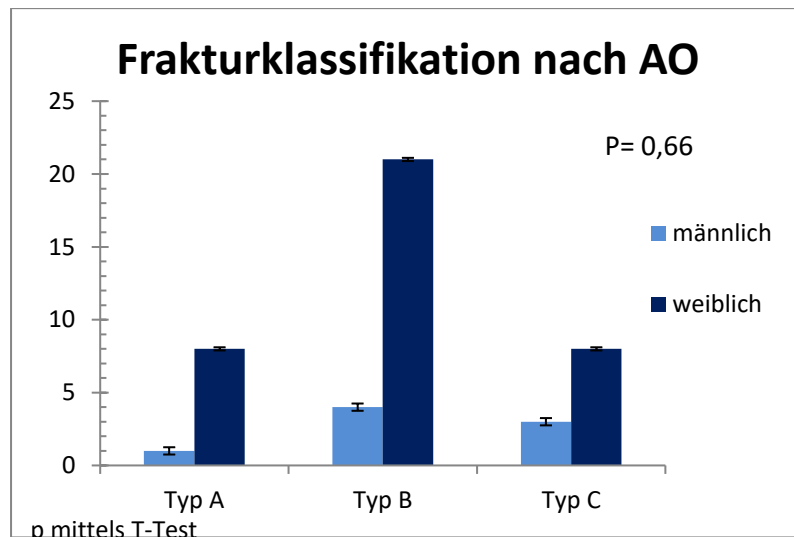


Abbildung 24: Frakturklassifikation nach AO hinsichtlich des Geschlechts

3.2.2 Klassifikation nach Segmenten

Bezogen auf die Segmentzahl ergibt sich die folgende Verteilung:

	n	%
2-Segmentfrakturen	7	18,9
3-Segmentfrakturen	20	54,1
4-Segmentfrakturen	10	27,0

Tabelle 5:Frakturverteilung nach Segmentzahl

Bei über 50% der Frakturen handelt es sich um 3-Segmentfrakturen. Die 2-Segmentfrakturen nehmen die kleinste Gruppe ein

3.2.3 Klassifikation nach Neer

Die Klassifikation nach Neer zeigt bei den 37 zur Nachsorgeuntersuchung erschienenen Patienten eine Verteilung von 16 Patienten mit Neer III (Fraktur im Collum chirurgicum) und 21 Patienten mit Neer IV (Tuberkulum majus ist betroffen).

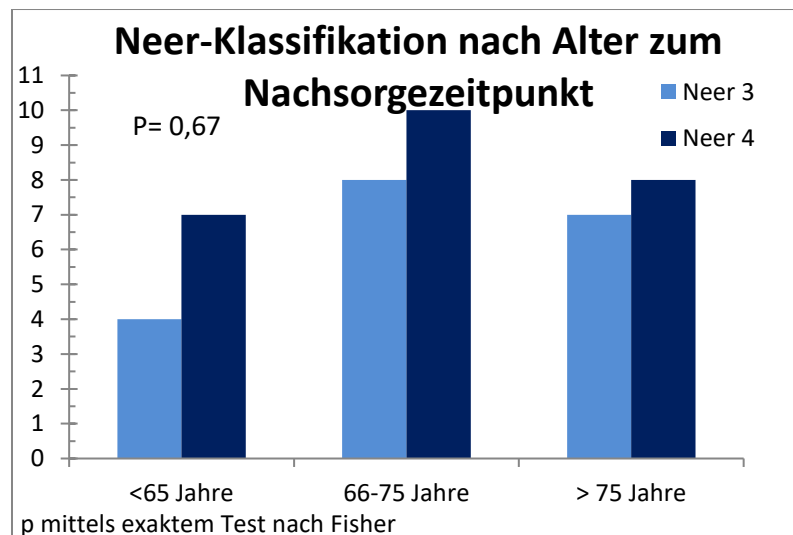


Abbildung 25: Fraktureinteilung nach Neer bei Alter zum Nachsorgezeitpunkt

Bezogen auf das Alter zum Nachsorgezeitpunkt zeigt sich, dass in allen Altersgruppen die Frakturen nach Neer Typ IV die häufigere Frakturform darstellen. Bei den Patienten unter 65 Jahren ist der Anteil an Neer Typ IV-Frakturen fast doppelt so hoch wie der Anteil an Neer Typ III-Frakturen.

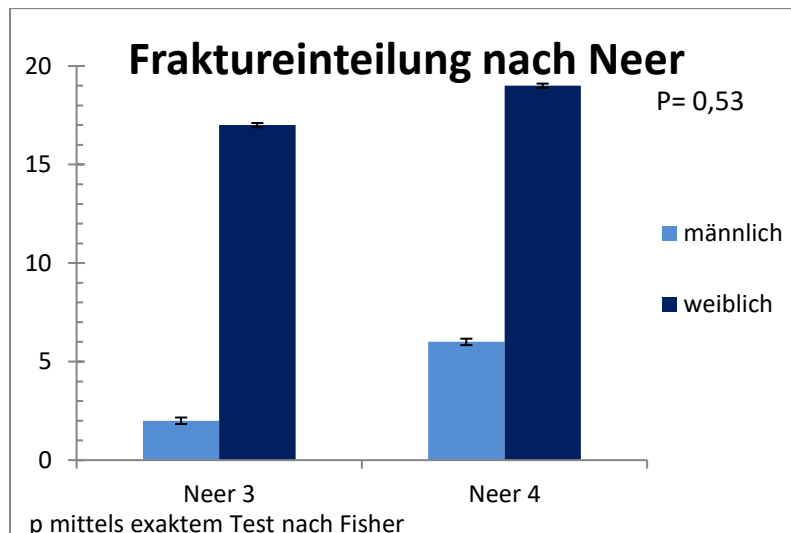


Abbildung 26: Fraktureinteilung nach Neer hinsichtlich des Geschlechts

Abbildung 26 zeigt die Fraktureinteilung nach Neer hinsichtlich des Geschlechts. Es fällt auf, dass bei Männern mehr Typ IV als Typ III-Frakturen vorliegen. Bei den Frauen ist der Unterschied nur minimal, obwohl auch hier die Typ IV-Frakturen häufiger vorkommen.

3.3 Heilungsverlauf

3.3.1 Einordnung der postoperativen Komplikationen

Es folgt eine Betrachtung der Komplikationen, welche postoperativ auftraten, oder zumindest nicht als Langzeitkomplikationen deklariert werden können. Zu diesen zählen Drahtdislokation, Durchführen einer sekundären Plattenosteosynthese, Zystenbildung und sekundärer TEP-Einbau bei fehlender knöcherner Konsolidierung. Bei insgesamt 22 Patienten, der 37 persönlich untersuchten Patienten, traten keine Komplikationen auf, 15 Patienten entwickelten im postoperativen Verlauf Komplikationen, wobei Drahtdislokationen (n= 8) den größten Anteil einnahmen. Es musste insgesamt 4 Mal erneut operiert und eine Umsetzung der Drähte vorgenommen werden. Einmalig trat auch eine Drahtperforation auf. Zwei Patienten mussten mit einer Platte versorgt werden und drei Patienten erhielten eine

Totalendoprothese. Dabei wurden zwei reverse und eine anatomische Prothese eingebaut. Alle drei Prothese Patienten entwickelten zuvor eine Humeruskopfnekrose und anschließend eine Arthrose. Zwei Patienten waren zwischen 70 und 75 Jahren alt und ein Patient hatte ein Alter von 48 Jahren. Es handelt sich um eine Typ B- und zwei Typ C-Frakturen. Die Typ B-Fraktur wurde mit 5 Drähten versorgt. Die C-Frakturen einmal mit 3 und einmal mit 5 Drähten.

Tabelle 6 schlüsselt die Komplikationen wie Drahtdislokation, Zystenbildung und Wechsel auf andere Therapiemethoden, wie Plattenosteosynthese oder Endoprothesenimplantation, nach AO-Typen auf. Die Komplikation Zystenbildung bezeichnet einen radiologisch festgestellten Hohlraum im Humeruskopf ohne funktionelle Relevanz.

Es zeigt sich, dass Drahtdislokationen meist bei Typ B-Frakturen vorkamen. Plattenosteosynthesen wurden bei einer Typ A-Fraktur und einer Typ B-Fraktur vorgenommen. Hingegen wurden 67% der Prothesen bei Typ C-Frakturen implantiert.

exakter Fisher Test $p=0,61$ Komplikation	AO-Frakturteilung						Gesamt
	Typ A		Typ B		Typ C		
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl
Drahtdislokation	1	11,1%	6	66,7%	2	22,2%	9
TEP	0	0%	1	33,3%	2	66,7%	3
Platte	1	50%	1	50%	0	0%	2
Zyste	0	0%	1	100%	0	0%	1
Gesamt	2	13,3%	9	60%	4	26,7%	15

Tabelle 6: Komplikationen nach AO-Klassifikation

3.3.2 Einordnung der postoperativen Komplikationen hinsichtlich des Geschlechts

Allgemein zeigt sich, dass beim männlichen Geschlecht bei ca. 50% Komplikationen vorlagen. Es musste insgesamt bei 1/3 der Patienten eine sekundäre Plattenosteosynthese durchgeführt werden. Frauen waren zu 39% von Komplikationen betroffen. Hier nahmen Drahtdislokationen mit 75% den größten Teil

ein. Es liegt eine Signifikanz hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Komplikationen vor.

Komplikation	Geschlecht				Gesamt	
	männlich		weiblich			
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
nein	3	50%	19	61,3%	22	59,5%
ja	3	50%	2	38,7%	5	40,5%
Gesamtanzahl	6		31		37	

Tabelle7: Komplikationen nach Geschlecht

Komplikation	Geschlecht				Gesamt
	Männlich		Weiblich		
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl
Drahtdislokation	0	0%	9	75,0%	9
TEP	1	33,3%	2	16,7%	3
Platte	2	66,7	0	0%	2
Zyste	0	0%	1	8,3%	1
Gesamt	3		12		15

Tabelle8: Komplikationsarten nach Geschlecht

Folgende Abbildung zeigt das Auftreten von Komplikationen, welche sich im Rahmen der operativen Nachbehandlung entwickelten, oder im Laufe der Zeit auftraten. Die Komplikation der Arthrose und Nekrose werden hier nicht mit aufgeführt, da sie separat betrachtet wurden.

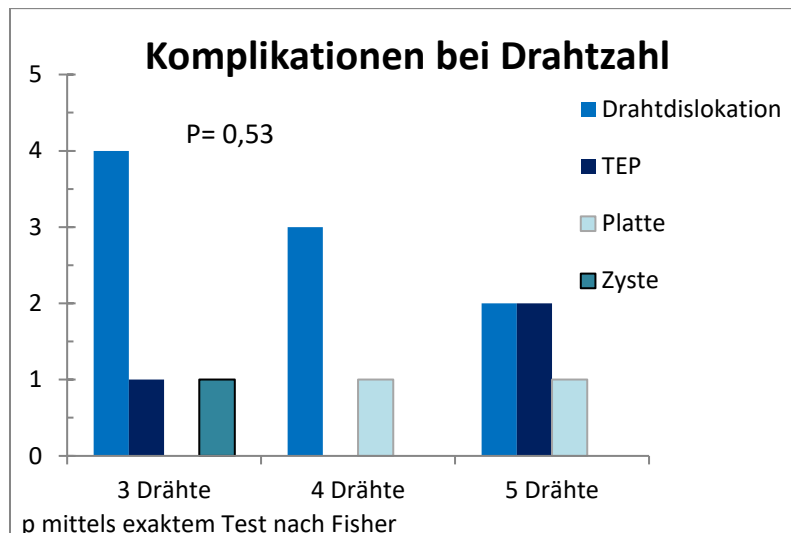


Abbildung 27: Komplikationen nach Drahtzahl

Betrachtet man die Drahtzahl bezogen auf die aufgetretenen Komplikationen kann festgestellt werden, dass eine Drahtdislokation desto seltener vorkam, je mehr Drähte verwendet wurden. In der Literatur wird die verwendete Drahtzahl meist mit 3 Drähten [17, 81, 112], oder 3 bis 4 Drähten [113] angegeben. Bei Frakturen, die mit 4 Drähten versorgt wurden, musste nie eine Endoprothese eingesetzt werden. Jedoch liegt auch hier keine Signifikanz vor.

3.3.3 Mittel- und Langfristige Folgeerscheinungen wie Arthrose und Nekrose

Drei der sieben Patienten, welche eine Arthrose entwickelten, hatten auch eine Humeruskopfnekrose. Insgesamt traten bei 6 Patienten Humeruskopfnekrosen auf. Das folgende Diagramm zeigt die NekroseRate bezogen auf die Frakturklassifikation nach AO.

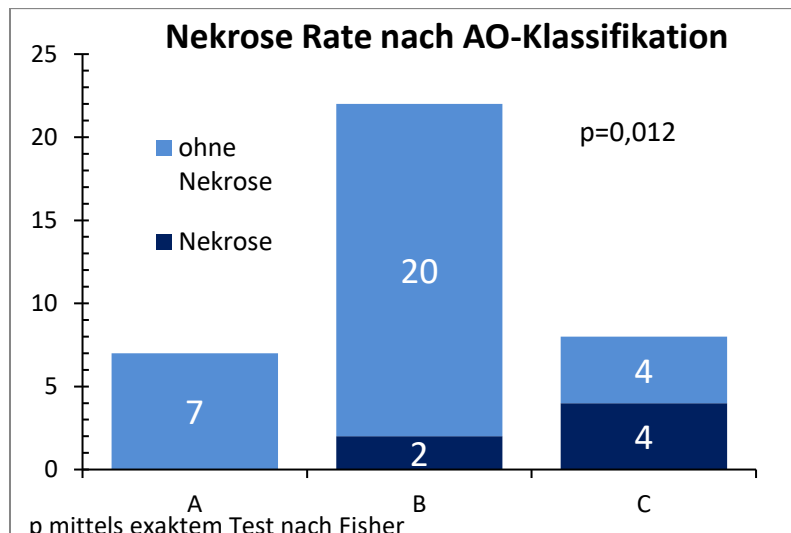


Abbildung 28: Nekrose Rate nach AO-Klassifikation

Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied beim Vorkommen einer Nekrose bezogen auf den Frakturtyp, denn 50% der Patienten mit einer Typ C-Fraktur entwickelten eine Nekrose. Hingegen kam es zu keiner Nekrose bei den Typ A-Frakturen und zu einem Nekroseanteil von 9% bei Typ B-Frakturen.

Hinsichtlich der Geschlechtsverteilung in Bezug auf die avaskuläre Humeruskopfnekrose lässt sich festhalten, dass 5 Frauen und 1 Mann betroffen waren. Außerdem entwickelten 5 Patientinnen und 2 Patienten eine Arthrose.

3.4 Bewegungsmaße

In untenstehender Tabelle werden die anhand des Schulteruntersuchungsbogens ermittelten Bewegungsmaße dargestellt.

Es handelt sich hierbei um Extension, Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation der verletzten und unverletzten Seite. Die Adduktion wurde in den Darstellungen vernachlässigt, da sich keine Unterschiede in der Adduktion verzeichnen ließen.

ID	Min	25%-Quantil	Median	75%-Quantil	Max	Mittelwert	SD
Ex_verletzt	10	140	150	170	170	141,08	35,18
Flex_verletzt	10	35	40	40	50	35,41	9,08
Ab_verletzt	10	150	160	180	180	148,51	41,71
ARO_verletzt	5	30	35	40	60	34,46	13,32
IRO_verletzt	20	95	95	95	95	90,95	15,04
Ex_unverletzt	125	150	160	170	170	158,24	12,76
Flex_unverletzt	10	40	40	40	40	36,62	8,08
Ab_unverletzt	120	160	170	180	180	167,57	15,84
ARO_unverletzt	15	40	40	50	60	41,08	11,06
IRO_unverletzt	40	95	95	95	95	92,84	9,09
Differenz Ex	115	10	10	0	0	17,16	32,61
Differenz Flex	0	5	0	0	-10	1,21	6,20
Differenz Ab	110	10	10	0	0	19,06	37,86
Differenz IRO	10	10	5	10	0	6,62	11,51
Differenz ARO	20	0	0	0	0	1,89	9,43

Tabelle 9: Bewegungsmaße sowie Differenz zwischen unverletzter und verletzter Seite der 37 zur Nachsorgeuntersuchung erschienenen Patienten

Des Weiteren wird auf die Bewegungsverluste eingegangen. Berechnet wurden die Bewegungsverluste durch Subtraktion des Bewegungsausmaßes der verletzten Seite von der unverletzten Seite (Tabelle 9). Dies war bei den 37 Patienten, die persönlich zur Nachuntersuchung erschienen, möglich.

Abbildung 29 zeigt einen Überblick über die Bewegungseinschränkung der 37 Patienten.

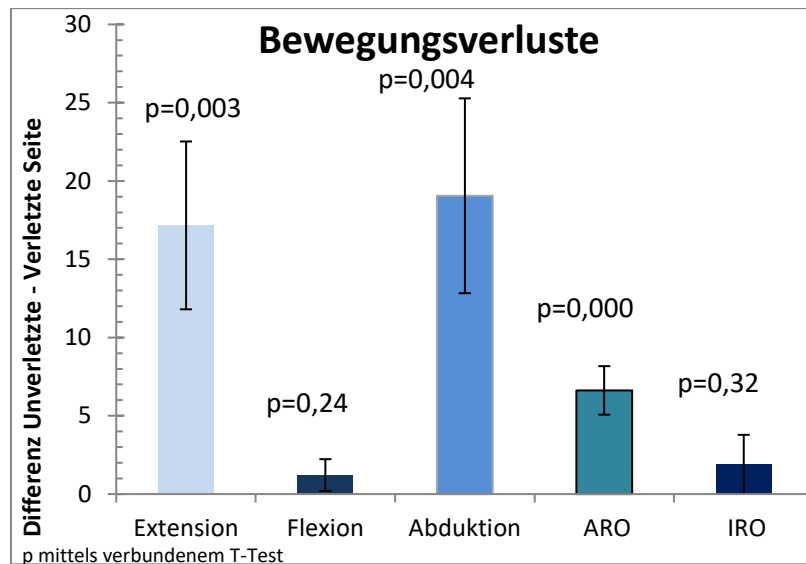


Abbildung 29: Überblick über die Bewegungsverluste

Signifikante Bewegungseinschränkungen auf der Verletzten Seite lassen sich vor allem bei der Abduktion, der Extension und der Außenrotation verzeichnen. Die Bewegungseinschränkungen bei der Flexion und der Innenrotation waren nicht signifikant.

3.5 DerDASH-Fragebogen

Eine Bewertung der Ergebnisse des „Disabilitiesofthe Arm, Shoulderand Hand“-Fragebogen erfolgt auf Basis dem vonHunsakeret al. 2002 erhobenenNormalwert der gesunden Bevölkerung, welcher 10,1 beträgt (Standardabweichung 14,68)[130].

Die 45 Patienten in dieser Studie erreichten einen Wert von 16,03.

	Min	25%-Quantil	Median	75%-Quantil	Max	Mittelwert	SD
DASH	0	2,5	11,67	22,08	62,5	16,03	17,25

Tabelle 10: DASH-Werte

Betrachtet man die Mittelwerte nach Geschlechtern, fällt auf, dass die Männer ein sehr gutes Ergebnis erzielen. Es liegt ein signifikanter Unterschied bezüglich der

geschlechtsspezifischen DASH-Werte vor. Der DASH-Wert der Männer liegt bei 8,02. Die Frauen erreichen einen Wert von 18.

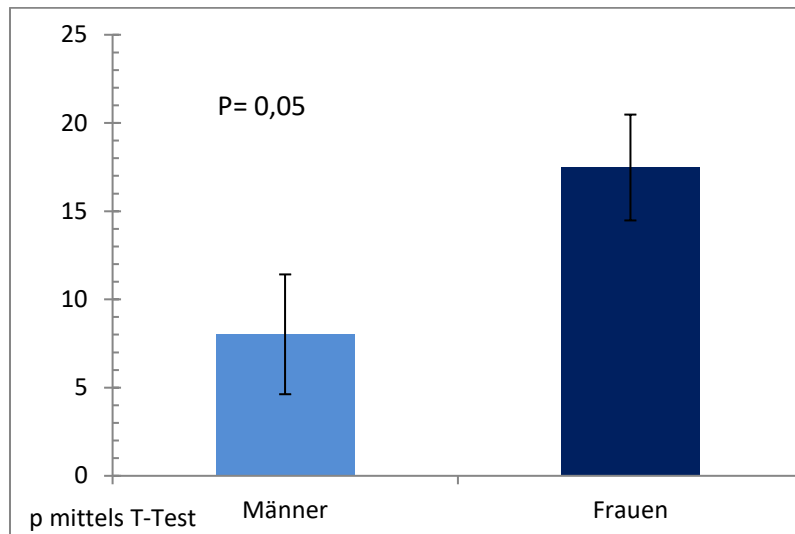


Abbildung 30: Mittelwerte DASH nach Geschlecht

Die Frakturen der linken Seite kommen auf 17,34 und Patienten, bei denen die rechte Seite betroffen war, verzeichnen einen DASH-Wert von 15,23. Der Unterschied war bei einem p von 0,83 nicht signifikant.

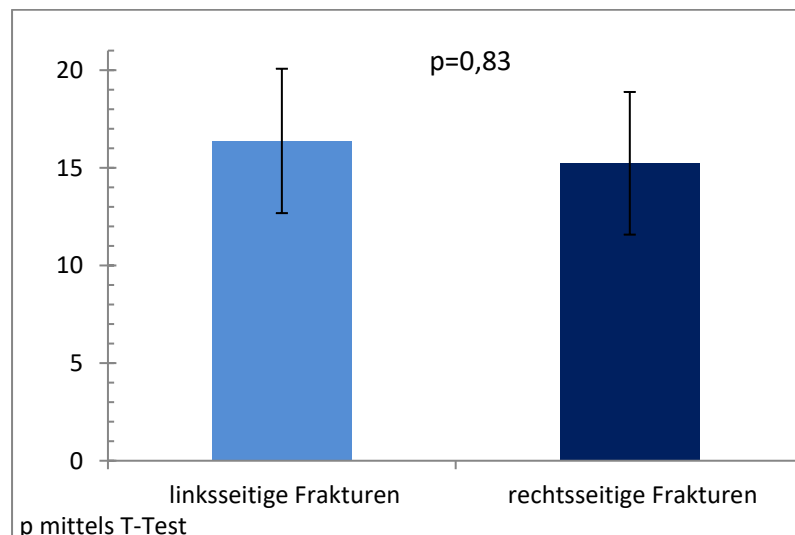


Abbildung 31: Mittelwerte DASH nach Frakturseite

Schaut man sich das Ganze bezogen auf die AO-Klassifikation an, lässt sich folgendes darstellen: AO Frakturen Typ A erreichen einen Wert von 12,41, Typ B-Frakturen einen

Wert von 17,47 und Typ C-Frakturen lassen einen DASH-Wert von 14,50 verzeichnen. Obwohl hier, wahrscheinlich aufgrund der geringen Power der Studie, die Unterschiede nicht signifikant sind, fällt auf, dass Typ B- und C-Frakturen ein schlechteres Outcome nach sich ziehen als Typ A-Frakturen.

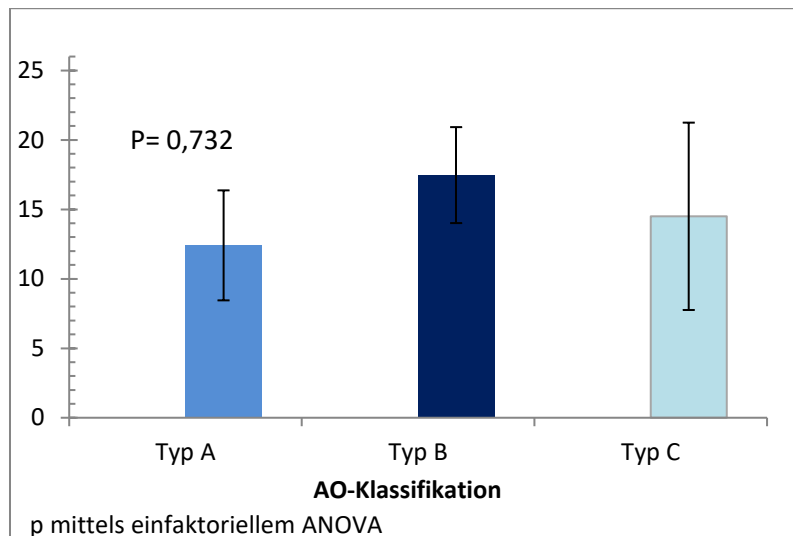


Abbildung 32: Mittelwerte DASH nach AO-Klassifikation der Frakturen

Bezogen auf die Klassifikation nach Neer finden sich signifikante Unterschiede im Outcome, gemessen an den DASH-Werten. Hier zeigt sich ein deutlich schlechteres Ergebnis mit einem fast doppelt so hohen Wert bei den Typ IV-Frakturen.

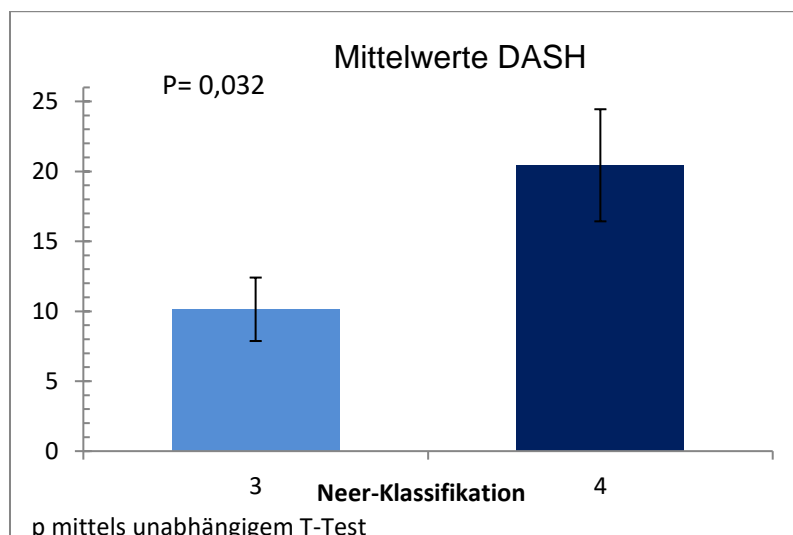


Abbildung 33: Mittelwerte DASH nach Neer-Klassifikation

Eine Betrachtung der Mittelwerte des DASH-Fragebogens bei den nach Altersklassen eingeteilten Patienten zeigt untenstehende Abbildung. Hier fällt auf, dass die jüngsten Patienten (< 60 Jahre) den schlechtesten DASH-Wert aufweisen. Es besteht nur ein geringer Unterschied zwischen den Patienten zwischen 60 und 69 Jahren und den Patienten mit einem Alter über 70 Jahren.

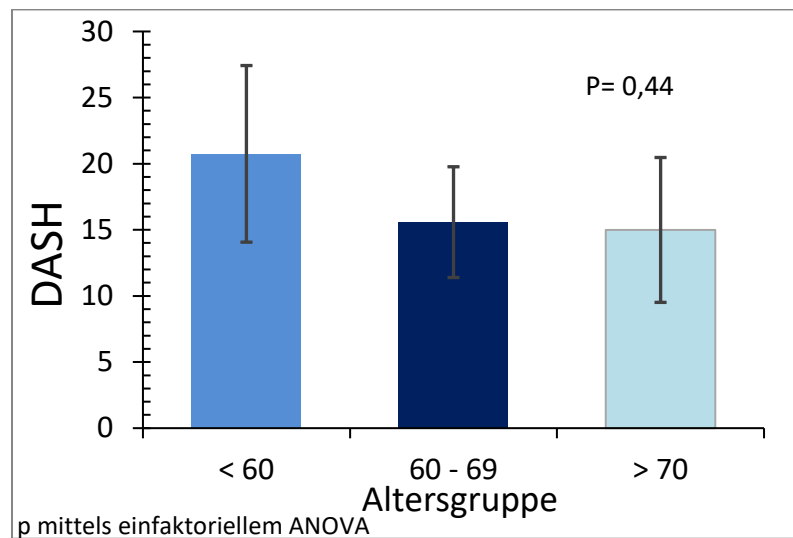


Abbildung 34: DASH nach Altersgruppen

Das folgende Diagramm zeigt die DASH-Werte nach Unterteilung der Zeit bis zur Nachsorgeuntersuchung. Dabei schnitten die Patienten, die zwischen 4 und 8 Jahren untersucht wurden, am besten ab. Patienten die nach mehr als 8 Jahren zur Nachsorgeuntersuchung kamen erreichten den höchsten DASH (17,5).

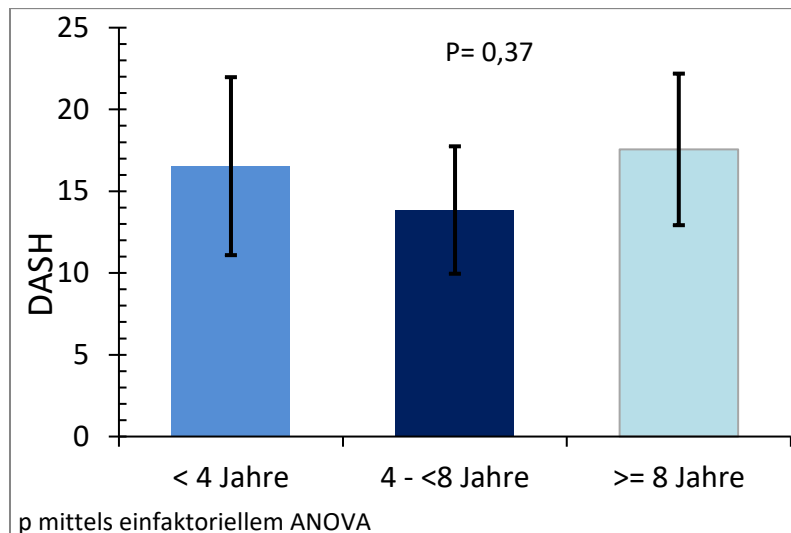


Abbildung 35:DASH-Werte nach Nachbeobachtungszeit

In Abbildung 36 werden die DASH-Ergebnisse bei Patienten, die eine Arthrose oder eine Nekrose entwickelt haben, betrachtet. Weder bei Patienten mit Nekrose, noch bei Patienten mit Arthrose kam es zu signifikanten Unterschieden, jedoch schnitten betroffene Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen schlechter ab. Die fehlende Signifikanz kann mit der geringen Power der Studie begründet werden.

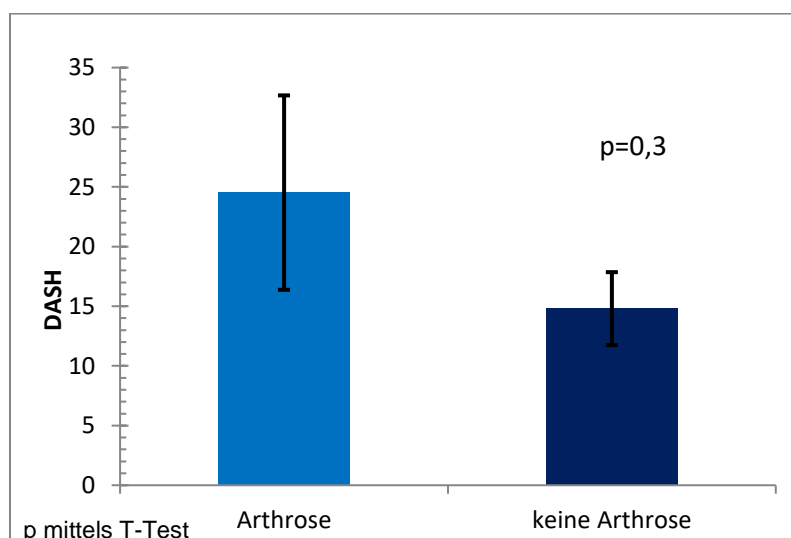


Abbildung 36:DASH-Werte bei Patienten mit Arthrose

Patienten mit einer Arthrose erreichten durchschnittlich einen um 10 Punkte höheren DASH-Wert. Bei den Patienten mit Nekrose war der DASH-Wert mehr als doppelt so hoch als bei Patienten ohne Nekrose.

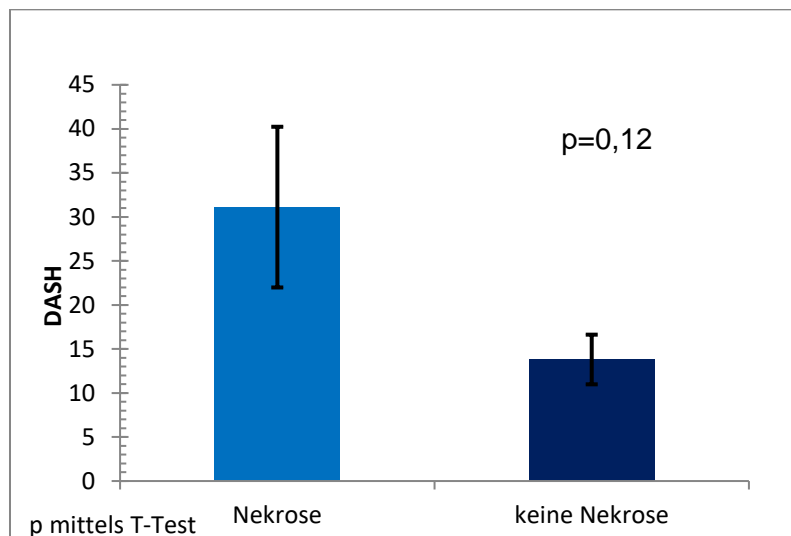


Abbildung 37: DASH-Werte bei Patienten mit Nekrose

3.6 Constant Murley Score

Der Score nach Constant und Murley, welcher nach Alter und Geschlecht adaptiert wurde, wird in Tabelle 11 dargestellt.

	Min	25%-Quantil	Median	75%-Quantil	Max	Mittelwert	SD
CMS nicht adaptiert	13	62,89	77,89	84,11	99,22	72,4	16,98
Adaptierter CMS	18,8	81,2	100	100	100	89,29	16,82
Teilbereich A (Schmerz)	5	10	15	15	15	13	3,27
Teilbereich B (Alltag)	8	16	20	20	22	18,08	3,16
Teilbereich C (Bewegung)	0	30	37	40	40	32,23	10,1
Teilbereich D (Kraft)	0	6	8,22	12,22	22,22	8,91	5,15
Kraft verletzte Seite	0,9	2,7	3,75	5,525	10,00	4,1	2,26
Kraft gesunde Seite	1,3	3	4	5,8	10,90	4,68	2,33
Kraftdifferenz	-6,2	-0,55	0,6	1,875	4,30	0,54	1,93

Tabelle 11: Constant Murley Score: adaptiert und für Teilbereiche

Es fällt auf, dass durch die Altersadaptation nur 25% der Patienten, gemäß der Bewertung nach Böhm [37], mit einem schlechteren Ergebnis als gut (<81) abschnitten. Der Teilbereich Schmerz erbrachte die besten Resultate und auch bei den Alltagsaktivitäten lag das 25%-Quartil bei 72% des Maximalwertes.

Betrachtet man die Kraftdifferenz, so wird deutlich, dass es im Durchschnitt nur zu einem minimalen Kraftverlust der verletzten Seite kam.

Zur besseren Veranschaulichung sind die Mittelwerte des CMS mithilfe der folgenden Diagramme zusammengefasst und, wie auch beim DASH, nach Geschlechtern, verletzter Seite und Frakturklassifikation aufgeteilt.

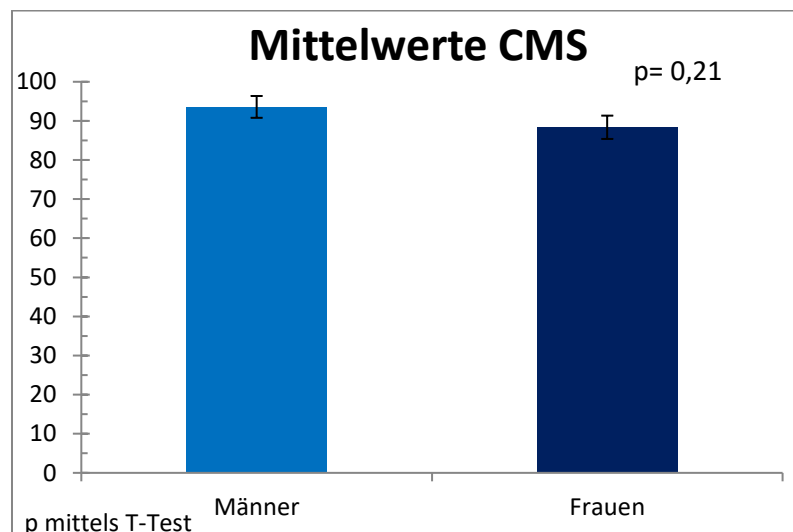


Abbildung 38: adaptierter CMS nach Geschlechtern

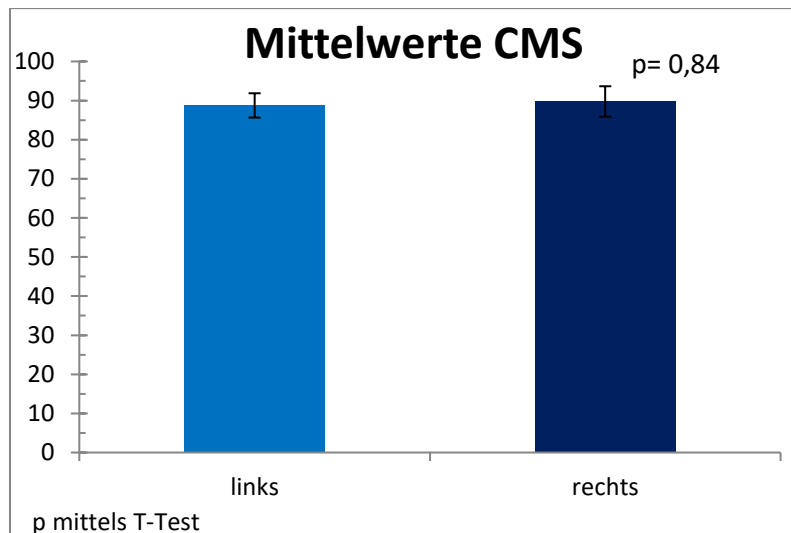


Abbildung 39: adaptierter CMS nach Verletzter Seite

Die Männer erzielten zwar etwas bessere Ergebnisse, jedoch sind die Unterschiede, wie auch bei Betrachtung der betroffenen Seite, nicht signifikant.

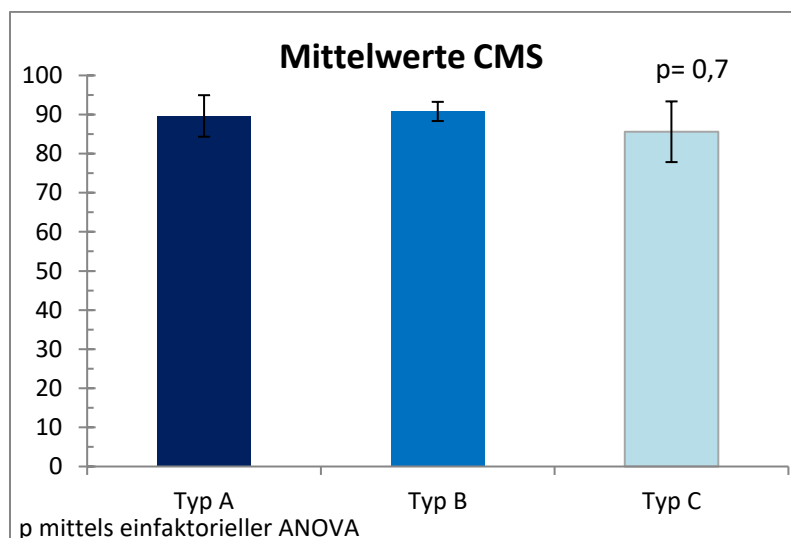


Abbildung 40: CMS nach AO- Klassifikation

Hinsichtlich der Einteilung mittels AO- und Neer-Klassifikation erkennt man tendenziell diskret schlechtere Werte für Typ C-Frakturen und Neer Typ IV-Frakturen. Typ A- und B-Frakturen erzielten relativ gleiche Ergebnisse.

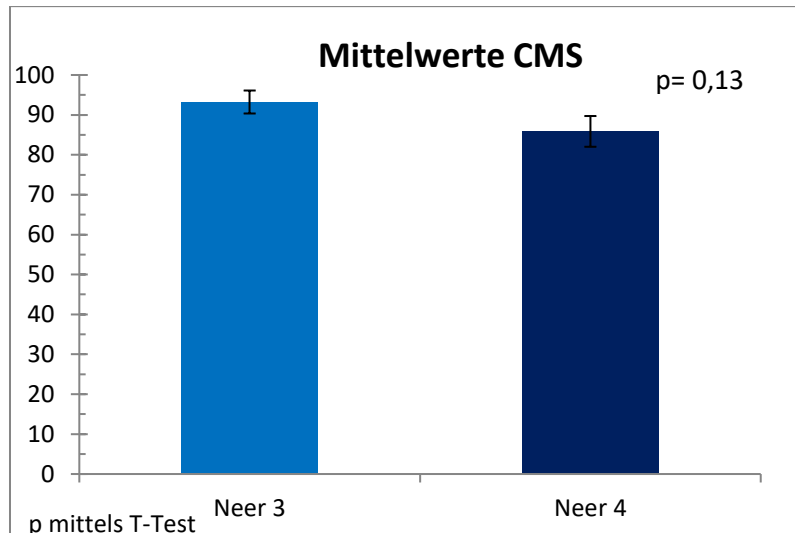


Abbildung 41: CMS nach Neer-Klassifikation

Abbildung 42 zeigt die nach Altersklassen aufgeteilten CMS-Werte. Hier finden sich bei den über 70 Jährigen Patienten tendenziell jedoch nicht signifikant schlechtere Werte.

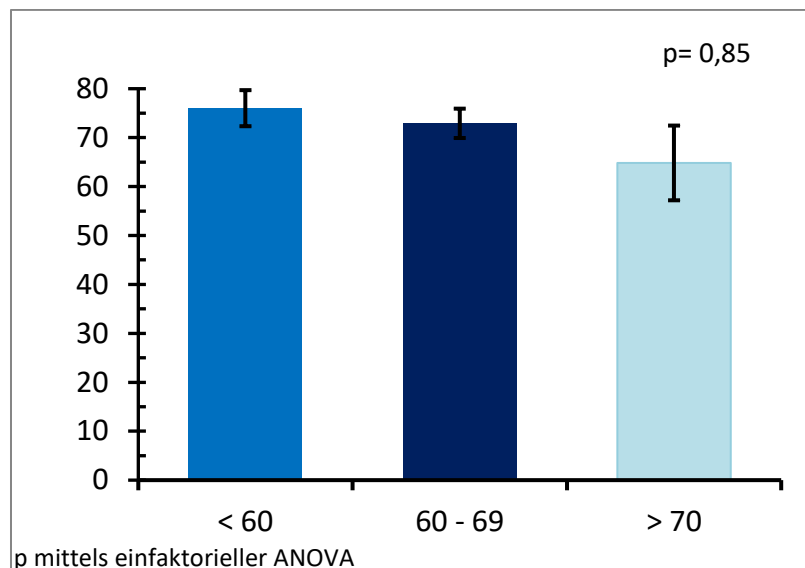


Abbildung 42: Adaptierter CMS nach Altersgruppen

Patienten mit einer Nachbeobachtungszeit größer 8 Jahre erzielten sowohl beim Altersadaptierten CMS-Score, als auch bei dem Nicht-adaptierten Score die schlechtesten Ergebnisse. Durch die Altersadaptation wurde die Differenz zu den CMS-Werten der anderen Gruppen jedoch geringer.

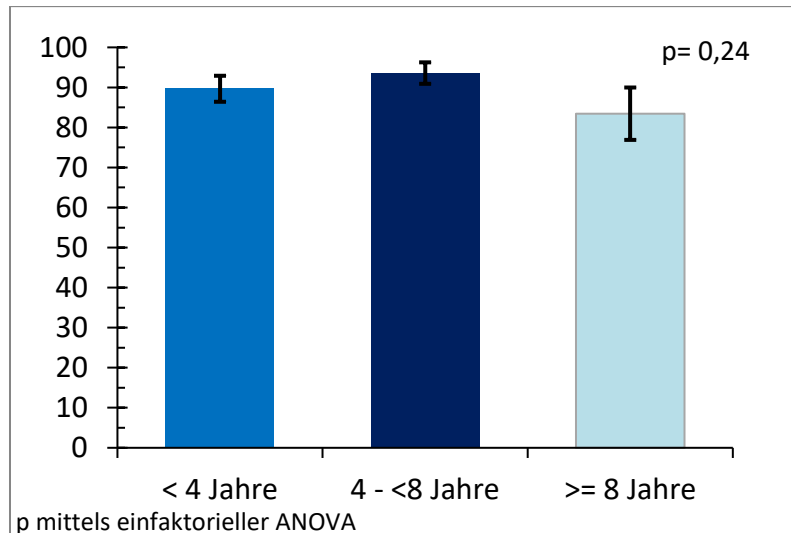


Abbildung 43: adaptierter CMS in Abhängigkeit der Nachbeobachtungszeit

Anschließend werden die erreichten Werte im adaptierten CMS für Patienten mit Arthrose und Nekrose betrachtet. Hier zeigt sich bei Arthrose-Patienten ein schlechteres und bei Nekrose-Patienten ein signifikant schlechteres Abschneiden beim CMS-Score.

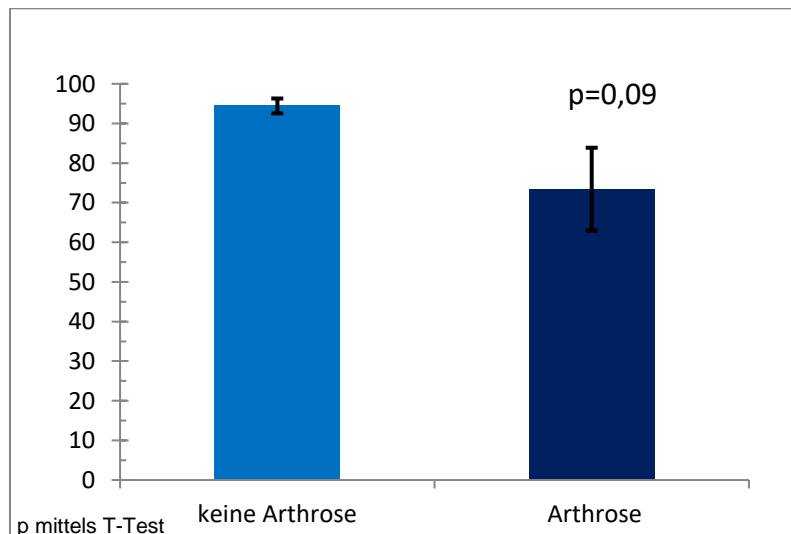


Abbildung 44: adaptierter CMS bei Patienten mit Arthrose

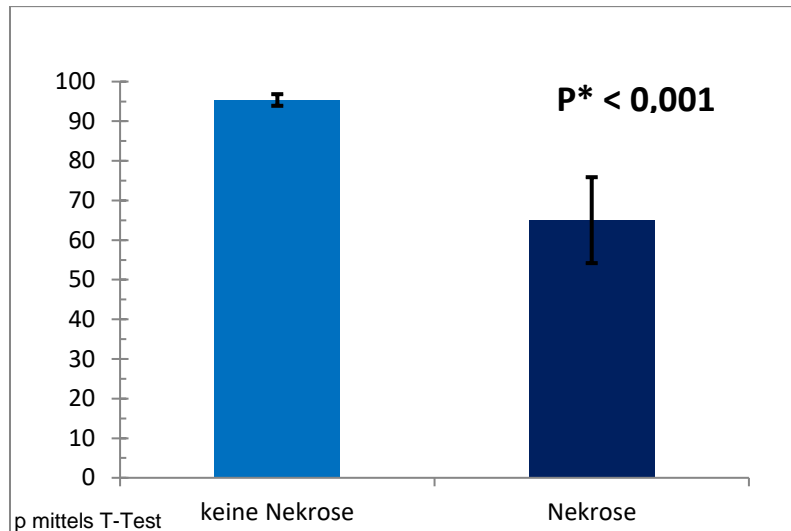


Abbildung 45: adaptierter CMS bei Patienten mit Nekrose

Unter Berücksichtigung der im Teil Methodik beschriebenen Tabelle nach Boehm[37], können bei den 45 Patienten folgende Ergebnisse festgehalten werden.

Bewertung Constant Score		
Bezeichnung	Punktzahl	n
Ausgezeichnet	91-100	29
Gut	81-90	5
Befriedigend	71-80	5
Ausreichend	61-70	3
Schlecht	< 60	3

Tabelle 12: Bewertung Constant Murley Score

Es zeigt sich, dass 29 Patienten in den Langzeitergebnissen anhand des Constant Murley Scores mit der Wertung „Ausgezeichnet“ betitelt werden können.

Das folgende Kreisdiagramm stellt die Bewertung des CMS dar und zeigt die prozentuale Verteilung auf.

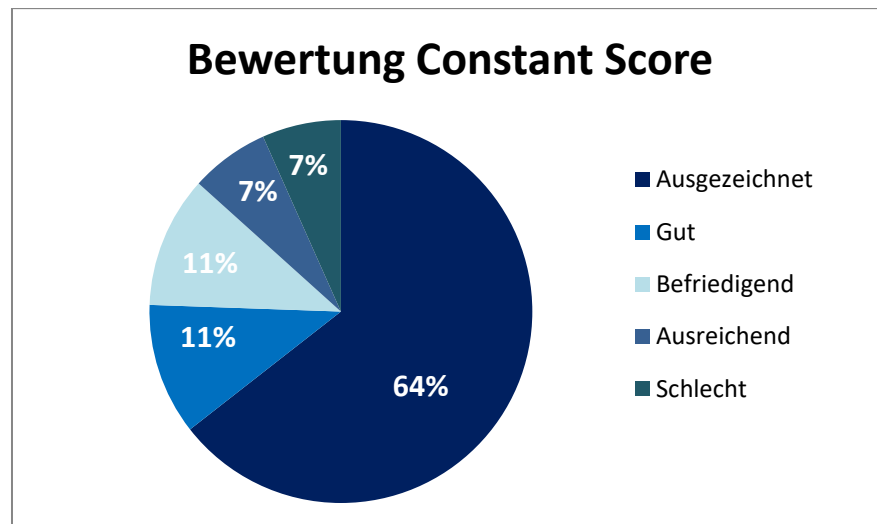


Abbildung 46: Prozentuale Verteilung des CMS anhand der Bewertung nach Tabelle 12

75% der Patienten erreichten Ergebnisse, die "Ausgezeichnet", oder "Gut" waren. Nur bei jeweils 7% wurden Resultate erzielt, die "Ausreichend" oder "Schlecht" waren.

3.7 Visuelle Analogskala

Bei der Befragung nach Schmerzen gaben 10 der 37 Patienten, die persönlich zu der Nachsorgeuntersuchung kamen, völlige Schmerzfreiheit an (Kreuz bei 0). Davon handelte es sich um 8 Frauen und 2 Männer.

Wiederum 10 Patienten, mit dem gleichen Geschlechtsverhältnis, gaben minimale Schmerzen, auf der Skala 5%, an.

4 Patientinnen hatten leichte Schmerzen bei 10%, 4 Patienten lagen bei Werten zwischen 15,20 und 25% (davon 1 Mann).

Ebenfalls 4 Patienten (jeweils 2 bei 30% und 2 bei 40%) hatten mäßige Schmerzen.

Lediglich 4 Patientinnen gaben mittlere Schmerzwerte bei 50% an.

Bei den Briefpatienten wurde fünfmal völlige Schmerzfreiheit angekreuzt, zwei Patienten markierten 10% und ein Patient 15%.

	Min	25%-Quantil	Median	75%-Quantil	Max	Mittelwert	SD
VAS	0	0	5	20	55	12,61	16,05

Tabelle 13: Gesamtüberblick über die Werte in der Visuellen Analogskala

Tabelle 13 zeigt einen Überblick der Ergebnisse der Visuellen Analogskala. Es zeigt sich, dass mindestens 75% der Patienten nur leichte Schmerzen (20) hatten. Im Durchschnitt gaben Patienten Schmerzen bei 12,6 an. Dies entspricht leichten Schmerzen.

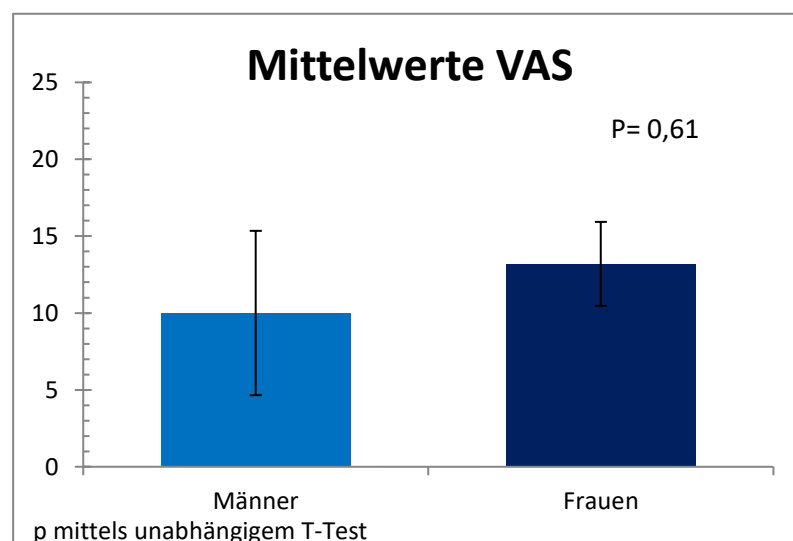


Abbildung 47: Auswertung der Visuellen Analogskala nach Geschlecht

Die Auswertung der Visuellen Analogskala bezogen auf die Geschlechter wird in oben stehendem Diagramm dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Männergruppe weniger Schmerzen angab. Es besteht jedoch keine Signifikanz.

Insgesamt hatten Patienten, bei denen die rechte Seite verletzt war nicht signifikant größere Schmerzen als bei Frakturen der linken Seite (siehe Abbildung 48).

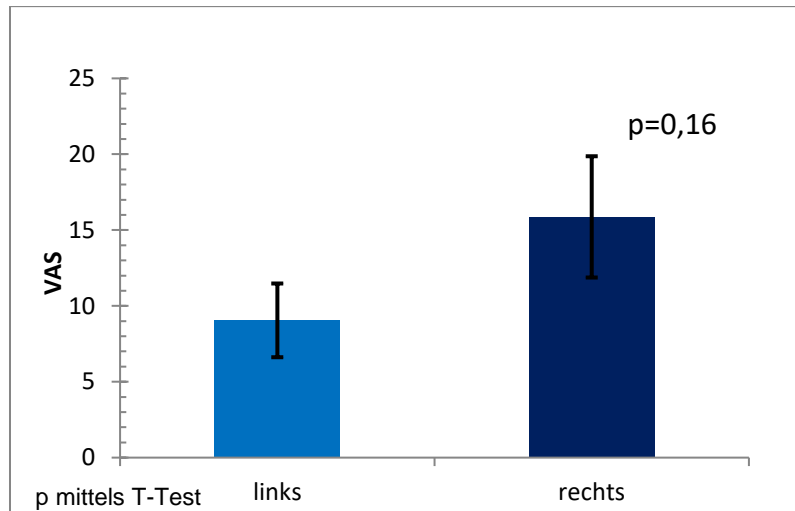


Abbildung 48: Auswertung Visuelle Analogskala nach verletzter Seite

Betrachtet man die subjektive Schmerzangabe bezogen auf das Alter, so lässt sich erkennen, dass Patienten zwischen 60 und 70 Jahren am häufigsten Schmerzfreiheit, oder minimale Schmerzen angaben. Hingegen wurden Patienten, die jünger als 60 Jahre waren, häufiger von Schmerzen beeinträchtigt.

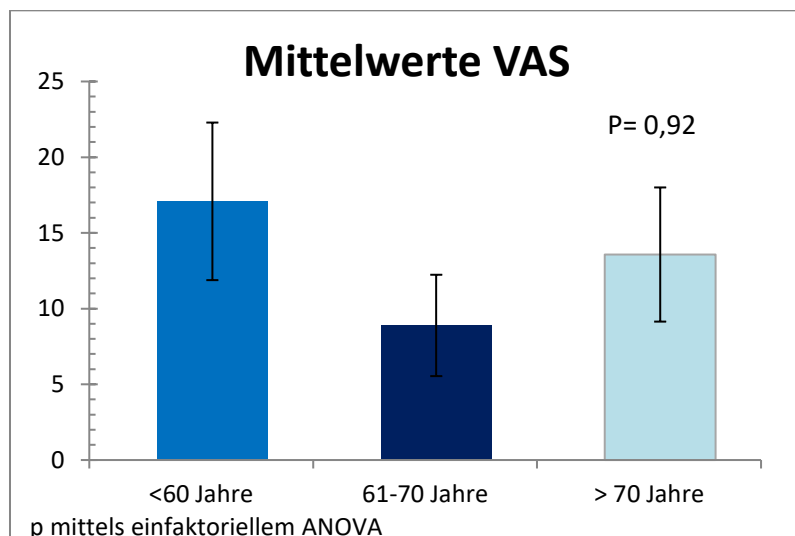


Abbildung 49: VAS nach Patientenalter zum Nachsorgezeitpunkt

Auch gaben Patienten mit Typ A-Frakturen mit Abstand die wenigsten Schmerzen an und Patienten, die eine Typ B-Fraktur erlitten, waren am meisten von Schmerzen beeinträchtigt. Der Wert in der Visuellen Analogskala für die Typ B-Frakturen ist mehr als 5 mal so hoch wie der Wert für die Typ A-Frakturen.

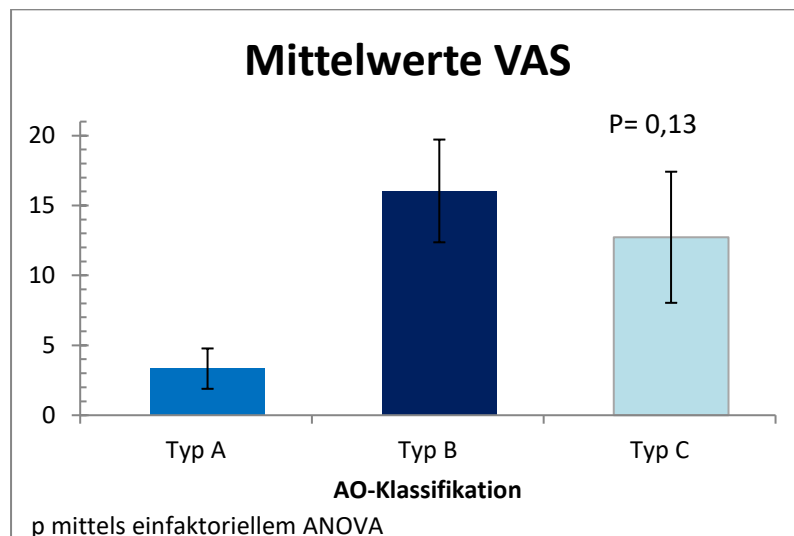


Abbildung 50:VAS nach Frakturklassifikation nach AO

Bei der Neer-Klassifikation konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit einer Typ III-Fraktur und den mit höheren Schmerzangaben betroffenen Patienten mit Typ IV-Fraktur festgestellt werden. Patienten mit einer Typ IV-Fraktur gaben ca. 3 mal so hohe Werte in der Schmerzskala an als Patienten mit einer Typ III-Fraktur.

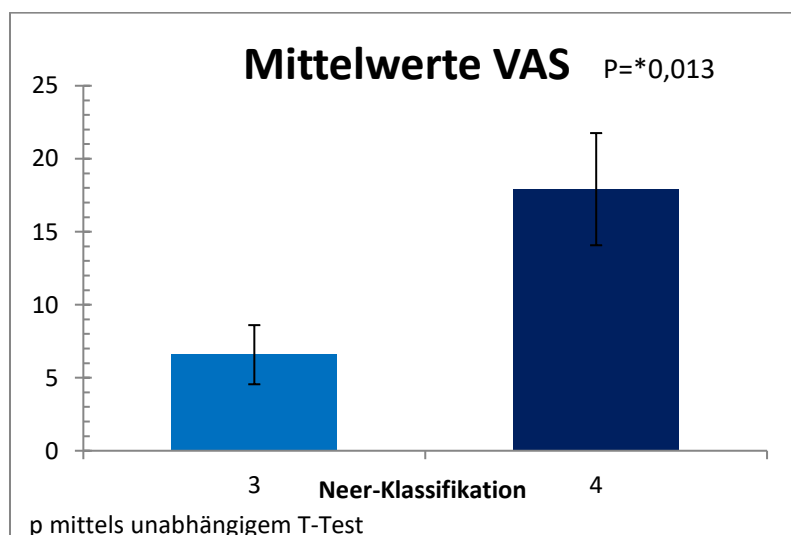


Abbildung 51: VAS nach Neer-Klassifikation

Nachfolgend eine Betrachtung des Mittelwertes der Visuellen Analogskala bei Patienten mit Arthrose und Nekrose. Hier zeigt sich sowohl bei Arthrose-, als auch bei Nekrose-Patienten ein höherer Wert. Hierbei erreichten Patienten mit einer Nekrose

DASH-Werte von 25 (Standardabweichung 24,08). Patienten ohne Nekrose 12,58 (Standardabweichung 14,65). Patienten, welche eine Arthrose entwickelten kamen auf DASH-Werte von 22,14 (Standardabweichung 23,43), Patienten ohne Arthrose hatten einen DASH-Wert von 12,5 (Standardabweichung 14,78). Obwohl bei den Nekrose-Patienten ein doppelt so hoher Wert erreicht wurde und auch bei den Patienten mit Arthrose im Vergleich mit den Patienten, die an keiner Arthrose leiden einen fast doppelt so hohen Wert angegeben wurde, konnte keine Signifikanz erreicht werden.

3.8 Radiologische Bewertung

3.8.1 Drahtzahl

Die im König-Ludwig-Haus durchgeführten Kapandji- Drahtosteosynthesen wurden mit Drähten der Stärke 2,0 und 2,2 mmdurchgeführt. Es wurden bei 11 Patienten 3 Drähte verwendet, in 28,9% der Fälle (n=13) wurden 4 Drähte eingesetzt und 12 Patienten wurden mit 5 Drähten versorgt.

Drahtzahl	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
3	11	24,4	30,6	30,6
4	13	28,9	36,1	66,7
5	12	26,7	33,3	100,0
Gesamt	36	80,0	100,0	

Tabelle 13: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der verwendeten Drähte

Abbildung 52 zeigt die verwendeten Drahtzahlen bezogen auf die Frakturklassifikation nach AO. Man stellt fest, dass Typ A-Frakturen mit 3 oder 4 Drähten versorgt werden konnten. Bei den Typ B-Frakturen wurden meist 5 Drähte verwendet, trotzdem kam es auch zum Einsatz von 3 oder 4 Drähten. Die C-Frakturen wurden zu relativ gleichen Teilen mit 3,4 oder 5 Drähten versorgt.

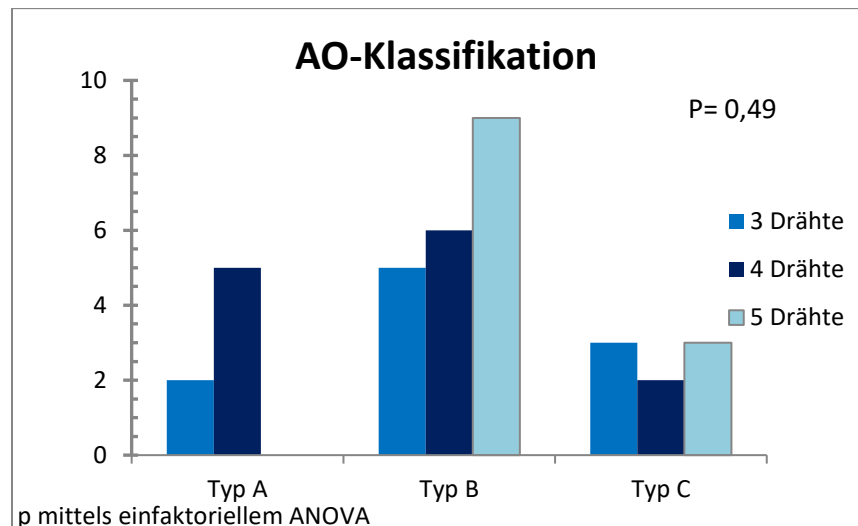


Abbildung 52: Anzahl der Drähte nach AO-Klassifikation

Analog wurde in Abbildung 53 die Anzahl der Drähtebezogen auf die Frakturklassifikation nach Neer visualisiert. Typ III-Frakturen wurden meistens mit 4, Typ IV-Frakturen meistens mit 5 Drähten versorgt. Wurden 3 Drähte verwendet, was in fast 1/3 der Fälle vorkam, handelte es sich vermehrt um Typ IV-Frakturen.

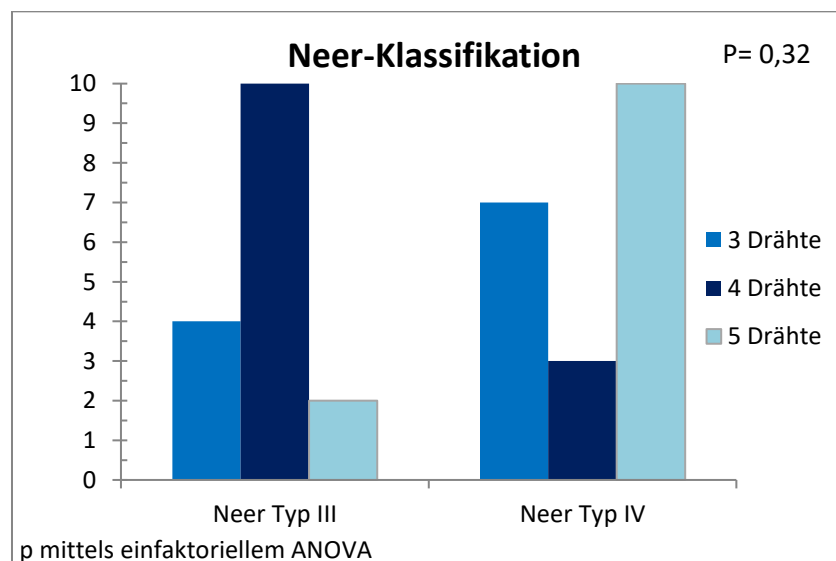


Abbildung 53: Anzahl der Drähte nach Neer-Klassifikation

3.8.2 Nekrose und Arthrose

Wie schon im Kapitel 3.3 Komplikationen ausgeführt, kam es bei 3 Patienten zu einer Arthrose ohne vorliegende Humeruskopfnekrose. Bei insgesamt 6 Patienten lag eine Humeruskopfnekrose vor. Bei 4 dieser Patienten kam es durch Fortschreiten der Nekrose zu einer Humeruskopfarthrose. Insgesamt entwickelten 7, der zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten, eine Arthrose (4 aufgrund einer bestehenden Humeruskopfnekrose und 3 ohne Humeruskopfnekrose) undes kam bei 6 Patienten zu einer Humeruskopfnekrose. Dies entspricht einem Arthroseanteil von 15,6% und einem Nekroseanteil von 13,3%. Dies wurde in untenstehenden Tabellen noch einmal aufgeführt.

Arthrose		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keine Arthrose	30	66,7	81,1	81,1
	Arthrose	7	15,6	18,9	100,0
	Gesamt	37	82,2	100,0	

Tabelle 14: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der Arthrosen

Nekrose		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	keine Nekrose	31	68,9	83,8	83,8
	Nekrose	6	13,3	16,2	100,0
	Gesamt	37	82,2	100,0	

Tabelle 15: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der Nekrosen

Da es sich bei den vorliegenden Komplikationen Nekrose und Arthrose teilweise um Komplikationen handelt welche bei demselben Patienten vorkommen, ist eine Komplikationsspezifische Differenzierung nicht immer möglich. Dies sollte bei der Interpretation berücksichtigt werden.

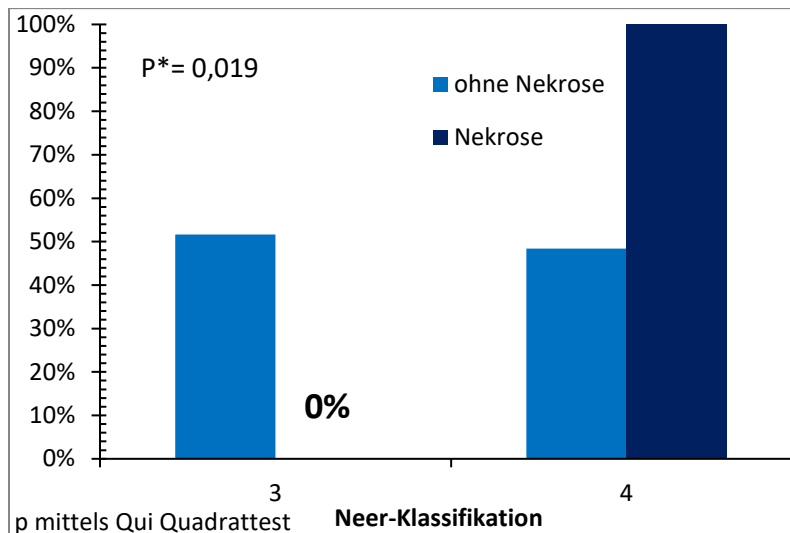


Abbildung 54: Anzahl der Nekrosen nach Neer-Klassifikation

Abbildung 54 zeigt die Anzahl der Nekrosen nach Neer-Klassifikation. Alle 6 Patienten, die eine Humeruskopfnekrose entwickelten, hatten eine Typ IV-Fraktur. Keiner der 16 Patienten mit einer Neer Typ III- Fraktur entwickelte eine Nekrose. Es besteht eine Signifikanz zwischen der Neer-Klassifikation und der Nekrose-Rate.

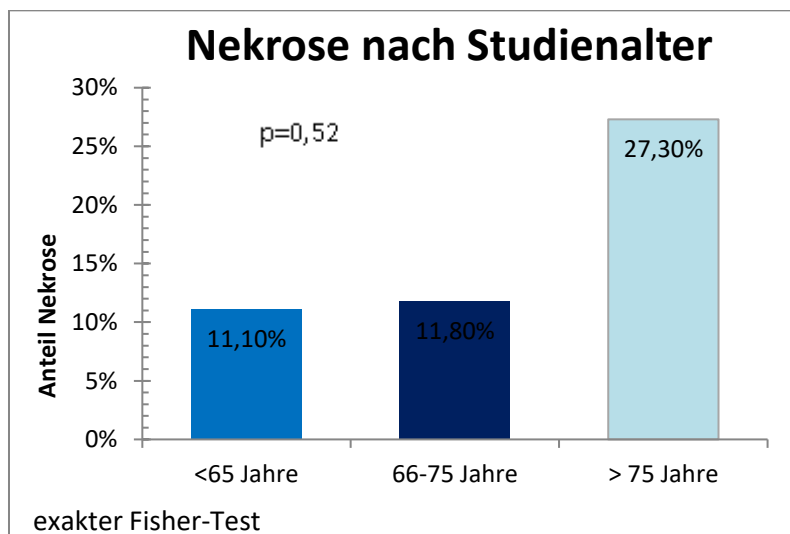


Abbildung 55: Nekrose-Anteil nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt

In Abbildung 55 wird der Nekrose-Anteil nach Alter dargestellt. Zum Zeitpunkt der Nachsorgeuntersuchung wurden bei Patienten > 75 Jahren die meisten Humeruskopfnekrosen festgestellt (27,30%). Hingegen kamen Humeruskopfnekrosen

bei den anderen beiden Patientengruppen nur in 11% der Fälle vor. Aufgrund der geringen Power der Studie liegt keine Signifikanz vor.

exakter Fisher Test: p=0,67		Neer		Gesamt
		III	IV	
Arthrose	Nein	14 (46,7%)	16 (53,3%)	30 (100%)
	Ja	2 (28,6%)	5 (71,4%)	7 (100%)
Gesamt		16	21	37

Tabelle 16: Anzahl der Arthrosen nach Neer-Klassifikation

Tabelle 16 zeigt die Anzahl der Arthrosen nach Neer-Klassifikation. Auch bei der Arthrose hatten 71,4% der betroffenen Patienten eine Typ IV-Fraktur nach Neer. Bei den Typ III-Frakturen hatten 28,6% eine Arthrose.

3.9 Sonographie

Von den 37 persönlich zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten stimmten 31 Patienten einer Ultraschalluntersuchung zu.

In der Sonographie konnten bei 28 Patienten keine Defekte der Rotatorenmanschette festgestellt werden.

Lediglich bei 3 Patienten fand sich ein Rotatorenmanschetten-Defekt (RM-Defekt). Bei diesen Patienten handelt es sich um 2 Patienten (eine Frau, ein Mann) mit einer nach AO klassifizierten Typ B Fraktur und eine Patientin mit Typ C Fraktur. Einmal war die rechte Seite, zweimal die linke Seite betroffen. Bei allen Patienten wurden 5 Drähte verwendet. Sie erreichten einen ausgezeichneten, einen befriedigenden und einen ausreichenden Wert im Constant Murley Score. Auch die DASH-Werte liegen bei 2 der 3 Patienten mit 21 und 22,5 deutlich schlechter als der Mittelwert von 16,3.

3.10 Inferenzstatistik

3.10.1 Korrelation DASH und CMS

Mit Blick auf eine deduktive Analyse der Werte sollte geprüft werden, inwiefern die beiden erhobenen Scores DASH und CMS in ihren Ergebnissen korrelieren. Ganz konkret geht es dabei um die grundsätzliche Frage, ob ein hoher/schlechter Wert im DASH Score in der Regel auch mit einem schlechten / niedrigen Punktwert im CMS assoziiert ist.

Die Korrelation zwischen dem DASH und dem Constant Murley Score wird im nachfolgenden Diagramm dargestellt. In der Tat besteht eine hoch signifikante Korrelation der Ergebnisse für das Outcome, die mit den beiden Fragebogenscores erhoben wurden. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson mit $-0,76$ deutet auf hohem Signifikanzniveau ($p < 0,001$) auf eine weitgehend lineare negative Korrelation der beiden Parameter hin.

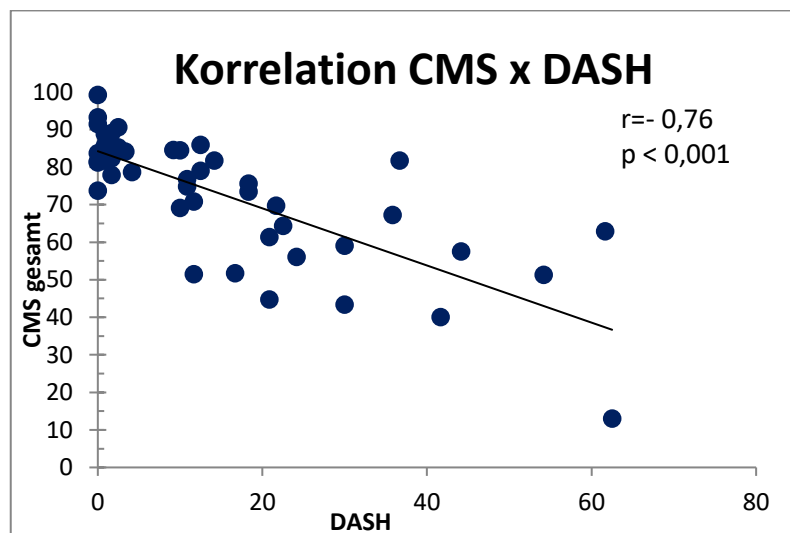


Abbildung 56: Korrelation CMS und DASH

3.10.2 Einordnung Bewegungsverlust

Wie im deskriptiven Teil der Arbeit gezeigt, ist im Verlauf nach Humerusfrakturen und der erfolgten Versorgung bei den Patienten im Vergleich zur unverletzten Gegenseite ein Verlust der Beweglichkeit zu verzeichnen, der insbesondere die Extension sowie die Abduktion betrifft. Im Folgenden wird der entsprechende Bewegungsverlust, in Bezug auf verschiedene Faktoren (wie zum Beispiel Alter, Frakturklassifikation nach Neer und AO, Drahtzahl und Vorliegen einer Arthrose oder Nekrose) betrachtet. Dabei wurde der Bewegungsverlust durch Subtraktion der verletzten von der unverletzten Seite berechnet (siehe Kapitel 3.4 Bewegungsmaße).

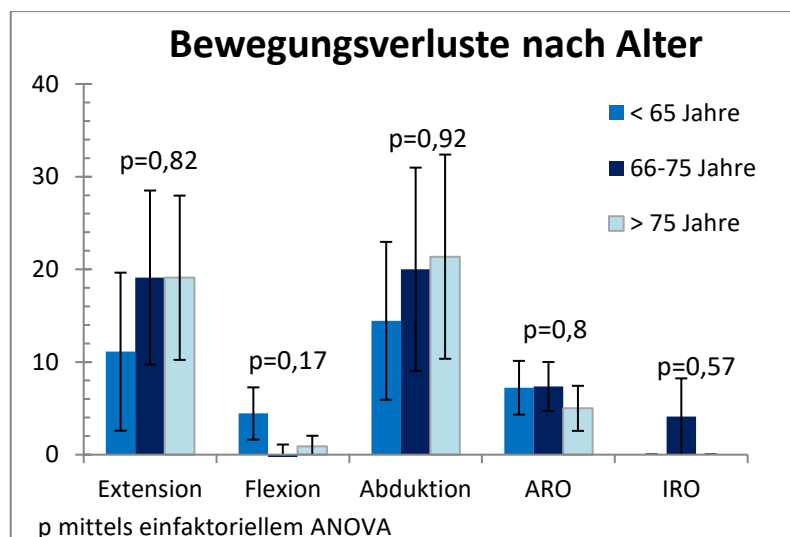


Abbildung 57: Differenz des Bewegungsausmaßes in Abhängigkeit des Alters

Wenngleich sich zwischen den verschiedenen Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede im Ausmaß des Verlustes an Beweglichkeit finden, so ist anhand der Grafik doch eine tendenziell stärkere Einschränkung bei den älteren Patienten (>65 Jahre) hinsichtlich Extension und Abduktion festzustellen. Letztlich zeigt sich aber auch eine sehr ausgeprägt individuelle Varianz dieser Limitierungen, so dass verallgemeinernde Schlussfolgerungen daraus nur sehr zurückhaltend gezogen werden können. Dies umso mehr, da bei Älteren hinsichtlich Flexion sowie Außen- und Innenrotation keine vermehrten Einschränkungen festgestellt werden konnten. Bezüglich des Alters liegt vor allem bei Abduktion sowie bei Extension bei den über 65 Jährigen Patienten eine größere Bewegungslimitation vor. Es konnte keine Signifikanz

erreicht werden. Bei der Außenrotation und der Flexion hatte die älteste Patientengruppe die geringste Bewegungseinschränkung.

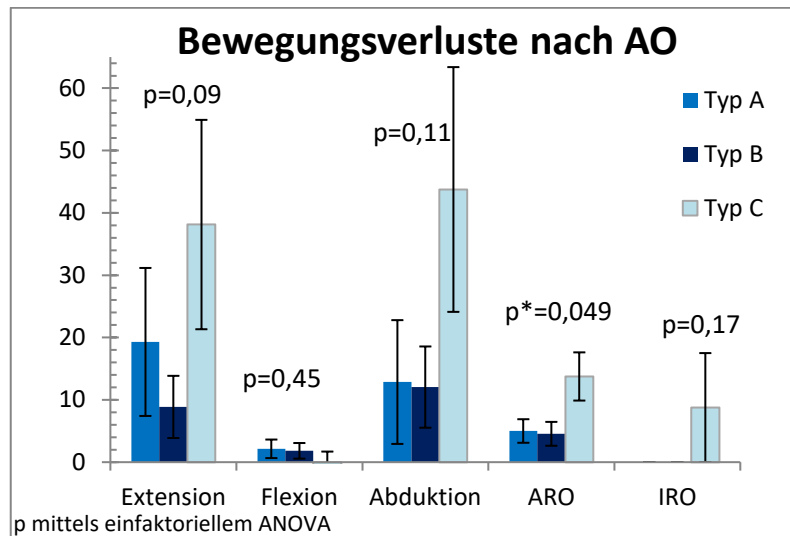


Abbildung 58: Differenz des Bewegungsausmaßes nach AO-Klassifikation

Die in Abbildung 58 dargestellten Bewegungsverluste der nach AO-Klassifikation eingeteilten Frakturen, zeigen den größten Bewegungsverlust bei Typ C-Frakturen. Besonders deutlich und rechnerisch signifikant ist dieser Unterschied für die Außenrotation. Auch die Bewegungsverluste bezüglich der Extension und der Abduktion sind im Verlauf nach den Typ C-Frakturen am Größten. Bei der Innenrotation konnten nur bei den C-Frakturen Bewegungsverluste erfasst werden. Typ A- und B-Frakturen zeigen hier keine Bewegungseinschränkung.

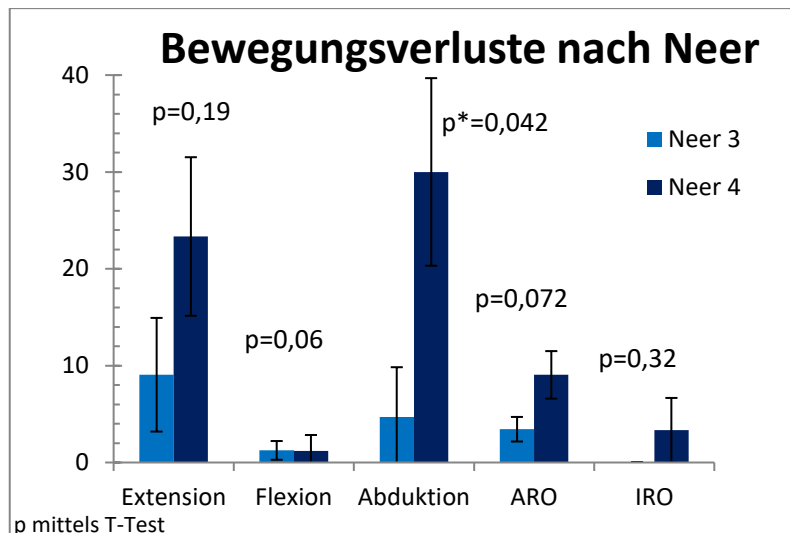


Abbildung 59: Differenz des Bewegungsausmaßes nach Neer-Klassifikation

In der Einteilung nach Neer kann ein signifikant schlechteres Bewegungsausmaß bei den Typ IV-Frakturen in Bezug auf die Abduktion ausgemacht werden. Die Bewegungsverluste in den anderen Bereichen sind nicht signifikant, jedoch schneiden die Typ IV-Frakturen immer schlechter ab. Bei der Innenrotation liegen nur bei den Typ IV-Frakturen Bewegungseinschränkungen vor.

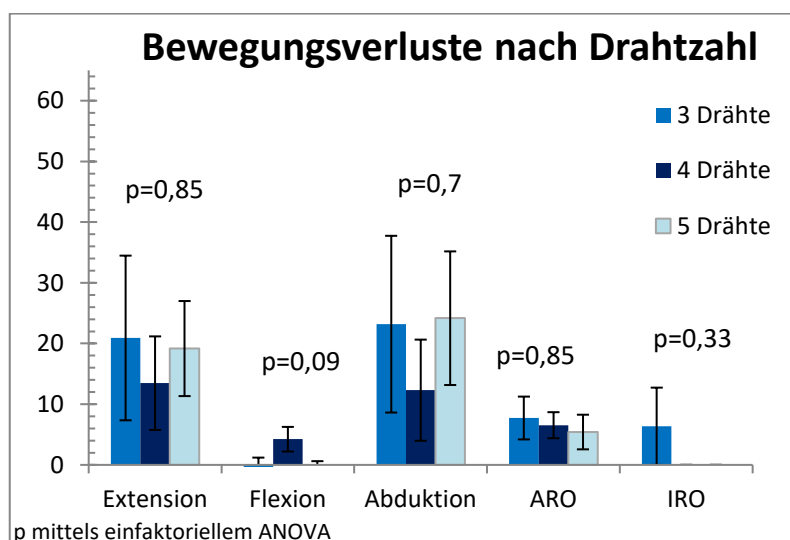


Abbildung 60: Differenz des Bewegungsausmaßes in Abhängigkeit der Drahtzahl

Abbildung 60 zeigt die Bewegungsverluste nach Anzahl der verwendeten Drähte. Es lässt sich keine Signifikanz erzielen. Die größten Bewegungsverluste treten bei der Extension und der Abduktion auf.

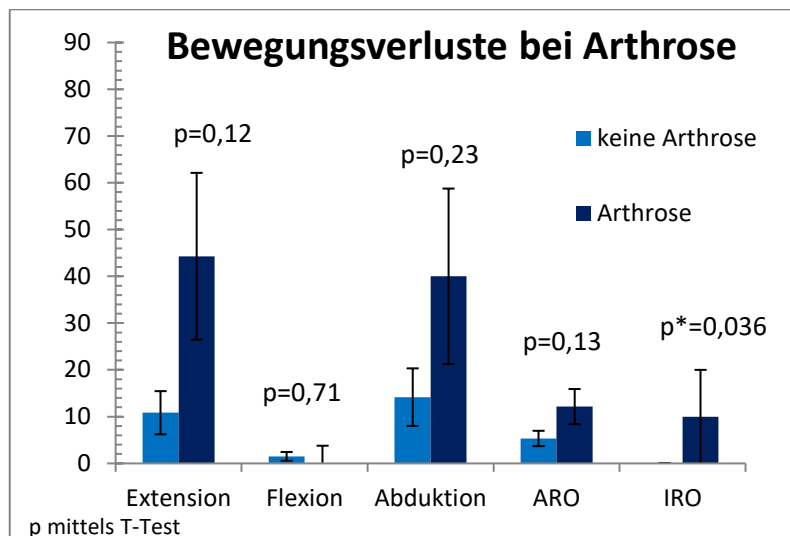


Abbildung 61: Differenz des Bewegungsausmaßes bei Arthrose

Abbildung 61 stellt die Bewegungsverluste der Patienten mit Arthrose dar. Bezogen auf Patienten, die eine Arthrose entwickelt hatten, konnten größere Bewegungseinschränkungen festgestellt werden. Die Innenrotation betreffend, lag eine Signifikanz vor, denn Patienten ohne Arthrose hatten keine Einschränkungen in der Innenrotation.

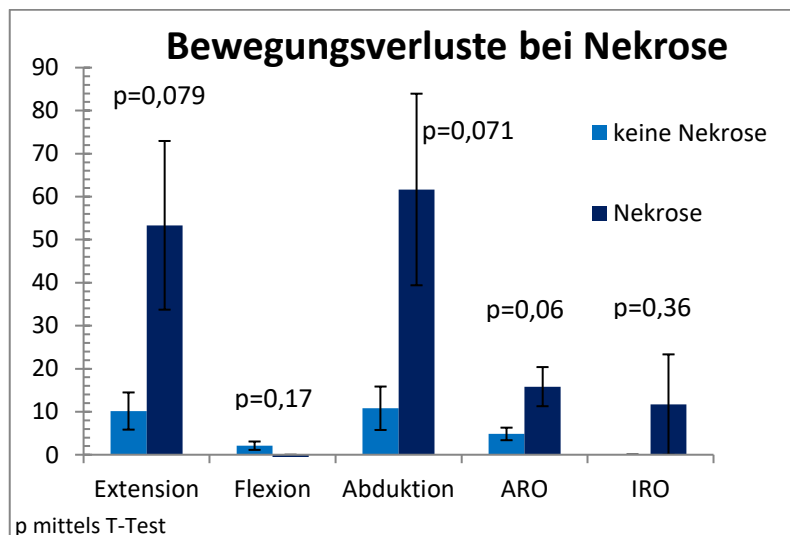


Abbildung 62: Differenz Bewegungsausmaß bei Nekrose

Analog wurde die Bewegungseinschränkung für Patienten mit Nekrose in Abbildung 62 visualisiert. Die Nekrose an sich führt nicht zu einem

signifikanten Bewegungsverlust. Dies wurde für sämtliche Bewegungsrichtungen getestet. Wie die Abbildung zeigt, konnte keine Signifikanz detektiert werden.

3.10.3 Korrelation Visuelle Analogskala und Constant Murley Score

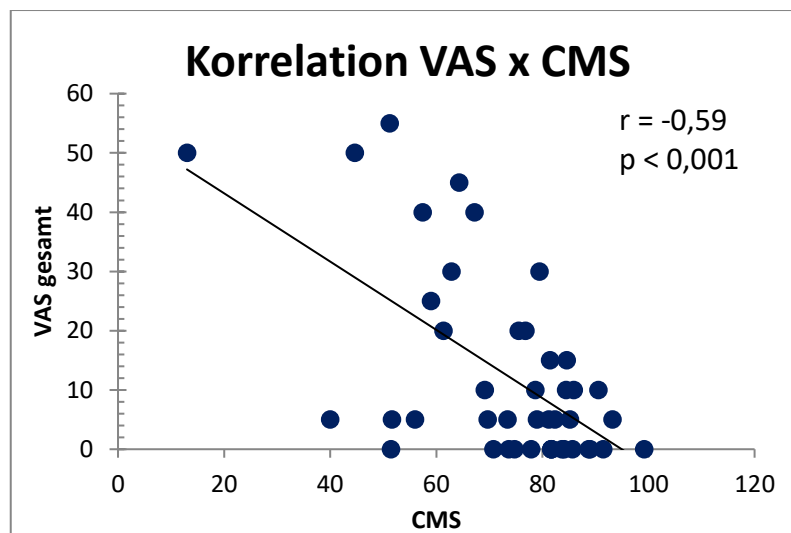


Abbildung 63: Korrelation Visuelle Analogskala und Constant Murley Score

Abbildung 63 zeigt, dass eine negative Korrelation nach Pearson zwischen der Visuellen Analogskala und dem Constant Murley Score vorliegt. Somit kann man die Ergebnisse der subjektiven Visuellen Analogskala mit denen des CMS-Scores, welcher teilweise subjektive, aber auch objektive Bereiche erfasst, vergleichen. So gehen niedrige Werte bei der Visuellen Analogskala mit besseren Werten im CMS einher.

3.10.4 Korrelation Visuelle Analogskala und DASH-Fragebogen

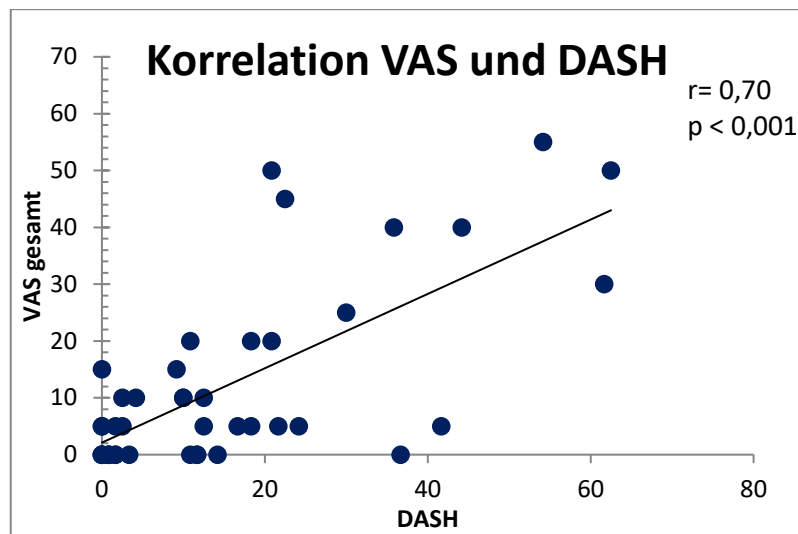


Abbildung 64: Korrelation Visuelle Analogskala und DASH-Fragebogen

Auch zwischen dem DASH-Fragebogen und der Visuellen Analogskala konnte eine Korrelation festgestellt werden. So gilt ebenfalls, dass Patienten mit einem guten Ergebnis im DASH, einen niedrigeren Wert in der Visuellen Analogskala angegeben haben.

3.10.5 Einordnung des Alters zum Nachsorgezeitpunkt

In diesem Kapitel wird die Auswirkung des Alters der Patienten auf verschiedene Faktoren, wie die Testergebnisse oder die Komplikationsrate beleuchtet. Dabei wurde das Alter verwendet, welches die Patienten zum Nachsorgetermin hatten. Dies sind durchschnittlich 5,4 Jahre nach Operationszeitpunkt.

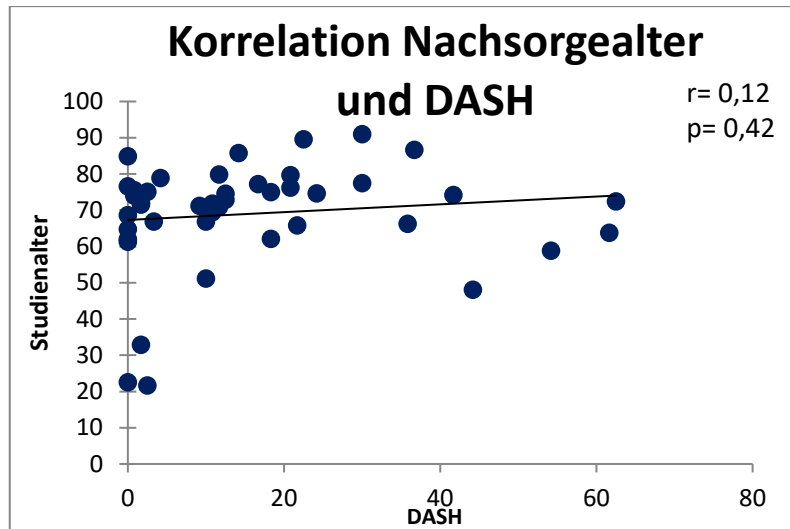


Abbildung 65: Korrelation DASH- Werte und Alter zum Nachsorgezeitpunkt

In Abbildung 65 und Abbildung 66 werden DASH und CMS Werte bezogen auf das Alter zum Nachsorgezeitpunkt visualisiert. Es konnten keine Korrelationen zwischen dem DASH-Fragebogen oder dem CMS-Score und dem Alter zum Nachsorgezeitpunkt festgestellt werden.

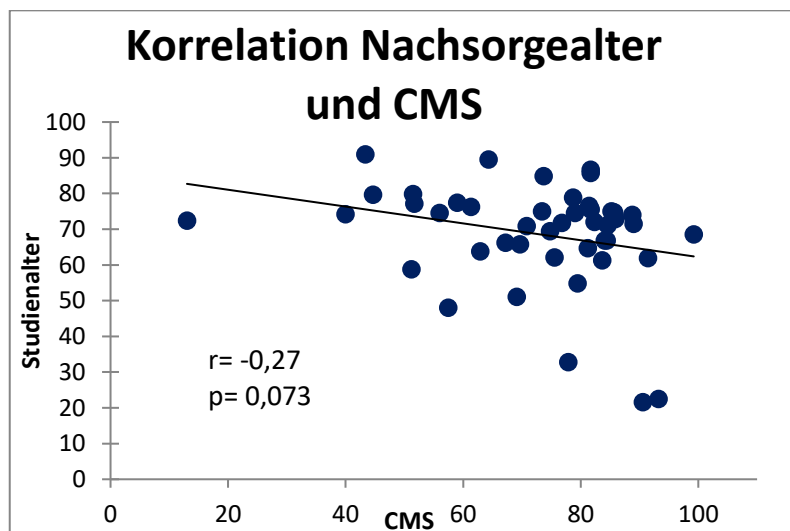


Abbildung 66: Korrelation nicht adaptierter CMS- Werte und Alter zum Nachsorgezeitpunkt

Tabelle 17 stellt Komplikationen nach Alter der Patienten zum Nachsorgezeitpunkt dar. Eine Betrachtung der Komplikationsanzahl- und Aufteilung zeigt ein mit dem Alter steigendes Risiko eine Komplikation zu erleiden. So kam es bei den unter 60 Jährigen

in 33% der Fälle zu einer Komplikation, bei den über 70 Jährigen schon in 45,5% der Fälle. Es konnte im Fisher-Test allerdings keine Signifikanz erreicht werden.

P= 0,91 nach exaktem Fisher-Test	Studienalter			Gesamt
	<60 Jahre	61-70 Jahre	> 70 Jahre	
Komplikation ja	3 (33,3%)	7 (42,2%)	5 (45,55%)	15
Nein	6 (66,7%)	10 (58,8%)	6 (54,5%)	22
Gesamt	9 (100%)	17 (100%)	11 (100%)	37

Tabelle 17: Komplikationen nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt

Die Aufschlüsselung der Komplikationen nach Alter der Patienten in Tabelle 18 zeigt, dass über die Hälfte der Drahtdislokationen und Prothesenimplantationen bei den über 70 Jährigen Patienten vorkamen. Bei den unter 60 Jährigen kam es beispielsweise nur zu einer Drahtdislokation (11% der Fälle).

	Studienalter			Gesamt
	<60 Jahre	61-70 Jahre	> 70 Jahre	
Komplikation Drahtdislokation	1 (11,11%)	3 (33,33%)	5 (55,55%)	9 (100%)
TEP	1 (33,33%)	0 (0%)	2 (66,55%)	3 (100%)
Platte	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)
Zyste	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
Gesamt	2	4	9	15 (100%)

Tabelle 18: Komplikationsarten nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt

Abbildung 67 zeigt den Arthrose-Anteil nach Alter der Patienten zum Nachsorgezeitpunkt. Hier lag bei den ältesten Patienten der höchste Arthrose- und Nekrose-Anteil vor. Während bei den Patienten, welche eine Arthrose erlitten, die Anzahl mit dem Alter steigt, war bei den Patienten mit Nekrose bei den unter 65 Jährigen und den 66-75 Jährigen kein großer Anstieg zu verzeichnen. Es kam erst bei den über 75 Jährigen Patienten zu einer Nekrose-bzw Arthrose-Quote von 27%.

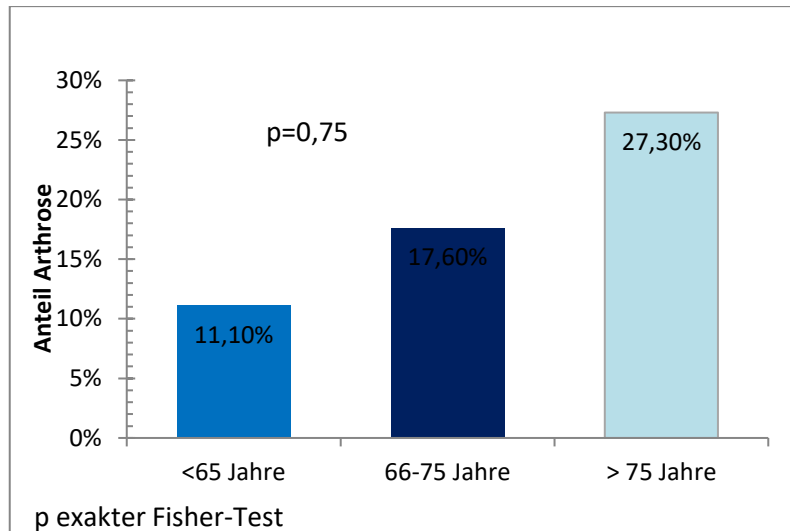


Abbildung 67: Arthrose-Anteil nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt

3.10.6 Einordnung der Drahtzahl

Vergleicht man die eingebrachten Drähte bei Männern und Frauen, so kann man sagen, dass Frauen meistens mit 4 und Männer am seltensten mit 4 Drähten versorgt wurden. Beim männlichen Geschlecht kam es in 50% der Fälle zum Einsatz von 5 Drähten. Patientinnen wurden gleichhäufig mit 3 oder 5 Drähten behandelt.

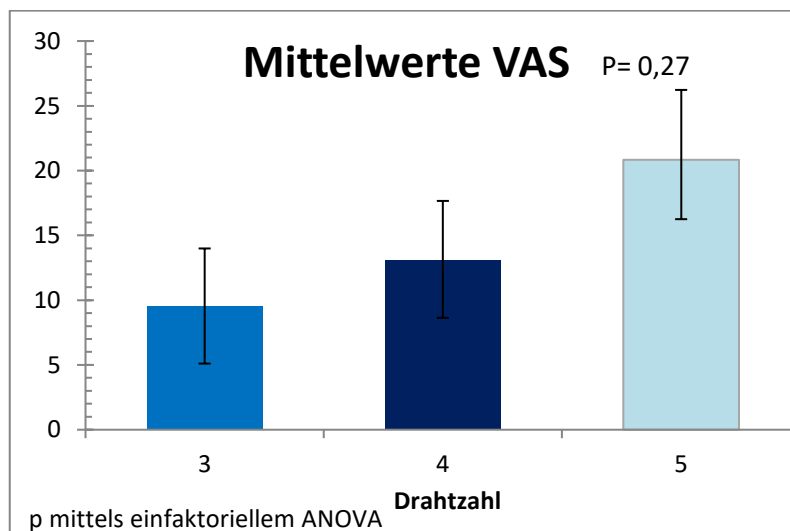


Abbildung 68: Visuelle Analogskala nach Drahtzahl

Abbildung 68 zeigt die Angaben bei der Visuelle Analogskala nach Drahtzahl. Je mehr Drähte verwendet wurden, desto höhere Werte gaben die Patienten bei der subjektiven Schmerzerfassung an. So ist der VAS-Wert der Patienten, die 5 Drähte erhielten doppelt so hoch, als der VAS-Wert der Patienten mit 3 Drähten.

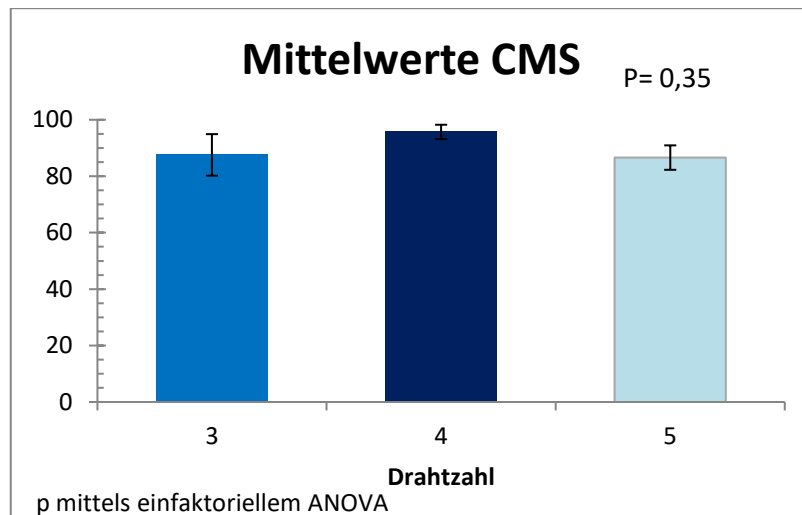


Abbildung 69: Constant Murley Score nach Drahtzahl

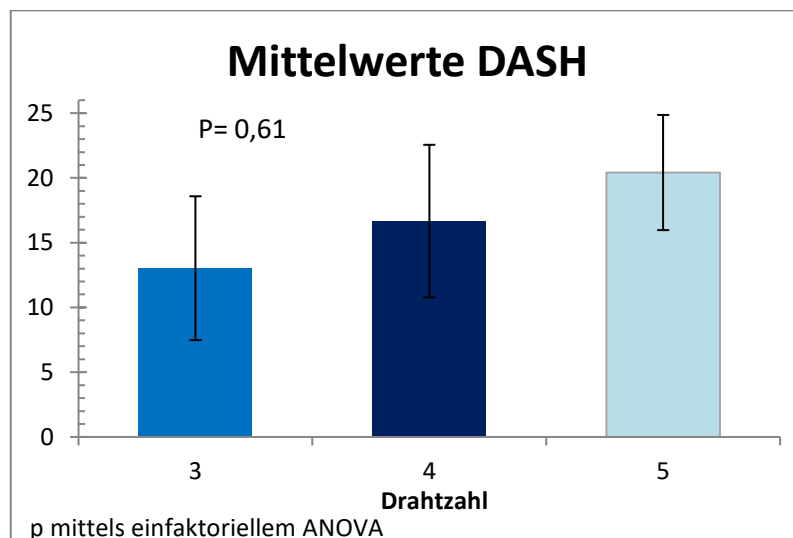


Abbildung 70: DASH nach Drahtzahl

Abbildung 69 und Abbildung 70 zeigen die DASH und CMS Werte nach Anzahl der verwendeten Drähte. Während der CMS Score die besten Ergebnisse bei Patienten mit 4 Drähten zeigte, wurde der beste DASH-Wert bei Verwendung von 3 Drähten

gemessen. Beim DASH kam es mit höherer Drahtzahl zu schlechteren Ergebnissen. Es liegt jedoch keine Signifikanz vor.

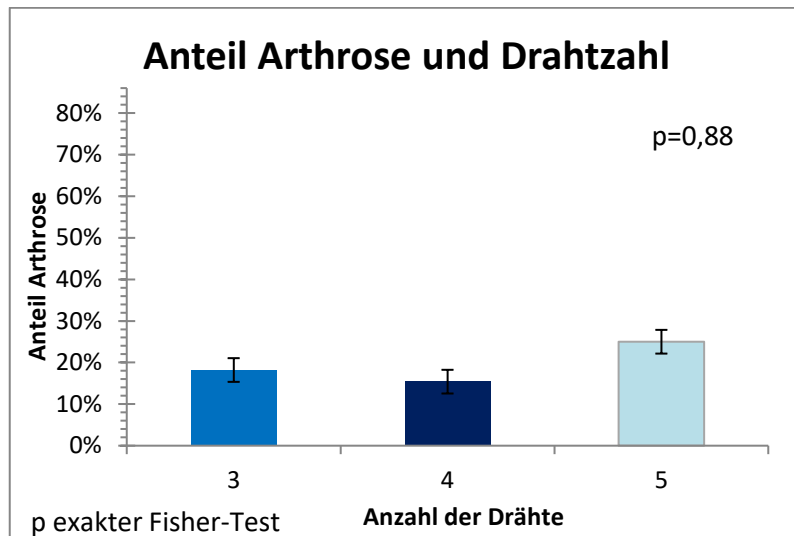


Abbildung 71: Arthrose Anteil bezogen auf Drahtzahl

In Abbildung 71 wird der Arthrose Anteil bezogen auf die Drahtzahl dargestellt. Der Anteil jener Patienten, die eine Arthrose erlitten, war mit 25% der Höchste bei Verwendung von 5 Drähten. Wurden 4 Drähte benutzt kam es bei 15% zu einer Arthrose. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

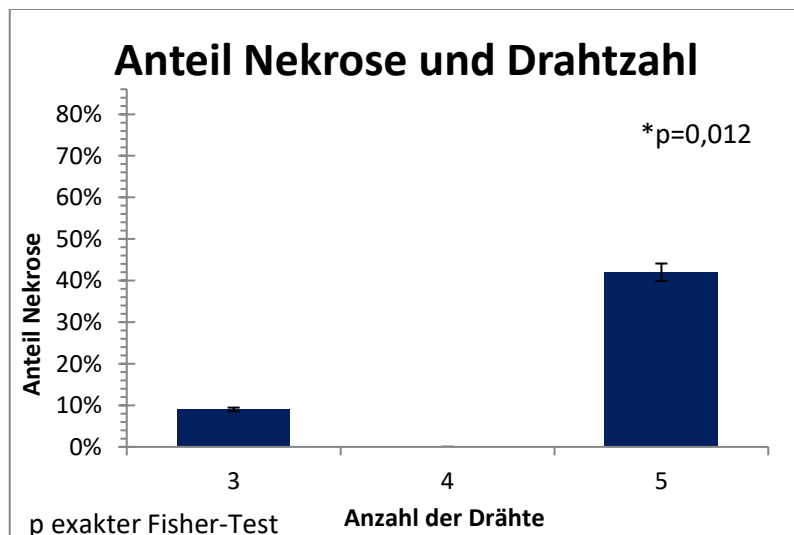


Abbildung 72: Nekrose Anteil bezogen auf Drahtzahl

Abbildung 72 visualisiert den Nekrose Anteil in Abhängigkeit der Drahtzahl. Patienten, bei denen es zu einer Humeruskopfnekrose kam, wurden mit 3, meist jedoch mit 5 Drähten therapiert. Es entwickelte kein mit 4 Drähten behandelter Patient eine Humeruskopfnekrose. Hier zeigt sich eine Signifikanz.

4 Diskussion

Die optimale Versorgung proximaler Humerusfrakturen ist seit längerem und aktuell wieder vermehrt Gegenstand intensiver, teilweise polarisierender Diskussionen. Das Spektrum der dabei erwogenen Optionen reicht von einer sehr weitgehenden Indikationsstellung für konservativ-funktionelle Maßnahmen bis hin zu einer breiten Palette osteosynthetischer Verfahren und Überlegungen zum großzügigen Einsatz Gelenk-ersetzender Eingriffe. Eine weitere Verbreiterung der Wissensbasis in dieser Hinsicht ist damit wesentlich und hilfreich um eine solide Entscheidungsgrundlage für eine ggf. sehr individuell angepasste Therapieentscheidung für die jeweiligen Patienten treffen zu können. Dies umso mehr vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung in einer alternden Gesellschaft in der die Häufigkeit, dieser gerade auch bei älteren Patienten und im Kontext einer Osteoporose vermehrt auftretenden Frakturen, zunehmen wird.

Die vorgelegte Studie liefert vor diesem Hintergrund einen Beitrag zu einem Osteosyntheseverfahren, welches bei diesen Überlegungen in der Regel eher eine Randerscheinung darstellt. Im Spektrum der diskutierten Optionen von konservativen, invasiv-rekonstruierenden und stabilisierenden bis zu invasiv-ersetzenden Verfahren ist die hier diskutierte Draht-Osteosynthese nach Kapandji bzgl. ihrer Invasivität am unteren Ende der operativ-stabilisierenden Maßnahmen anzusiedeln. Ähnlich den konservativen Methoden bleibt der Frakturbereich selbst dabei unberührt, so dass auch das hinsichtlich der Heilung als positiv zu wertende Frakturhämatom erhalten und die umgebenden Weichteile einschließlich der Gefäßversorgung nicht zusätzlich kompromittiert werden. Gegenüber konservativen Methoden besteht ein gewisses Maß an Repositionsmöglichkeit, das aber im Vergleich zu Fraktur-eröffnenden Methoden deutlich limitiert ist.

Die Zahl der Studien, die dieses Verfahren und die damit erzielbaren Ergebnisse kritisch überprüfen ist überschaubar und deckt nur vergleichsweise kurze Nachbeobachtungsintervalle ab [9, 113, 131]. Insofern stellt die vorgelegte Abhandlung einen relevanten Baustein dar, um Vor- und Nachteile dieser Methode gerade auch mittel- bis langfristig differenziert zu evaluieren.

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine monozentrische retrospektive Beobachtungsstudie mit einmaliger prospektiv geplanter, strukturierter Erfassung des Behandlungsergebnisses. Die Fallzahl ist, entsprechend dem genannten Vorgehen mit teilweise langer Nachbeobachtungszeit einerseits und durch die Zahl der in einem definierten Zeitraum durch das zu untersuchende Verfahren versorgten Frakturen andererseits, limitiert. Dies insbesondere auch, weil es sich nicht um ein in der breiten Masse eingesetztes Standardverfahren, sondern vielmehr um ein Nischenverfahren handelt. Dies bedingt eine nur eingeschränkte Aussagekraft der darauf aufbauenden Inferenzstatistik. Aus diesem Grund steht in der Gesamtbeurteilung die Deskriptive Statistik im Vordergrund. Naturgemäß ist damit auch die Aussagekraft und das Verallgemeinerungspotenzial der Ergebnisse limitiert.

In der Beschreibung des Patientenkollektivs fällt auf, dass von den 81 Patienten, welche im Zeitraum von 2002 bis 2010 im König-Ludwig-Haus mittels Kapandji-Drahtosteosynthese versorgt wurden, die deutliche Mehrheit weiblichen Geschlechts (80%) ist, was sich mit der Erkenntnis deckt, dass die proximale Humerusfraktur gerade bei älteren Patientinnen mit kompromittierter Knochenqualität bzw. Osteoporose gehäuft auftritt.

Die geringe Zahl der an der Studie teilgenommenen Patienten ist erklärbar durch die lange Zeit seit der Versorgung (der Erfassungseitraum umfasst 8 Jahre), sodass manche Patienten zwischenzeitlich umgezogen oder verstorben waren. Aufgrund des hohen Anteils älterer Patienten bereits zum Zeitpunkt der Fraktur waren einige Patienten auch gesundheitlich nicht mehr in der Lage für eine Studienteilnahme an die Klinik zu kommen.

Vor diesem Hintergrund wurde den Teilnehmern die Aufgrund ihres Alters, etwaiger Begleiterkrankungen und der eingeschränkten Mobilität nicht in der Lage waren

persönlich zu erscheinen angeboten, die Fragebögen zu Hause zu beantworten und per Post zu schicken.

In Bezug auf die Verteilung der Geschlechter fällt auf, dass von den insgesamt 45 nachuntersuchten Patienten (37 Präsenzuntersuchungen / 8 per Brief kontaktiert) mit 37 Frauen vs. 8 Männern, die Geschlechtsverteilung vergleichbar ist mit der Ausgangskohorte. Aufgrund des Geschlechtsverhältnisses von ungefähr 4:1 kann von einer repräsentativen Patientengruppe ausgegangen werden, da auch in der Literatur, proximale Humerusfrakturen bei Frauen bis zu 3 mal häufiger auftreten. Die Tatsache des Geschlechterverhältnisses deckt sich mit der Erkenntnis, dass in der älteren Bevölkerung ein höherer Frauenanteil vorliegt und osteoporotisch begünstigte Frakturen wie die proximale Humerusfraktur bei diesen Frauen entsprechend häufiger auftreten [7, 30, 129, 132]. Auch passt die Altersverteilung mit einem Durchschnittsalter der Frauen von 63,33 Jahren (Median bei 65 Jahren bezogen auf alle operierten Patientinnen) und einem Altersdurchschnitt der Männer von 58,02 Jahren (Median aller Männer bei 65 Jahren) zu der epidemiologischen Verteilung [7, 30, 129, 132].

Hinsichtlich der Frakturmorphologie stellen die Typ B-Frakturen nach AO mit 25 Fällen den häufigsten Typ dar. Dies entspricht auch der Erkenntnis von Court-Brown et al. [7]. Die komplizierteren C-Frakturen, welche im Gegensatz zu den Typ B-Frakturen intraartikulär verlaufen, kommen vermehrt bei den über 65 Jährigen Patienten vor. Dies legt die Vermutung nahe, dass eine schlechtere Knochenqualität im Alter [30, 132] bei einem Sturz die Entstehung komplexerer Frakturen begünstigt. Anhand der Neer-Klassifikation sind 21 Typ IV-Frakturen und 16 Typ III-Frakturen vorhanden. Bezüglich der Frakturätiologie werden in der Literatur jüngeren Patienten eher Frakturen durch höher energetische Traumen zugeschrieben und älteren, vorwiegend an Osteoporose leidenden Patienten, Frakturen durch niederenergetische Traumen [60, 63, 64, 129]. Dies spiegelt sich auch in den Daten der vorgelegten Studie wieder, da den meisten Frakturen niederenergetische Traumen zu Grunde liegen.

Bei der Untersuchung des Bewegungsumfanges der 37 persönlich erschienenen Patienten zeigte sich im Vergleich zur Gegenseite eine deutliche Einschränkung des Bewegungsumfanges. Diese war jeweils signifikant für die Abduktion (Differenz Unverletzte- Verletzte Seite $19,06^\circ$ $p=0,004$), die Extension (Differenz Unverletzte- Verletzte Seite $17,16^\circ$ $p=0,003$) und die Außenrotation (Differenz Unverletzte-

Verletzte Seite $6,62^\circ$ $p=0,000$). Grundsätzlich sind Einschränkungen der Beweglichkeit im physiologischen Alterungsprozess z.B. durch Arthrose oder Muskuläre Schwäche der Rotatorenmanschettenmuskulatur zu erwarten [117]. Dies wurde jedoch durch die im vorliegenden Fall durchgeführte vergleichende Untersuchung mit der Patientenindividuellen Gegenseite egalisiert. Auf dieser Grundlage ist letztlich aber auch festzustellen, dass die Bewegungsverluste selbst bei differentieller Betrachtung nach Altersgruppen für Pat <65 Jahre, 66-75 Jahre und >75 Jahre (s. Abbildung 57), keine signifikanten Unterschiede zeigen. Lediglich für die Abduktion und die Extension, kann eine leichte Tendenz zu vermehrten Einschränkungen in den beiden älteren Gruppen erahnt werden.

Eindeutlicher Unterschied lässt sich bei der Betrachtung der Einschränkung der Beweglichkeit nach den Frakturtypen erkennen. So sind bei Patienten mit AO Typ C-Frakturen alle Bewegungsfunktionen stärker eingeschränkt als bei Typ A und B. Im Falle der Außenrotation ist dieser Unterschied trotz der geringen Fallzahl auch signifikant ($p=0,049$). Auch die komplexeren Frakturen nach Neer Typ IV zeigen eine schlechtere Beweglichkeit als Frakturen nach Neer Typ III. Auch hier zeigt der T-Test eine Signifikanz bei der Abduktion ($p=0,042$).

Nicht nur in Bezug auf den Bewegungsumfang, sondern auch bei den Nekrose Raten schneiden die Typ C-Frakturen signifikant schlechter ab. So entwickelte die Hälfte dieser Patienten eine Humeruskopfnekrose. Insgesamt fand sich bei $n=6$ entsprechend 13,3% der persönlich zur Nachsorgeuntersuchung erschienen Patienten diese Komplikation (4 davon mit Typ C-Fraktur). Bei Betrachtung der Nekrose Raten nach der Neer-Klassifikation fällt dieser Unterschied noch deutlicher auf. Grundsätzlich traten alle Nekrosen in unserer Kohorte bei Neer Typ IV-Frakturen auf. Insofern spricht vieles dafür, dass dieses mittel- bis langfristige Problem eher mit der Schwere der Verletzung und dem Ausmaß der knöchernen Destruktion kausal in Zusammenhang steht als mit der Operationsmethode der Kapandji-Drahtosteosynthese. Auch in der Literatur werden z. B. bei Behandlung mit PHILOS Platten bei den Typ C-Frakturen und Neer Typ IV-Frakturen die schlechtesten Ergebnisse beobachtet. Konkret werden Nekrose Raten des Humeruskopfes von 10,8%, 22,2% oder sogar 35% berichtet [4, 102, 115]. Demgegenüber beschreiben Maier et al. bei Minimaloperativen Methoden mit Kirschner-Drähten Nekrose Raten von 7,8% und 11% [4, 97, 133]. In der von Maier et al. zitierten Originalarbeit von Resch et al. wurden neun 3- und achtzehn 4-

Fragmentfrakturen(n=27) mit 2 sich kreuzenden K-Drähten fixiert. Humeruskopfnekrosen wurden nur bei Patienten mit 4-Fragmentfrakturen beobachtet (11% der 4-Fragmentfrakturen)[133]. Bogner et al. untersuchten 48 Patienten mit proximaler Humeruskopffraktur. Davon waren zweiunddreißig 3-Fragmentfrakturen und sechzehn 4-Fragmentfrakturen. Es trat bei 4 Patienten (7,8%) eine Humeruskopfnekrose auf. Drei der vier Patienten hatten eine 4-Fragmentfraktur[97]. Auch trat, bei einer im Jahre 2002 veröffentlichten Studie mit 14 Patienten, welche ebenfalls im König-Ludwig-Haus durchgeführt worden war, nur bei einem Patienten eine Humeruskopfnekrose auf [9]. Dies entspricht einer Nekrose Rate von 7%. Bonneville et al. veröffentlichten in ihrem im April 2013 erschienenen Paper eine Nekrose Rate von 6,25% (n= 32) [113]. Der naheliegendste Grund für den Unterschied bei vergleichender Beurteilung mit der vorliegenden Arbeit ist entsprechend wohl darin zu sehen, dass bei Bonneville et al. zu 72% 3-Segmentfrakturen behandelt wurden und in der vorliegenden Arbeit die weniger kritischen 3-Segmentfrakturen nur 54% ausmachen. Wie bereits weiter oben erwähnt, kamen alle Humeruskopfnekrosen bei Neer Typ IV-Frakturen vor, welche 4-Segmentfrakturen und manchmal 3-Segmentfrakturen beinhalten. Ein überwiegender Anteil von Nekrosen (4 von 6) ließ sich auch bei der Untersuchung von Sturzenegger et al. bei 4-Segmentfrakturen finden bei einer berichteten Nekrose Rate von 22,2%. Auch Sturzenegger et al. beschreiben in diesem Kontext die Kompliziertheit der Fraktur als wesentliche Determinante für eine Humeruskopfnekrose [102]. Hinsichtlich der in dieser Studie verwendeten Drahtzahl lässt sich bezüglich der Ausprägung einer Humeruskopfnekrose bei einem P-Wert von 0,012 zeigen, dass die Nekrose Rate bei 5 Drähten signifikant höher war als bei Verwendung von 3 Drähten. Dies könnte aber wiederum auch daran liegen, dass die Verwendung von 5 Drähten vermehrt bei Neer Typ IV-Frakturen vorkam. Diese Frakturen sind, in Bezug auf die Neer-Klassifikation laut Szyszkowitz et al. die am schwierigsten zu versorgende Frakturgruppe mit der höchsten Komplikationsrate [10]. Die Verwendung von 5 Drähten bedeutet zudem auch ein höheres intraoperatives Trauma mit mehr Gewebeschaden und dem dadurch erhöhten Risiko einer Humeruskopfnekrose. Mit 4 Drähten behandelte Patienten entwickelten keine Nekrose. Jedoch entwickelten 42% der mit 5 Drähten behandelten Patienten eine Humeruskopfnekrose.

Patienten, die im Verlauf eine Nekrose entwickeln, haben zwar im Vergleich zu den Patienten, welche keine Nekrose entwickelten Einschränkungen der Armbewegung, was am deutlichsten bei der Abduktion und der Extension erkennbar wird, jedoch sind diese Bewegungsunterschiede in unserer Untersuchung nicht signifikant, was sicher auch durch die kleine Anzahl an Patienten mit Humeruskopfnekrose bedingt ist und auch durch den Umstand, dass zwischenzeitlich 50% der betroffenen Patienten durch Einsatz einer Humeruskopfprothese behandelt wurden. In anderen Studien kam es bei der Osteonekrose ebenfalls zu Verminderungen der Beweglichkeit [114]. Die Einschränkung in der Bewegung schlägt sich auch in der Lebensqualität der Patienten nieder. So lässt sich im DASH-Score bei den Patienten mit Humeruskopfnekrose ein um 17 Punkte höherer Wert verzeichnen, wobei dieser Unterschied in Anbetracht der geringen Fallzahl nicht signifikant ist ($p=0,12$). Bei dem Vergleich des Constant Murley Scores von Patienten mit und ohne Humeruskopfnekrose lässt sich der Unterschied jedoch signifikant ($p < 0,001$) darstellen. Auch bei der subjektiven Schmerzerfassung mittels der Visuellen Analogskala gaben Patienten mit Humeruskopfnekrose einen mehr als doppelt so hohen Wert an (12,3 bei Patienten ohne Nekrose und 25 bei Patienten mit Nekrose) ($p=0,09$).

Ein Blick auf das von Nekrose betroffene Patientenkollektiv zeigt, dass der Anteil an Nekrosen bei den über 75 Jährigen bei ca. 27% liegt. Patienten unter 65 Jahren, sowie Patienten zwischen 65 und 75 Jahren entwickelten jeweils in ca. 11% eine Nekrose. Dies deckt sich mit den Daten aus der Literatur zu K-Drahtosteosynthesen am Humerus. Auch hier finden sich Nekrosen meist bei den älteren Patienten. In einer Studie mit 32 Patienten entwickelte eine 68-Jährige Patientin eine Humeruskopfnekrose [113], in einer weiteren Untersuchung handelte es sich um eine 81-Jährige Patientin mit Humeruskopfnekrose ($n=14$) [9]. Die in aufgeführter Literatur angegebenen niedrigeren Raten der Humeruskopfnekrose könnte auch mit der verwendeten Drahtzahl in Verbindung stehen, wobei sich in der vorliegenden Arbeit keine konkreten Zusammenhänge erkennen lassen.

Aufgrund der hohen Inzidenz von Humeruskopfnekrosen bei älteren Frauen [10, 14, 30, 132], ergibt sich natürlich auch die Frage, ob das Auftreten dieser Komplikation möglicherweise auch mit dem osteoporotisch veränderten Knochen zusammenhängen könnte, wobei sich dazu weder anhand der Literatur noch auf Basis der vorliegenden Arbeit eine fundierte Aussage treffen lässt.

Ein weiteres häufiges Problem im Verlauf nach proximaler Humerusfraktur stellt die sekundäre Omarthrose dar, die sich im Untersuchten Kollektiv bei 15,6% (n=7) der 37 Patienten fand. Bei insgesamt 4 der Patienten mit einer Humeruskopfnekrose lag gleichzeitig eine Arthrose vor. Da die Arthrose auch ohne Trauma im Rahmen altersassoziierter degenerativer Veränderungen auftritt, [117], lässt sich nicht eindeutig differenzieren, in welchem Fall es sich um einen "normalen, altersentsprechenden" Gelenkverschleiß handelt und wann dieser teilweise oder wesentlich auf die posttraumatische Situation (unzureichende Reposition, Knorpelverletzung, veränderte Biomechanik) zurückzuführen ist. Trotzdem ist aber bei der Bewertung des Bewegungsverlustes des Patientenkollektivs mit und ohne Arthrose wiederum bei der Abduktion und der Extension der größte Unterschied zu verzeichnen. Wülker et al. beschreiben in ihrer Arbeit zur Omarthrose keine großen Verluste der Gesamtbeweglichkeit, da Einschränkungen der Beweglichkeit im Glenohumeralgelenk in frühen Stadien durch die Skapulo-Thorakale Beweglichkeit ausgeglichen werden können [117]. Des Weiteren erwähnen Wülker et al., dass es nur selten nach einer Humeruskopffraktur zu einer frakturbedingten Arthrose kommt, da bei den meisten Frakturen die Humeruskalotte intakt bleibt. Selbst nach fehlverheilten Humerusfrakturen komme es demnach selten zu einer Arthrose [117]. Da bei vorliegender Studie Patienten untersucht wurden, welche während eines Zeitraumes von 10 Jahren operiert wurden und mit einer mittleren Nachbeobachtungsdauer von 5,44 (2,2 – 10,6) Jahren zur Nachuntersuchung einbestellt wurden, könnte die Arthrose Rate auch durch die altersbedingte Degeneration erklärt werden. Im Hinblick auf die bei 18,9% der Patienten vorkommende Arthrose lässt sich feststellen, dass die meisten Arthrosen nach Neer Typ IV-Frakturen auftraten. Denn 71,4% der Arthrosen kamen bei diesem Frakturtyp vor. Im Altersvergleich lässt sich eine Omarthrose vermehrt bei Patienten älter als 75 Jahren feststellen. Auch kommt dieses Krankheitsbild bei 11,1% der unter 65 Jährigen und 17,6% der 65-75 Jährigen vor. Dies lässt sich mit der Ätiologie der Arthrose vereinbaren, da es sich bei dieser um ein degeneratives, in hohem Alter regelmäßig vorkommendes Krankheitsbild handelt [117]. Die Inzidenz der in dieser Studie vorkommenden Arthrose Patienten lässt sich allein nicht durch einen degenerativen Prozess erklären, denn in einer niederländischen Studie wurde der proximale Humerus nicht als typischer degenerativer Arthroseort beschrieben [134]. Arthrose auslösende oder beschleunigende Faktoren können laut Wülker et al. auch

Zustand nach einem Trauma oder einer Operation am Schultergelenk sein, wenn es dadurch zu einem unnatürlichen Bewegungsablauf kommt [117].

Das Risiko einer Pseudoarthrose oder einer verzögerten Frakturheilung nach einer proximalen Humerusfraktur gilt als vergleichsweise gering. Auch in dem Patientenkollektiv aus vorliegender Studie kam es zu keiner Pseudoarthrose. Bei den zuvor erwähnten Studien kam es nach konservativer Therapie zu einer Pseudoarthrose Rate von 7% [85] und nach dem Einsatz einer winkelstabilen Plattenosteosynthese in 2,6% der Fälle [103]. Auch in einer Studie von Fjalestad et al. trat die Pseudoarthrose häufiger bei konservativ behandelten Patienten auf (zwei von n=25), während es bei Einsatz winkelstabiler Platten zu keiner Pseudoarthrose kam [87, 135]. Hingegen beschreiben Olerud et al. jeweils bei einem der konservativ und mit winkelstabiler Platte versorgten Patienten eine Pseudoarthrose [94]. Obwohl die Studien aufgrund des Patientenkollektivs gut vergleichbar sind, fällt es aufgrund der geringen Power der Studien jedoch schwer eine generalisierte Aussage bezüglich des Pseudoarthrose Vorkommens zu machen.

In einer früheren an der orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus erarbeiteten Studie über die Kapandji-Drahtosteosynthese kam es bei keinem der 29 Patienten innerhalb des Nachbeobachtungsraumes von 24 Monaten zu einer Pseudoarthrose [9].

Mit Blick auf das funktionelle Ergebnis aus Sicht des Patienten zeigt eine isolierte Betrachtung der DASH- und CMS-Werte von Patienten mit Arthrose, dass auch eine Arthrose zu schlechteren Ergebnissen führt. So erreichten betroffene Patienten einen DASH-Wert von 24,5 (DASH-Wert der Patienten ohne Arthrose: 14,8). Im altersadaptierten CMS betrug der Differenzwert 20,6. Wie Patienten ohne Nekrose, so verzeichneten auch Patienten ohne Arthrose einen altersadaptierten CMS von 94, was nach der Einteilung von Boehm et al. [37] einem sehr guten Ergebnis entspricht. Bezüglich der Visuellen Analogskala kamen die Arthrose Patienten auf einen um fast 10 Punkte höheren Wert bei der Schmerzerfassung. Dies deckt sich mit der in der Klinischen Symptomatik beschriebenen Ruhe- und Bewegungsschmerzen [117]. Die in den oben beschriebenen Scores ermittelten Werte weisen keine Signifikanz auf, jedoch ist die geringe Power der Studie im Hinterkopf zu behalten.

Bei den 37 persönlich erschienenen Patienten kam es in 40,5% zu postoperativen Komplikationen. Hinsichtlich der Geschlechtsverteilung, bezogen auf das Vorkommen einer Komplikation, ist im exakten Fisher-Test ($p=0,67$) keine Signifikanz vorhanden. Jedoch zeigt sich bei Betrachtung der einzelnen Komplikationen, dass ein geschlechtsspezifisches Verteilungsmuster besteht. Dies wird durch den signifikanten Test nach Fisher ($p=0,018$) bestätigt. Es scheinen insoferngeschlechtsspezifische Unterschiede bei den Komplikationen vorzuliegen. Die mit Abstand am häufigsten, nur beim weiblichen Geschlecht auftretende Komplikation, war die Drahtdislokation ($n=9$). Diese führte in 4 Fällen zu Revisionsoperationen mit Drahtumsetzung. 55% der Drahtdislokationen kamen bei Patienten über 70 Jahren vor. Gründe für Dislokationen könnte der bei Frauen im Alter häufiger vorkommende relevante Rückgang der Knochendichte, beispielsweise durch Osteoporose, sein [14, 30, 129, 132]. Martinez et al. geben an, dass Osteoporose ein erhöhtes Risiko für Komplikationen darstellt [100]. Auch Yamada et al. befassten sich mit dem Verlust der Knochenqualität im Alter und in Bezug auf das weibliche Geschlecht, erfassten signifikante Unterschiede und schlussfolgerten, dass u.a. intramedulläre Drahtosteosynthesen bei Patienten mit schlechter Knochenqualität, da diese vor allem im lateralen Humeruskopf, einem Lokalisationsort der Drähte bei der Drahtosteosynthese, vorhanden ist, eine weniger zufriedenstellende Therapiemethode sein könnte [132]. In einer Hamburger Studie wurde in diesem Kontext festgestellt, dass der laterale Humeruskopf, vor allem im Bereich des Tuberkulummajus die geringste Knochendichte enthält [30]. Außerdem wiesen Yamada et al. daraufhin wie wichtig die Beurteilung der Knochenqualität bei der Therapieentscheidung ist [132]. Dies erwähnten auch Braunstein et al. in ihrer Arbeit zu Entscheidungskriterien für die Therapieauswahl von Humerusfrakturen [14]. Bonneville et al. beschrieben in ihrer Publikation vom April 2013 das Auftreten von Drahtdislokationen in 25% der Fälle [113]. Zwar wird nicht auf das geschlechtsspezifische Verhältnis eingegangen, die allgemeine Drahtdislokationsrate entspricht auch der dieser Studie (24,4%). Der Erstbeschreiber Kapandji berichtete in der initialen kleinen Kohorte nur von einer, sich auf die Rehabilitation des Patienten auswirkenden Drahtdislokation (6,66%), welche aber nach frühzeitiger Drahtentfernung ohne funktionelle Folgen blieb [17]. Dies steht nicht unbedingt im Widerspruch zu der in anderen Studien erreichten Drahtdislokationen, da Kapandjis Patienten in zwei Drittel der Fälle Kinder und Jugendliche zwischen 7 und 14

Jahren waren und damit eine ungleich bessere Knochenqualität vorlag [17]. Ogawa et al. sprechen von einer auch für osteoporotische Frakturen geeigneten Operationsmethode [112]. Sie widmeten sich hauptsächlich der Frakturversorgung Valgus-Impakterter IV-Fragmentfrakturen (In der AO Klassifikation entspricht dies C2.1 und C2.2) [112]. In vorliegender Arbeit wurden jedoch 66,7% der Drahtdislokationen bei AO Typ B-Frakturen erfasst. Hier lässt die Tatsache, dass fast 60% der Patientinnen über 60 Jahre waren und 57% eine Typ B-Fraktur entwickelten, unter Annahme der bei Frauen und über 60 Jährigen nachlassenden Knochenqualität [132], die hohe Rate an Drahtdislokationen besser einordnen. Drahtdislokationen, die bei den Patienten dieser Arbeit auftraten mussten in 4 Fällen durch erneute Operation und Drahtumsetzung behandelt werden. Bei einem dieser Patienten wurde sekundär eine PHILOS-Platte eingebaut, da er sich eine erneute Fraktur zugezogen hatte. Insofern ist der Einsatz der PHILOS-Platte nicht mehr unmittelbar im Kontext mit der durch Kapandji-Drahtosteosynthese versorgten Fraktur zu sehen.

Dreimal war aufgrund von Komplikationen der Einsatz von Endoprothesen indiziert. Bei einem Mann und zwei Frauen, welche eine avaskuläre Humeruskopfnekrose entwickelt hatten, wurden Prothesen eingesetzt. Zwei weitere Männer wurden mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Wie bereits zuvor erwähnt hatte sich ein Patient davon 2010 eine erneute Humerusfraktur zugezogen.

In der Literatur wird die verwendete Drahtzahl meist mit 3 Drähten [17, 81, 112], 3 bis 4 Drähten [113], oder sogar nur 2 Drähten [4], angegeben. In vorliegender Studie wurden 3-5 Drähte verwendet. Im Folgenden soll die Drahtzahl hinsichtlich verschiedener weiterer Aspekte beurteilt werden. Die nach AO klassifizierten Frakturen lassen erkennen, dass Typ A-Frakturen mit 3, meist aber mit 4 Drähten versorgt werden konnten, bei Typ B-Frakturen wurden in 43% der Fälle 5 Drähte eingesetzt. Die Zahl der Drähte bei Typ C-Frakturen teilt sich relativ gleichmäßig auf. Auch nach der Neer-Klassifikation zeigt sich eine vermehrte Verwendung von 4 Drähten bei Neer Typ III-Frakturen (62,5%) und 5 Drähten bei Neer Typ IV (50%). Vermutlich war es erforderlich bei einer komplexeren Fraktursituation oder schwierigeren operativen Situation mehrere Drähte zu verwenden. Dies geht wiederum mit einem schlechteren postoperativen Ergebnis einher.

Eine Komplikation, welche nur bei der Verwendung von 5 Drähten vorkam (n=3) war der durch die Sonographie diagnostizierte Rotatorenmanschettendefekt. Auch hier

zeigt sich ein mittels Fisher-Test ermittelter signifikanter p-Wert von 0,014. In einer aus Oslo stammenden retrospektiven Studie über Rotatorenmanschettenrisse nach proximalen Humerusfrakturen wurden unmittelbar postoperativ bei 22 der 76 Patienten komplette-oder Teilabrisse der RM-Muskulatur festgestellt. Nach einem Jahr fand eine Kontrolle der konservativ behandelten (meist Typ B- oder C-Frakturen) statt, in welcher 10 weitere RM-Defekte festgestellt wurden [136]. So lässt sich ein eventueller RM-Defekt auch dem Frakturmechanismus zuschreiben und der Zusammenhang zwischen Drahtzahl und Rotatorenmanschettendefekt kam aufgrund der geringen Power zustande. In anderen Studien konnte jedoch ein Rotatorenmanschettenriss, welcher nach einer proximalen Humerusfraktur auftrat, nicht als Outcome verschlechternder Faktor identifiziert werden [137, 138].

Das Vorliegen erhöhter VAS- und DASH-Werte sowie schlechterer Werte beim CMS bei Verwendung von 5 Drähten lässt sich dadurch begründen, dass eine hohe Anzahl von Drähten verwendet werden musste, da es sich um eine komplizierte Fraktur handelte. Andere Studien, welche 3 Drähte [17, 81, 112] oder 3-4 Drähte [113] benutzten, beschreiben schlechtere DASH- und CMS-Werte, sodass nicht prinzipiell von besseren Ergebnissen bei Verwendung von weniger Drähten ausgegangen werden kann.

Da sich diese Arbeit auf die Langzeitergebnisse, also die Lebensqualität von mittels Kapandji-Drahtosteosynthese versorgten Patienten bezieht, wird im Folgenden auf die Ergebnisse, der von den Patienten ausgefüllten Fragebögen, eingegangen. Bei diesen Bewertungen können auch die mittels zugeschickten Unterlagen versorgten Patienten in die Ergebnisanalyse mit aufgenommen werden, sodass auf Grundlage eines Patientenkollektivs von 45 Patienten gerechnet werden kann.

Der erreichte Mittelwert im DASH von 16,03 lässt sich im Vergleich mit anderen Studien, welche sich der Versorgung proximaler Humerusfrakturen widmeten, als gut einstufen. In Studien über den Einsatz von Plattenosteosynthesen kam es zu DASH-Werten von 15,2 [4] und 25 [139]. Maier et al. untersuchten 2-, 3- und 4-Fragmentfrakturen, welche mit einer LPHP oder PHILOS-Platte versorgt wurden. Shulman et al. untersuchten ebenfalls 2-, 3- und 4-Fragmentfrakturen, legten dabei ein besonderes Augenmerk auf die Unterscheidung des Patientenalters. Patienten, mit einem Alter unter 65 Jahren erzielten einen DASH-Wert von 20,8, während über 65

Jährige Patienten einen DASH-Wert von 29,1 erreichten. Hinsichtlich der Signifikanz zeigte sich kein Unterschied[139]. Laut Hunsaker et al. liegt der DASH-Wert der gesunden Bevölkerung bei 10,1[130]. Da bei dem vorhandenen Patientenkollektiv Patienten nach erlittener Fraktur untersucht wurden, und da es sich vermehrt um ältere Patienten handelt, sollte der in der Studie erreichte DASH-Wert von 16,03 unter diesen Gesichtspunkten bewertet werden.

Die differentielle Betrachtung der DASH-Werte verschiedener Einzelgruppen führt zu folgenden Erkenntnissen: Betrachtet man die Mittelwerte nach Geschlechtern, fällt auf, dass Männer signifikant bessere Ergebnisse erzielen als Frauen. Ihr DASH-Wert liegt mit 8 Punkten im Schnitt 10 Punkte unter dem der Frauen. Dieser Unterschied ist bei einem p von 0,05 signifikant. So ist der DASH-Wert der Männer noch unter dem von Hunsaker et al. angesetztem Normalwert für die Bevölkerung anzusiedeln [130]. Auch bei der geschlechtsspezifischen Unterscheidung der DASH-Werte von Kyoo Sang Kim et al. schneiden Frauen deutlich schlechter ab. Sie erreichen doppelt so hohe DASH-Werte (5,14 zu 10,16)[140]. Jester et al. ermittelten in ihrer Untersuchung der DASH-Werte von 716 Probanden ebenfalls signifikant höhere Werte bei den Frauen[120]. Gründe für die DASH-Wertunterschiede in dieser Studie könnten die bereits angesprochenen Geschlechtsunterschiede der Knochenqualität sein[7, 17, 30, 112, 129], welche zu einem schlechteren Outcome der weiblichen Patienten führen. Durch die oftmals bei Frauen vorliegende Osteoporose könnte es zu schlechterer Drahtverankerung kommen, was ein höheres Risiko einer postoperativen Fehlstellung mit Folgeschäden wie Arthrose bedeuten könnte. Ein weiterer Aspekt könnte das ungleiche Geschlechterverhältnis darstellen, da nur 8 Männer an der Studie teilnahmen und somit keine homogene Verteilung vorliegt.

Des Weiteren könnte ein Grund der geschlechtsspezifischen Unterschiede in der unterschiedlichen Beanspruchung des Armes liegen. Frauen sind meist noch bis ins hohe Alter im Haushalt aktiv und haben daher eine hohe Erwartungshaltung hinsichtlich der Funktionalität ihrer Schulter. Auch Kim und Kim vermuten die vermehrte Beanspruchung im Haushalt als Grund für das schlechtere DASH-Ergebnis der Frauen[140]. Schaut man sich das Ganze bezogen auf die AO-Klassifikation an, lässt sich folgendes darstellen: AO Frakturen Typ A erreichten den besten DASH-Wert mit 12,41 und lagen damit nahe dem von Hunsaker et al. 2002 festgelegten Normalwertes der gesunden Bevölkerung (10,1)[130], Typ B-Frakturen (17,47) und

Typ C-Frakturen(16,52) weisen höhere Werte auf. In Bezug auf die Fraktуреinteilung nach Neer treten die Unterschiede deutlicher zu Tage. So erreichten Frakturen vom Typ Neer III einen DASH-Wert von 10, Frakturen vom Neer Typ IV kamen auf das Doppelte. Dieser Unterschied ist mittels T-Test als signifikant getestet worden ($p=0,032$). Dies bestätigt, dass die Einteilung nach Neer eine gute Klassifikation darstellt Humeruskopffrakturen und deren Outcome vorherzusagen. Kompliziertere Frakturen können mit einem schlechteren Ergebnis verbunden werden. Patienten unter 60 Jahren schnitten mit einem, fast 5 Punkte höher liegendem DASH von 20,74, schlechter ab, als Patienten, die älter waren als 60 Jahre. Hier lässt sich keine Signifikanz festhalten. Dies könnte zum einen mit der höheren Erwartung, die die Patienten an ihren Arm stellen, zusammenhängen zum anderen an der im Alter abnehmenden Beanspruchung des Armes und somit geringeren Beeinträchtigung im Alltag liegen. Je höher die Beanspruchung sowohl im privaten Umfeld als auch im Arbeitsalltag, desto höhere Werte wurden im DASH-Fragebogen erreicht[120]. Hinsichtlich der Anzahl der Verwendeten Drähte kamen die besten Ergebnisse im DASH-Fragebogen und bei der Visuellen Analogskala bei 3 Drähten, die schlechtesten Ergebnisse bei 5 Drähten zustande.

Die Auswertungen der von Patienten angegebenen Schmerzen und Funktionsverluste der betroffenen Schulter zeigen einen Mittelwert von 12,61 in der Visuellen Analogskala. Dieser liegt, verglichen mit den Werten der Visuellen Analogskala in anderen Studien, im unteren und damit besseren Bereich.

So kamen die Patienten einer Studie zur K-Draht Osteosynthese postoperativ auf einen VAS Wert von 29 [61], konservativ behandelte Patienten kamen auf 30 [61].

Eine Analyse dieses subjektiven Fragebogens hinsichtlich verschiedener Faktoren zeigt nur bei Unterscheidung bezüglich der Neer-Klassifikation signifikante Unterschiede. Hier gaben Frakturen vom Typ III nach Neer einen durchschnittlichen VAS-Wert von 6,5 an, während Frakturen vom Typ IV nach Neer bei 17,9 lagen. Bezüglich des Geschlechts ist zu vermerken, dass Frauen (13,19) durchschnittlich höhere Werte erzielten als Männer (10) und Patienten mit betroffener rechter Seite über größere Schmerzen und Funktionsstörungen klagen, als bei einer Fraktur der linken, also meist nicht dominanten Seite. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede wurden auch bei einer Studie von Kim und Kim beschrieben. Hier schneiden Frauen bezüglich Beeinträchtigungen im Alltag nach Schulterverletzungen schlechter

ab[140]. Hinsichtlich des Alters waren hier die Patienten <60 Jahren am wenigsten zufrieden, diese schnitten jedoch beispielsweise beim CMS am besten ab. Hier lässt sich wiederum betonen, dass es sich bei der VAS um ein rein subjektives Verfahren handelt. Daher könnten die unter 60-Jährigen eine höhere Beanspruchung und Erwartungshaltung an ihren Arm haben und daher Bewegungseinschränkungen oder Schmerzen als stärker limitierend einstufen. Die 61-70-Jährigen waren am Zufriedensten und gaben durchschnittlich 8,89 an. Nach der AO-Klassifikation waren die Typ A Patienten nahezu schmerzfrei, die Typ B Patienten hatten die meisten Schmerzen bei einem ca. 4 Punkte über dem Durchschnitt liegenden Wert. Erstaunlicherweise lässt sich bei den Typ C-Frakturen, bei welchen, bezogen auf die 35 Nachsorgepatienten, eine Nekrose Rate von 50% herrscht, ein dem Durchschnitt entsprechender Wert finden. Dies ist eventuell mit dem Alter zu vereinbaren, denn 7 der 11 Patienten mit Typ C-Frakturen sind älter als 65 Jahre. Fünf der 11 C-Frakturen befinden sich in der zufriedensten Altersgruppe von 61-70 Jahren.

Der Nichtadaptierte Constant Murley Score lag in dieser Studie im Durchschnitt bei 72,4. Nach Altersadaption kam es zu einem Durchschnitt von 89,29%. Einige andere Studien über Patienten mit proximalen Humerusfrakturen, welche mit K-Drähten behandelt wurden, beschrieben Werte von 61,2 (Altersadaptiert 84,5%) [4], 68 (Altersadaptiert 80%) [113], 70 (Altersadaptiert 87%) [9] sowie 80,6[61]. Auch El-Alfy et al. beschreiben in ihrer Studie über 2-Segment - und 3-Segmentfrakturen, welche mit einer Kapandji-Drahtosteosynthese versorgt wurden einen CMS von 73 (45-88). Die Patienten hatten ein Durchschnittsalter von 56 Jahren[81]. Beim CMS schnitten Patienten, die mit 5 Drähten versorgt wurden, durchschnittlich mit fast 10 Punkten schlechter ab (CMS=86,61) als die mit 4 Drähten versorgten Patienten (CMS 95,70). Einen vergleichbaren CMS wie die Patienten, die mit 5 Drähten versorgt wurden, erreichten auch mit 3 Drähten versorgte Patienten (CMS= 87,5).

Im Anschluss soll eine isoliertere Betrachtung der Teilbereiche des Constant Murley Scores und ein Vergleich des CMS bei verschiedenen Eigenschaften erfolgen. Im Teilbereich Schmerzen wurden bei einem Mittelwert von 13 durchschnittlich 86,67% der Maximalpunktzahl erreicht (Median=15=Maximalpunktzahl). Auch die in der Visuellen Analogskala angegebenen Schmerzen von 12,61% deuten auf ein gutes Ergebnis bezüglich der bestehenden Schmerzen hin. Die Korrelation zwischen VAS und CMS ($p < 0,001$) unterstützt diese Aussage. Der sich mit der Alltagsaktivität

befassende Teilbereich des CMS kommt auf 82,22% des Maximalwertes (Mittelwert 18,08; Maximalwert 22). Hier kommt es bei Männern und Frauen zu einem grenzwertig signifikanten Unterschied ($p=0,058$), da die Männer im Schnitt 90,9% (Mittelwert 20) der Vollpunktzahl im Alltag erreichten. Die Frauen kamen auf ein Ergebnis von 80,34% (Mittelwert der 37 Frauen 17,78). Das signifikant schlechtere Ergebnis des weiblichen Geschlechts wurde bereits in Bezug auf den DASH-Score, welcher mit einem $p<0,001$ mit dem CMS korreliert, gezeigt. Im Bewegungsteil des Constant Murley Scores kommen die Patienten auf 80,56% der erreichbaren Höchstpunktzahl. Hier zeigten sich zwar keine geschlechtsspezifischen signifikanten Unterschiede, jedoch gab es eine signifikant bessere Flexion im männlichen Patientenkollektiv. Dies lässt sich evtl. durch die heterogenen Fallzahlen erklären.

Der Bereich D (Kraft) weist mit durchschnittlich 40,01% den schlechtesten Anteil am nichtadaptierten Gesamtscore auf. Ursache für das schlechte Ergebnis bei der Kraftmessung, welches sich von den anderen Anteilen der Teilbereiche abhebt (erreichter Maximalwert lag bei 88,88% der Vollpunktzahl), spielt zum einen die Tatsache, dass bei den Teilbereichen noch keine Altersadaption vorgenommen wurde und sich viele Ältere Patienten bei den nachuntersuchten Patientenbefinden, zum anderen könnte in der Testausführung Ursachen zu finden sein. So wurden beispielsweise der Mittelwert der 5 Einzelmessungen, welche in zeitlich kurzem Abstand durchgeführt wurde, verwendet. Das Problem der Kraftmessung beim CMS wird auch in der Literatur beschrieben. So erwähnen Hirschman et al. die unterschiedlichen Werte der Kraftmessung hinsichtlich minimaler Positionsänderung. Des Weiteren wird hier ebenfalls auf das Thema des Kräfteverlusts eingegangen [141]. So wurde auch in einer weiteren Studie erwähnt, dass es bei allen Altersgruppen zu einer Abnahme der gemessenen Kraftwerte kam, je öfter diese durchgeführt wurden. Es wurde die dreimalige Messung der Kraft empfohlen [141, 142].

Nimmt man eine geschlechtsspezifische Altersadaption mit dem Altersdurchschnitt gemäß der von Constant 1991 publizierten Tabelle [125] vor, so kommt man bei einem Kraftwert von 8,91 (altersadaptierter Normalwert 10,5) auf deutlich bessere Ergebnisse. Auch im geschlechtsspezifischen Vergleich zeigt sich nun bei den Frauen ein Kraftwert von 7,75 (altersadaptierter Normwert 9) und bei den Männern ein Ergebnis von 14,28 (altersadaptierter Normwert 12). Es besteht mittels T-Test ein signifikanter Unterschied bezüglich geschlechtsabhängiger vorhandener Kraft

($p=0,005$). Der geschlechtsspezifische Unterschied lässt sich bei Betrachtung des adaptierten Constant Murley Scores auch erkennen. Hinsichtlich der betroffenen Seite kamen keine relevanten Unterschiede zu Tage. Es zeigt sich auch im Teilbereich der Kraftmessung wie auch schon beim bereits erwähnten DASH-Score ein schlechteres Ergebnis der Frauen. Somit besteht durch die niedrigeren Ergebnisse der Kraftmessung auch eine größere Unzufriedenheit bezüglich der Möglichkeit den Arm im Berufs- und Freizeitalltag einzusetzen.

Anders als beim DASH kommt es beim Constant Murley Score bei den Typ C-Frakturen zu dem schlechtesten Ergebnis. Die anderen beiden Frakturtypen erreichten relativ ähnliche Werte. In der Neer-Klassifikation kommt es jedoch, ebenfalls wie bei den DASH-Scores zu besseren Ergebnissen der Neer Typ III-Frakturen. Im Gegensatz zur Signifikanz beim DASH-Score, konnte diese beim CMS nicht bestätigt werden. In diesem Zusammenhang soll erneut auf die geringe Power der vorliegenden Arbeit hingewiesen werden.

Im Folgenden wird auf die Ergebnisse der Visuellen Analogskala eingegangen. Ähnlich den DASH-Werten geben auch hier die Typ B-Frakturen eine höhere Schmerzbelastung und Bewegungseinschränkung an, als Typ C-Frakturen ($p=0,13$). Im Klassifikationssystem nach Neer zeigt sich das gewohnte Verteilungsmuster mit einem signifikant höheren Schmerzausmaß bei den Neer Typ IV-Frakturen ($p=0,048$). Dies deutet darauf hin, dass die Neer-Klassifikation eine bessere Aussage bezüglich des Outcomes geben kann als die AO-Klassifikation, da gemäß der Fraktуреinteilung nach Neer eine kompliziertere Fraktur oftmals mit einem postoperativ schlechteren Ergebnis einhergeht. So fanden sich beispielsweise, anders als bei der AO-Klassifikation, signifikante Unterschiede zwischen Neer Typ III- und IV-Frakturen in Bezug auf den DASH, die Visuelle Analogskala und Bewegungsverluste bei der Abduktion. Außerdem wurden in der Klassifikation von Charles Neer alle Frakturen, aus denen sich später eine Humeruskopfnekrose entwickelte, als Typ IV-Frakturen erfasst, während in der AO-Klassifikation 2 der 6 Nekrose-Patienten mit einem Typ B klassifiziert wurden. Möglicherweise spielt die Prämisse artikulär/ extraartikulär, welche zu einer Differenzierung von Typ B- und C-Frakturen nötig ist [2, 33, 36], in Bezug auf die Frakturversorgung mittels Kapandji-Drahtosteosynthese keine so große Rolle wie die Unterscheidung nach betroffenen Fragmenten und einer Dislokation dieser [11], wie sie Neer beschrieben hat. In der Literatur finden sich Hinweise über

unzureichende Klassifikationssysteme bei den proximalen Humerusfrakturen [31, 32, 52]. Dabei kam es auch bei erneuter Frakturbeurteilung durch den selben oder durch einen anderen Mediziner, sowohl intra- als auch postoperativ, zu anderer Klassifizierung einiger Frakturen [31, 32, 52]. Auch Sjöden et al. fanden bessere Übereinstimmung hinsichtlich der Klassifikation nach Neer verglichen mit der AO-Klassifikation [52]. Ein Vorteil der Neer Klassifikation könnte in der einfachen Anwendbarkeit liegen. Trotz der kritischen Hinterfragung der Klassifikationssysteme bleibt hinsichtlich dieser Studie zu erwähnen, dass sich das Klassifikationssystem nach Neer, aufgrund mehrerer signifikanter Unterschiede zwischen Typ III- und IV-Frakturen gut eignete, um eventuelle Komplikationsraten vorherzusagen. Es konnte in vorliegender Arbeit gezeigt werden, dass Neer Typ IV-Frakturen zu schlechteren Ergebnissen führen, als Neer Typ III-Frakturen.

Die weitere Betrachtung des Patientenfragebogens zeigt, dass es hinsichtlich des Alters beim DASH-Score, als auch beim adaptierten CMS zu den schlechtesten Werten der >70 Jährigen kommt. Dies hängt nicht zwangsläufig mit der Operationsmethode zusammen, da es anamnestisch oftmals schwierig war, die durch die Fraktur und deren Therapie bedingten Funktionseinschränkungen und Schmerzen von anderen degenerativen Prozessen zu unterscheiden.

Zusammenfassend zum CMS, welcher zu 65% objektiv und zu 35% subjektive Teile enthält und laut Casser und Paus (1996) [143] eine gute Korrelation zwischen den Patientenempfindungen und den funktionellen Beurteilungen herstellt, ist bezüglich der Kapandji-Drahtosteosynthese zu erwähnen, dass 64% der 45 Patienten ausgezeichnete und 11% gute Ergebnisse erzielten.

Wie bei Analyse der Visuellen Analogskala bereits aufgegriffen, könnte das Alter bezüglich des Outcomes eine große Rolle spielen. Hinsichtlich des Verletzungstypes lässt sich anhand dieser Studie die Vermutung äußern, dass das Alter in keinem Zusammenhang mit einem bestimmten Frakturtyp steht. So findet sich eine relativ homogene Verteilung der Altersgruppen bei den Frakturklassifikationen.

Letztendlich stellt die Kapandji-Drahtosteosynthese eine mögliche Operationsalternative mit guten Ergebnissen bezüglich Bewegungsausmaß, DASH-Score und Constant Murley Score bei gering oder nicht dislozierten Frakturen dar.

Trotzdem sind weitere größere Studien nötig, da auch für andere Behandlungsmethoden, insbesondere der konservativen Therapie der Humerusfraktur in neueren Studien gute Behandlungsergebnisse zugeschrieben werden. In einer Vergleichsgruppenanalyse bei 250 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 65 Jahren, welche nach Neer klassifiziert wurden, konnte beispielsweise kein signifikanter Unterschied zwischen einer operativen versus konservativen Therapie festgestellt werden[67].

5 Zusammenfassung

In vorliegender Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Behandlung der proximalen Humerusfraktur mittels Kapandji-Drahtosteosynthese eine mögliche Alternative zur Plattenosteosynthese bei gering oder nicht dislozierten Neer III-Frakturen und IV-Frakturen darstellt.

Die Patienten waren nach der Kapandji-Drahtosteosynthese laut dem Constant Murley Score, dem DASH-Fragebogen, sowie der Visuellen Analogskala zufrieden.

Es wurde festgestellt, dass die Frakturklassifikation nach Neer die Frakturen bezüglich Outcome und Ergebnissen besser beschreibt als die Frakturklassifikation nach AO.

Hinsichtlich der bei vielen älteren Patientinnen vorliegenden schlechten Knochenqualität beziehungsweise Osteoporose kam es vermehrt zu Drahtdislokationen. Somit stellt die Humeruskopffraktur im osteoporotischen Knochen weiterhin ein Problem dar. Trotzdem bietet der geringe Grad der Invasivität der Kapandji-Drahtosteosynthese gerade bei älteren, multimorbiden Patienten eine gute Therapieoption für die operative Versorgung proximaler Humerusfrakturen.

6 Literaturverzeichnis

1. Hertel, R., et al., *Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus*. J Shoulder Elbow Surg, 2004. **13**(4): p. 427-33.
2. AO-Publishing *Müller AO Classification of Fractures- Long Bones*. 2006.
3. Schiebler, T.H. and H.-W. Korf, *Anatomie*. 2007, Steinkopf-Springer Verlag: Heidelberg.
4. Maier, D., et al., *Treatment of proximal humeral fractures - a review of current concepts enlightened by basic principles*. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2012. **79**(4): p. 307-16.
5. Neuhaus, V., et al., *What are the factors influencing outcome among patients admitted to a hospital with a proximal humeral fracture?* Clin Orthop Relat Res, 2013. **471**(5): p. 1698-706.
6. Ockert, B., et al., *[Reverse shoulder arthroplasty for primary fracture treatment : Displaced three and four part fractures of the proximal humerus in the elderly patient]*. Unfallchirurg, 2013. **116**(8): p. 684-90.
7. Court-Brown, C.M., A. Garg, and M.M. McQueen, *The epidemiology of proximal humeral fractures*. Acta Orthop Scand, 2001. **72**(4): p. 365-71.
8. Hente, R., et al., *[Treatment of dislocated 3- and 4-part fractures of the proximal humerus with an angle-stabilizing fixation plate]*. Unfallchirurg, 2004. **107**(9): p. 769-82.
9. A.Werner, D.B., A. Ilg, F.Gohlke, *Die intramedulläre Drahtosteosynthese nach Kapandji bei der proximalen Humerusfraktur*. Unfallchirurg, 2002. **105**: p. 332-337.
10. Szyszkowitz, R. and G. Schippinger, *[Fractures of the proximal humerus]*. Unfallchirurg, 1999. **102**(6): p. 422-8.
11. Neer, C.S., 2nd, *Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation*. J Bone Joint Surg Am, 1970. **52**(6): p. 1077-89.
12. Tao Fu, C.X., Zonghuan Li, Hua Wu,, *Surgical versus conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a meta-analysis*. Int J Clin Exp Med, 2014. **7**(12): p. 4607-4615.
13. Petit, C.J., et al., *Management of proximal humeral fractures: surgeons don't agree*. J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(3): p. 446-51.
14. Braunstein, V., *[Proximal humerus fractures : Decisive factors for therapy choice, treatment and complications]*. Unfallchirurg, 2013. **116**(8): p. 680-3.
15. Hauschild, O., et al., *Operative versus non-operative treatment for two-part surgical neck fractures of the proximal humerus*. Arch Orthop Trauma Surg, 2013.
16. Sandeep, J.S., B.P. Larson, and K.C. Chung, *History and evolution of the Sauve-Kapandji procedure*. J Hand Surg Am, 2012. **37**(9): p. 1895-902.
17. Kapandji, A., *[Osteosynthesis using the "palm-tree" nail technic in fractures of the surgical neck of the humerus]*. Ann Chir Main, 1989. **8**(1): p. 39-52.
18. Weiglein, W.G.W.P.A., *Fractures of the proximal humerus. Possible reasons for failed osteosynthesis*. Trauma Berufskrankh 2008 Springer Medizin Verlag 2007, 2007.
19. Schiebler, T.H., W. Schmidt, and K. Zilles, *Anatomie*. 7th ed. 1997, Berlin

- Heidelberg: Springer Verlag.
20. Benninghoff and Drenkhan, *Taschenbuch Anatomie*. 1th ed. 2008, München: Elsevier Urban & Fischer Verlag.
 21. Sobotta, J., *Atlas der Anatomie des Menschen., Band 1*. 20th ed. 1993, München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg Verlag.
 22. Gerber, C., A.G. Schneeberger, and T.S. Vinh, *The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study*. J Bone Joint Surg Am, 1990. **72**(10): p. 1486-94.
 23. Meyer, C., et al., *The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment*. Surg Radiol Anat, 2005. **27**(3): p. 232-7.
 24. Hettrich, C.M., et al., *Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(4): p. 943-8.
 25. Mantila Roosa, S.M., et al., *Age-related changes in proximal humerus bone health in healthy, white males*. Osteoporos Int, 2012. **23**(12): p. 2775-83.
 26. Krappinger, D., et al., *Preoperative assessment of the cancellous bone mineral density of the proximal humerus using CT data*. Skeletal Radiol, 2012. **41**(3): p. 299-304.
 27. Berndt, H., [Not Available]. Z Gesamte Inn Med, 1947. **2**(3-4): p. 122-8.
 28. Hall, M.C. and M. Rosser, *The Structure of the Upper End of the Humerus with Reference to Osteoporotic Changes in Senescence Leading to Fractures*. Can Med Assoc J, 1963. **88**(6): p. 290-4.
 29. Hepp, P. and C. Josten, *Biology and Biomechanics in Osteosynthesis of Proximal Humerus Fractures*. Eur J Trauma Emerg Surg, 2007. **33**(4): p. 337-44.
 30. Gebauer, M., et al., *Microarchitecture of the radial head and its changes in aging*. Calcif Tissue Int, 2010. **86**(1): p. 14-22.
 31. Fric, V. and A. Sosna, [Contribution to the problem of classification of fractures of the proximal end of the humerus in adults.]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 1995. **62**(4): p. 196-206.
 32. Siebenrock, K.A. and C. Gerber, *The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(12): p. 1751-5.
 33. Helfet, L.D., et al., **AO PHILOSOPHY AND PRINCIPLES OF FRACTURE MANAGEMENT—ITS EVOLUTION AND EVALUATION**. THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY, 2003
June. **VOLUME 85-A**
Number 6.
 34. Müller M., K.P., Nazarian S.,, *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. 1990, Springer Berlin Heidelberg.
 35. Muller, M.E., [Classification and international AO-documentation of femur fractures].Unfallheilkunde, 1980. **83**(5): p. 251-9.
 36. Ruchholtz, S. and D. Nast-Kolb, [Humeral head fractures]. Unfallchirurg, 2003. **106**(6): p. 498-512; quiz 512-3.
 37. Habermeyer, P., Magosch P., Lichtenberg S., *Classifacations and Scores of the Shoulder*. 1th ed. 2006, Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag.
 38. Müller, M.E., et al., *Manual of Internal Fixation: Techniques Recommended by the AO-ASIF Group*. 1991: Springer-Verlag.
 39. Bateman J., W.R.P., *Surgery of the Shoulder*. 1984, Philadelphia, Toronto, Saint Louis, London,: B.C. Decker Inc., The C.V. Mosby Company.

40. Siebenrock, K.A. and C. Gerber, [*Classification of fractures and problems in proximal humeral fractures*]. *Orthopade*, 1992. **21**(2): p. 98-105.
41. Kocher, T., *Beiträge zur Kenntnis einiger praktisch wichtiger Frakturformen*. 1896, Basel; Leipzig: [s.n.].
42. Jakob, R.P. and R. Ganz, [*Proximal humerus fractures*]. *Helv Chir Acta*, 1982. **48**(5): p. 595-610.
43. EA., C., *The Shoulder: Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions In or About the Subacromial Bursa*. .1934.
44. *JATROS Unfallchirurgie & Sporttraumatologie*. 10,11,12 ed. 2014, Universimed Cross Media Content GmbH,: Markgraf-Rüdiger-Str. 6-8, 1150 Wien.
45. Neer, C.S., 2nd, *Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement*. *J Bone Joint Surg Am*, 1970. **52**(6): p. 1090-103.
46. *orthodädie duale reihe*.
47. Habermeyer, P., [*Fracture of the head of the humerus*]. *Unfallchirurg*, 1997. **100**(10): p. 820-37.
48. Habermeyer, P. and L. Schweiberer, [*Fractures of the humeral head. Conservative and surgical differential therapy*]. *Unfallchirurg*, 1991. **94**(9): p. 438-46.
49. Meissner, A., [*Surgical therapy of dislocation fractures of the head of the humerus in adults. Personal procedure and results*]. *Aktuelle Traumatol*, 1987. **17**(5): p. 204-8.
50. Kuner, E.H. and G. Siebler, [*Dislocation fractures of the proximal humerus--results following surgical treatment. A follow-up study of 167 cases*]. *Unfallchirurgie*, 1987. **13**(2): p. 64-71.
51. Gumina, S., et al., *Comparison between two classifications of humeral head fractures: Neer and AO-ASIF*. *Acta Orthop Belg*, 2011. **77**(6): p. 751-7.
52. Sjoden, G.O., et al., *Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value*. *Acta Orthop Scand*, 1997. **68**(3): p. 239-42.
53. Naranja, R.J., Jr. and J.P. Iannotti, *Displaced three- and four-part proximal humerus fractures: evaluation and management*. *J Am Acad Orthop Surg*, 2000. **8**(6): p. 373-82.
54. Trupka, A., et al., [*Dislocated multiple fragment fractures of the head of the humerus. Does dislocation of the humeral head fragment signify a worse prognosis?*]. *Unfallchirurg*, 1997. **100**(2): p. 105-10.
55. Boileau, P., et al., *Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2001. **10**(4): p. 299-308.
56. al., L.e., *Conservative treatment, plate fixation, or prosthesis for proximal humeral fracture. A prospective randomized study*. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012, 2012. **13**.
57. Launonen, A.P., et al., *Conservative treatment, plate fixation, or prosthesis for proximal humeral fracture. A prospective randomized study*. *BMC Musculoskelet Disord*, 2012. **13**: p. 167.
58. Baron, J.A., J.A. Barrett, and M.R. Karagas, *The epidemiology of peripheral fractures*. *Bone*, 1996. **18**(3 Suppl): p. 209S-213S.

59. Hessmann, M.H. and P.M. Rommens, [*Osteosynthesis techniques in proximal humeral fractures*]. *Chirurg*, 2001. **72**(11): p. 1235-45.
60. Lill, H. and C. Josten, [*Proximal and distal humerus fractures in advanced age*]. *Orthopade*, 2000. **29**(4): p. 327-41.
61. Innocenti, M., et al., *Displaced fragility fractures of proximal humerus in elderly patients affected by severe comorbidities: percutaneous fixation and conservative treatment*. *Aging Clin Exp Res*, 2013. **25**(4): p. 447-52.
62. al, E.T.R.e., *Use of locking plates in the treatment of proximal humerus fractures*. *J Shoulder and Elbow Surgery*, 2010. **19**: p. 66-75.
63. Habermeyer, P. and L. Schweiberer, [*Fractures of the proximal humerus*]. *Orthopade*, 1989. **18**(3): p. 200-7.
64. Jaberg, H. and R.P. Jakob, [*Compound fractures of the proximal humerus*]. *Orthopade*, 1987. **16**(4): p. 320-35.
65. Jakob, R.P., et al., *Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus*. *J Bone Joint Surg Br*, 1991. **73**(2): p. 295-8.
66. Siebler, G., H. Walz, and E.H. Kuner, [*Minimal osteosynthesis of fractures of the head of the humerus. Indications, technic, results*]. *Unfallchirurg*, 1989. **92**(4): p. 169-74.
67. Rangan, A., et al., *Surgical vs nonsurgical treatment of adults with displaced fractures of the proximal humerus: the PROFHER randomized clinical trial*. *JAMA*, 2015. **313**(10): p. 1037-47.
68. Szyszkowitz, R., [*Fractures of the proximal humerus*]. *Unfallchirurg*, 1999. **102**(6): p. 421.
69. Rose, S.H., et al., *Epidemiologic features of humeral fractures*. *Clin Orthop Relat Res*, 1982(168): p. 24-30.
70. Sanchez-Sotelo, J., *Proximal humerus fractures*. *Clin Anat*, 2006. **19**(7): p. 588-98.
71. Burkhart, K.J., et al., *The treatment of proximal humeral fracture in adults*. *Dtsch Arztebl Int*, 2013. **110**(35-36): p. 591-7.
72. Chu, S.P., et al., *Risk factors for proximal humerus fracture*. *Am J Epidemiol*, 2004. **160**(4): p. 360-7.
73. Kelsey, J.L., et al., *Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group*. *Am J Epidemiol*, 1992. **135**(5): p. 477-89.
74. Lee, S.H., et al., *Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study*. *J Bone Miner Res*, 2002. **17**(5): p. 817-25.
75. Nguyen, T.V., et al., *Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study*. *Am J Epidemiol*, 2001. **153**(6): p. 587-95.
76. Hoffmeyer, P., *The operative management of displaced fractures of the proximal humerus*. *J Bone Joint Surg Br*, 2002. **84**(4): p. 469-80.
77. Neer, C.S., 2nd, K.C. Watson, and F.J. Stanton, *Recent experience in total shoulder replacement*. *J Bone Joint Surg Am*, 1982. **64**(3): p. 319-37.
78. Murphy, R.J., et al., *An independent learning method for orthopaedic surgeons performing shoulder ultrasound to identify full-thickness tears of the rotator cuff*. *J Bone Joint Surg Am*, 2013. **95**(3): p. 266-72.
79. Handoll, H.H. and B.J. Ollivere, *Interventions for treating proximal humeral fractures in adults*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010(12): p. CD000434.

80. Lill, H. and C. Voigt, [*Proximal humeral fracture*]. Z Orthop Unfall, 2010. **148**(3): p. 353-60; quiz 361-2.
81. El-Alfy, B.S., *Results of the percutaneous pinning of proximal humerus fractures with a modified palm tree technique*. Int Orthop, 2011. **35**(9): p. 1343-7.
82. Gaebler, C., M.M. McQueen, and C.M. Court-Brown, *Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases*. Acta Orthop Scand, 2003. **74**(5): p. 580-5.
83. Krettek, C. and U. Wiebking, [*Proximal humerus fracture: is fixed-angle plate osteosynthesis superior to conservative treatment?*]. Unfallchirurg, 2011. **114**(12): p. 1059-67.
84. Fjalestad, T., et al., *Fractures in the proximal humerus: functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital*. Arch Orthop Trauma Surg, 2005. **125**(5): p. 310-6.
85. Hanson, B., et al., *Functional outcomes after nonoperative management of fractures of the proximal humerus*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(4): p. 612-21.
86. Sanders, R.J., et al., *Locking plate versus nonsurgical treatment for proximal humeral fractures: better midterm outcome with nonsurgical treatment*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(7): p. 1118-24.
87. Fjalestad, T., et al., *Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial*. J Orthop Trauma, 2012. **26**(2): p. 98-106.
88. Kristiansen, B., P. Angermann, and T.K. Larsen, *Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization*. Arch Orthop Trauma Surg, 1989. **108**(6): p. 339-41.
89. Kuner, E.H., [*Fractures of the proximal humerus. Classification and treatment principles*]. Z Unfallchir Versicherungsmed, 1992. **85**(3): p. 156-62.
90. Szyzkowitz, R., et al., *Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results*. Clin Orthop Relat Res, 1993(292): p. 13-25.
91. Lekic, N., et al., *Treatment of two-part proximal humerus fractures: intramedullary nail compared to locked plating*. HSS J, 2012. **8**(2): p. 86-91.
92. Bahrs, C., et al., *Clinical and radiological evaluation of minimally displaced proximal humeral fractures*. Arch Orthop Trauma Surg, 2010. **130**(5): p. 673-9.
93. Bell, J.E., et al., *Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly*. J Bone Joint Surg Am, 2011. **93**(2): p. 121-31.
94. Olerud, P., et al., *Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(5): p. 747-55.
95. Olerud, P., et al., *Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(7): p. 1025-33.
96. Weber, E. and P. Matter, [*Surgical treatment of proximal humerus fractures--international multicenter study*]. Swiss Surg, 1998. **4**(2): p. 95-100.
97. Bogner, R., et al., *Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients*. J Bone Joint Surg Br, 2008. **90**(12): p. 1602-7.

98. Wu, C.H., et al., *Locked plating for proximal humeral fractures: differences between the deltopectoral and deltoid-splitting approaches*. J Trauma, 2011. **71**(5): p. 1364-70.
99. Zyto, K., et al., *Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients*. J Bone Joint Surg Br, 1997. **79**(3): p. 412-7.
100. Martinez, A.A., J. Cuenca, and A. Herrera, *Philos plate fixation for proximal humeral fractures*. J Orthop Surg (Hong Kong), 2009. **17**(1): p. 10-4.
101. Acklin, Y.P. and C. Sommer, *Plate fixation of proximal humerus fractures using the minimally invasive anterolateral delta split approach*. Oper Orthop Traumatol, 2012. **24**(1): p. 61-73.
102. Sturzenegger, M., E. Fornaro, and R.P. Jakob, *Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head*. Arch Orthop Trauma Surg, 1982. **100**(4): p. 249-59.
103. Sudkamp, N., et al., *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, 2009. **91**(6): p. 1320-8.
104. Gradl, G., et al., *Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation?* Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(11): p. 2986-93.
105. Kuhlmann, T., et al., *[Operative treatment of proximal humeral four-part fractures in elderly patients: comparison of two angular-stable implant systems]*. Z Orthop Unfall, 2012. **150**(2): p. 149-55.
106. Tauber, M., P. Magosch, and P. Habermeyer, *[Humeral head replacement in acute proximal humerus fractures]*. Unfallchirurg, 2013. **116**(8): p. 691-7.
107. Besch, L., et al., *Hemiarthroplasty of the shoulder after four-part fracture of the humeral head: a long-term analysis of 34 cases*. J Trauma, 2009. **66**(1): p. 211-4.
108. Kralinger, F., et al., *Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(2): p. 217-9.
109. Milgrom, C., et al., *Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender*. J Bone Joint Surg Br, 1995. **77**(2): p. 296-8.
110. Liao, C., et al., *[Different surgical methods for treatment of senile osteoporotic comminuted proximal humerus fracture]*. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2009. **23**(12): p. 1443-6.
111. Gwinner, C., et al., *[Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae.]*. Orthopade, 2013.
112. Ogawa, K., S. Kobayashi, and H. Ikegami, *Retrograde Intramedullary Multiple Pinning Through the Deltoid "V" for Valgus-Impacted Four-Part Fractures of the Proximal Humerus*. The Journal of TRAUMA® Injury, Infection, and Critical Care, 2011. **71**.
113. Bonnevalle, N., et al., *Kapandji pinning and tuberosities fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus*. International Orthopaedics (SICOT), 2013.
114. Dilisio, M.F., et al., *Postarthroscopic humeral head osteonecrosis treated with reverse total shoulder arthroplasty*. Orthopedics, 2013. **36**(3): p. e377-80.
115. Gerber, C., C.M. Werner, and P. Vienne, *Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(6): p. 848-55.

116. Greiner, S., et al., *Humeral head necrosis rate at mid-term follow-up after open reduction and angular stable plate fixation for proximal humeral fractures*. *Injury*, 2009. **40**(2): p. 186-91.
117. Wulker, N., [*Omarthrosis*]. *Orthopade*, 2000. **29**(10): p. 909-16.
118. Königshausen, M., *Clinical outcome and complications using a polyaxial locking plate in the treatment of displaced proximal humerus fractures. A reliable system?* *Injury , Int. J. Care Injured* **43**: p. 223–231.
119. Königshausen, M., et al., *Clinical outcome and complications using a polyaxial locking plate in the treatment of displaced proximal humerus fractures. A reliable system?* *Injury*, 2012. **43**(2): p. 223-31.
120. Jester, A., et al., *Disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) questionnaire: Determining functional activity profiles in patients with upper extremity disorders*. *J Hand Surg Br*, 2005. **30**(1): p. 23-8.
121. Hudak, P.L., P.C. Amadio, and C. Bombardier, *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG)*. *Am J Ind Med*, 1996. **29**(6): p. 602-8.
122. Bialocerkowski, A., *Disabilities of the arms, shoulder and hand questionnaire*. *Aust J Physiother*, 2007. **53**(2): p. 135.
123. Kirkley, A., S. Griffin, and K. Dainty, *Scoring systems for the functional assessment of the shoulder*. *Arthroscopy*, 2003. **19**(10): p. 1109-20.
124. Matsunaga, F.T., et al., *Treatment of the humeral shaft fractures--minimally invasive osteosynthesis with bridge plate versus conservative treatment with functional brace: study protocol for a randomised controlled trial*. *Trials*, 2013. **14**: p. 246.
125. Constant, C.R., [*Assessment of shoulder function*]. *Orthopade*, 1991. **20**(5): p. 289-94.
126. Constant, C.R. and A.H. Murley, *A clinical method of functional assessment of the shoulder*. *Clin Orthop Relat Res*, 1987(214): p. 160-4.
127. Mont, M.A., et al., *Total hip replacement without cement for non-inflammatory osteoarthritis in patients who are less than forty-five years old*. *J Bone Joint Surg Am*, 1993. **75**(5): p. 740-51.
128. Volker Echtermeyer, S.B., *Praxisbuch Schulter Verletzungen und Erkrankungen systematisch diagnostizieren, therapieren, begutachten*. Vol. 2. 2004, Stuttgart · New York: Georg Thieme Verlag. 6.
129. Bercik, M.J., et al., *Humerus fractures at a regional trauma center: an epidemiologic study*. *Orthopedics*, 2013. **36**(7): p. e891-7.
130. Hunsaker, F.G., et al., *The American academy of orthopaedic surgeons outcomes instruments: normative values from the general population*. *J Bone Joint Surg Am*, 2002. **84-A**(2): p. 208-15.
131. Pospula, W. and T. Abu Noor, *Hackethal bundle nailing with intramedullary elastic nails in the treatment of two- and three-part fractures of the proximal humerus: initial experience at Al Razi Hospital, Kuwait*. *Med Princ Pract*, 2009. **18**(4): p. 284-8.
132. Yamada, M., et al., *Age- and gender-related distribution of bone tissue of osteoporotic humeral head using computed tomography*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007. **16**(5): p. 596-602.

133. Resch, H., et al., *Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus*. J Bone Joint Surg Br, 1997. **79**(2): p. 295-300.
134. van Saase, J.L., et al., *Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations*. Ann Rheum Dis, 1989. **48**(4): p. 271-80.
135. Fjalestad, T., et al., *Health and cost consequences of surgical versus conservative treatment for a comminuted proximal humeral fracture in elderly patients*. Injury, 2010. **41**(6): p. 599-605.
136. Fjalestad, T., et al., *Rotator cuff tears in proximal humeral fractures: an MRI cohort study in 76 patients*. Arch Orthop Trauma Surg, 2010. **130**(5): p. 575-81.
137. Gallo, R.A., et al., *Defining the relationship between rotator cuff injury and proximal humerus fractures*. Clin Orthop Relat Res, 2007. **458**: p. 70-7.
138. Nanda, R., et al., *Does the presence of a full-thickness rotator cuff tear influence outcome after proximal humeral fractures?* J Trauma, 2007. **62**(6): p. 1436-9.
139. Shulman, B.S., et al., *Outcomes After Fixation of Proximal Humerus (OTA Type 11) Fractures in the Elderly Patients Using Modern Techniques*. Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2013. **4**(1): p. 21-5.
140. Kim, K.S. and M.G. Kim, *Gender-related Factors Associated with Upper Extremity Function in Workers*. Saf Health Work, 2010. **1**(2): p. 158-66.
141. Hirschmann, M.T., et al., *Reliability of shoulder abduction strength measure for the Constant-Murley score*. Clin Orthop Relat Res, 2010. **468**(6): p. 1565-71.
142. Walton, M.J., et al., *A comparison of methods for shoulder strength assessment and analysis of Constant score change in patients aged over fifty years in the United Kingdom*. J Shoulder Elbow Surg, 2007. **16**(3): p. 285-9.
143. Casser, H.-R., R. Paus, and S. Middeldorf, *Wert der Schulter scores in der Ergebnisevalua von Rehabilitationsmaßnahmen Evaluation in der Rehabilitation*, ed. M.F.H. Schuntermann. 1996, Bad Homburg Germany.

4.1 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Humerus a) von ventral; b) von dorsal [3]	3
Abbildung 2: Frontalschnitt durch das rechte Schultergelenk [3]	4
Abbildung 3: Dorsale Muskeln des Schultergelenks a) von ventral b) von dorsal [3]	5
Abbildung 4: Schema der AO-Klassifikation [2]	10
Abbildung 5: AO-Klassifikation der proximalen Humerusfrakturen [2]	11
Abbildung 6: Fragment Einteilung nach Neer [46]	14
Abbildung 7: Fraktureinteilung nach Neer [47]	15
Abbildung 8: Frakturklassifikation nach Habermeyer [37]	18
Abbildung 9: HGLS-Klassifikation nach Hertel mit Legosteinen [1]	19
Abbildung 10: "V-Deltoidaler-Operationszugang" mit Aufbohrung der Diaphyse [112]	28
Abbildung 11: Verschieben der K-Drähte [112]	28
Abbildung 12: Operationsablauf mit Verschieben der Drähte (a); Anheben der Kopfkalotte (b); Nachschieben der restlichen Drähte (c); Kontrolle in axialer Ebene (d); [9]	29
Abbildung 13: a) B1.1 Fraktur bei einem 23 Jährigen Patient b) Kontrolle 2 Jahre postoperativ	30
Abbildung 14: Visuelle Analogskala	38
Abbildung 15: Röntgenaufnahme einer Humeruskopfnekrose bei einer 77 Jährigen Patientin	39
Abbildung 16: Röntgenaufnahme einer Omarthrose einer 67 Jährigen Patientin	40
Abbildung 17: Sonographie eines RM-Defektes	
Abbildung 18: Sonographie einer intakten RM	41
Abbildung 19: Flussdiagramm zum Verbleib der Patienten	43
Abbildung 20: Alter zum OP-Zeitpunkt aller operierter Patienten	44
Abbildung 21: OP-Alter der Männer und Frauen, welche an der Nachuntersuchung teilnahmen	45
Abbildung 22: Frakturverteilung nach AO-Klassifikation	46
Abbildung 23: AO-Frakturklassifikation nach Alter	47
Abbildung 24: Frakturklassifikation nach AO hinsichtlich des Geschlechts	48

Abbildung 25: Fraktureinteilung nach Neer bei Alter zum Nachsorgezeitpunkt	49
Abbildung 26: Fraktureinteilung nach Neer hinsichtlich des Geschlechts	50
Abbildung 27: Komplikationen nach Drahtzahl	53
Abbildung 28: Nekrose Rate nach AO-Klassifikation	54
Abbildung 29: Überblick über die Bewegungsverluste	56
Abbildung 30: Mittelwerte DASH nach Geschlecht	57
Abbildung 31: Mittelwerte DASH nach Frakturseite	57
Abbildung 32: Mittelwerte DASH nach AO-Klassifikation der Frakturen	58
Abbildung 33: Mittelwerte DASH nach Neer-Klassifikation	58
Abbildung 34: DASH nach Altersgruppen	59
Abbildung 35: DASH-Werte nach Nachbeobachtungszeit	60
Abbildung 36: DASH-Werte bei Patienten mit Arthrose	60
Abbildung 37: DASH-Werte bei Patienten mit Nekrose	61
Abbildung 38: adaptierter CMS nach Geschlechtern	62
Abbildung 39: adaptierter CMS nach Verletzter Seite	63
Abbildung 40: CMS nach AO- Klassifikation	63
Abbildung 41: CMS nach Neer-Klassifikation	64
Abbildung 42: Adaptierter CMS nach Altersgruppen	64
Abbildung 43: adaptierter CMS in Abhängigkeit der Nachbeobachtungszeit ..	65
Abbildung 44: adaptierter CMS bei Patienten mit Arthrose	65
Abbildung 45: adaptierter CMS bei Patienten mit Nekrose	66
Abbildung 46: Prozentuale Verteilung des CMS anhand der Bewertung nach Tabelle 12	67
Abbildung 47: Auswertung der Visuellen Analogskala nach Geschlecht	68
Abbildung 48: Auswertung Visuelle Analogskala nach verletzter Seite	69
Abbildung 49: VAS nach Patientenalter zum Nachsorgezeitpunkt	69
Abbildung 50: VAS nach Frakturklassifikation nach AO	70
Abbildung 51: VAS nach Neer-Klassifikation	70
Abbildung 52: Anzahl der Drähte nach AO-Klassifikation	72
Abbildung 53: Anzahl der Drähte nach Neer-Klassifikation	72
Abbildung 54: Anzahl der Nekrosen nach Neer-Klassifikation	74
Abbildung 55: Nekrose-Anteil nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt	74

Abbildung 56: Korrelation CMS und DASH.....	76
Abbildung 57: Differenz des Bewegungsausmaßes in Abhängigkeit des Alters.....	77
Abbildung 58: Differenz des Bewegungsausmaßes nach AO-Klassifikation ..	78
Abbildung 59: Differenz des Bewegungsausmaßes nach Neer-Klassifikation	79
Abbildung 60: Differenz des Bewegungsausmaßes in Abhängigkeit der Drahtzahl	79
Abbildung 61: Differenz des Bewegungsausmaßes bei Arthrose	80
Abbildung 62: Differenz Bewegungsausmaß bei Nekrose	80
Abbildung 63: Korrelation Visuelle Analogskala und Constant Murley Score .	81
Abbildung 64:Korrelation Visuelle Analogskala und DASH-Fragebogen	82
Abbildung 65:Korrelation DASH- Werte und Alter zum Nachsorgezeitpunkt ..	83
Abbildung 66:Korrelation nicht adaptierter CMS- Werte und Alter zum Nachsorgezeitpunkt	83
Abbildung 67:Arthrose-Anteil nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt	85
Abbildung 68: Visuelle Analogskala nach Drahtzahl	85
Abbildung 69:Constant Murley Score nach Drahtzahl	86
Abbildung 70:DASH nach Drahtzahl.....	86
Abbildung 71:Arthrose Anteil bezogen auf Drahtzahl	87
Abbildung 72: Nekrose Anteil bezogen auf Drahtzahl.....	87

4.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prozentuale Angabe der Schulterfunktionsverschlechterung der Normalpopulation in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Seite für Männer (Constant 1991) [125]	37
Tabelle 2: Prozentuale Angabe der Schulterfunktionsverschlechterung der Normalpopulation in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Seite für Frauen (Constant 1991)[125]	37
Tabelle 3: Bewertung des auf Alter und Geschlecht genormten Constant Scores nach Boehm et al. 2002 [37]	37
Tabelle 4:Überblick über das Alter zum Nachsorgezeitpunkt der Patienten ...	45

Tabelle 5:Frakturverteilung nach Segmentzahl.....	48
Tabelle 6: Komplikationen nach AO-Klassifikation.....	51
Tabelle 7: Komplikationen nach Geschlecht	52
Tabelle 8: Komplikationsarten nach Geschlecht	52
Tabelle 9: DASH-Werte	56
Tabelle 10: Constant Murley Score: adaptiert und für Teilbereiche	61
Tabelle 11: Bewertung Constant Murley Score.....	66
Tabelle 12: Gesamtüberblick über die Werte in der Visuellen Analogskala	68
Tabelle 13: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der verwendeten Drähte	71
Tabelle 14: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der Arthrosen	73
Tabelle 15: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der Nekrosen	73
Tabelle 16: Anzahl der Arthrosen nach Neer-Klassifikation	75
Tabelle 17: Komplikationen nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt	84
Tabelle 18: Komplikationsarten nach Alter zum Nachsorgezeitpunkt	84

5 Anhang

5.1 Anhang 1: Genehmigung Ethikkommission

5.2 Anhang 2: Patientenanschreiben

5.3 Anhang 3: Einverständniserklärung

5.4 Anhang 4: Schulteruntersuchungsbogen

5.5 Anhang 5: DASH-Fragebogen

5.6 Anhang 6: Fragebogen nach Constant und Murley

5.7 Erklärung

5.8 Lebenslauf

5.9 Danksagung

Anhang 1: Genehmigung Ethikkommission



Ethik-Kommission
bei der Medizinischen Fakultät



Ethik-Kommission • Versbacher Str. 9 • 97078 Würzburg

Dr. med. Lothar Seefried
Lehrstuhl für Orthopädie
Brettreichstr. 11
97074 Würzburg

Ethik-Kommission
Institut für Pharmakologie und Toxikologie
Versbacher Str. 9
97078 Würzburg

Vorsitzender: Prof. Dr. Dr. M. Stolberg
Geschäftsführer: Dr. R. Wölfel
Sekretariat: S. Schmidt/M. Hutter/A. Geiger
Telefon 0049 (0)931 201 48315
Telefax 0049 (0)931 31 87520
Mail: ethikkommission@uni-wuerzburg.de
www.ethik-kommission.medizin.uni-wuerzburg.de

Würzburg, 25.10.2011

Unser Zeichen: 177/11 (bitte bei Schriftwechsel angeben)

Beratung nach § 15 Berufsordnung für Ärzte in Bayern

Studie: Langzeitergebnisse nach intramedullärer Drahtosteosynthese nach Kapandji bei proximaler Humerusfraktur.

Antragsteller: Dr. med. Lothar Seefried, Lehrstuhl für Orthopädie, Brettreichstr. 11, 97074 Würzburg

Sehr geehrter Herr Dr. Seefried,

in der Sitzung der Ethik-Kommission vom 13.09.2011 wurde die o. g. Studie auf der Basis der Unterlagen in Anlage 1 beraten.

Seitens der Ethik-Kommission bestehen keine Bedenken gegen die Durchführung der Studie.

Die Ethik-Kommission empfiehlt folgende Änderungen/Ergänzungen.

Patienteninformation

Schreibfehler Auf Seite 1: „... möchten wir Sie bitten ...“, Seite 2, 1. Absatz „auch an dann ...“, 2. Absatz „... des körpernahen Oberarmg ...“.

Es sollten Angaben zum notwendigen zusätzlichen Zeitbedarf (Rö-Aufnahmen, Ausfüllen der Fragebögen etc.) ergänzt werden.

An Stelle von „geprüft und gebilligt“ sollte im Zusammenhang mit der Ethik-Kommission formuliert werden, dass diese keine ethischen oder rechtlichen Einwände hat.

Im Zusammenhang mit dem Widerruf sollte ergänzt werden, dass dieser ohne Nachteile erfolgen kann.

Generell sollten in den Ausführungen zum Umgang mit den Daten, sofern nicht bereits gelistet, folgende Punkte angeführt sein: Angaben zur Datenspeicherung (was, wo, in welcher Form, wer hat Zugang, erfolgt eine Weitergabe, wenn ja an wen und in welcher Form, Veröffentlichung der Daten in welcher Form, Dauer der Datenspeicherung, was passiert mit den Daten/Proben bei einem Widerruf etc.) sollten vorliegen bzw. ergänzt werden.

Die in der Datenschutzerklärung angegebenen „Nicht-Mitarbeiter der Klinik sollten spezifiziert werden. Ebenso fehlt in der Datenschutzerklärung der Verweis auf die Verfahrensweise bzgl. der Daten bei einem

Widerruf des Einverständnisses.

Am Ende der Einwilligungserklärung sollte der Satz „Gleichzeitig erkläre ich meine Einwilligung zum Datenschutz“ gestrichen werden.

Sie werden um Beachtung folgender Punkte gebeten:

- Ihrem Antrag entsprechend vorzugehen. Änderungen hierzu sind der Ethik-Kommission zur erneuten Prüfung vorzulegen.
- Die Deklaration des Weltärztebundes in der aktuellen Version hinsichtlich der ethischen und rechtlichen Aspekte biomedizinischer Forschung am Menschen zu beachten.
- Der Ethik-Kommission das Studienende anzuzeigen und einen Kurzbericht über das Ergebnis der Studie vorzulegen.

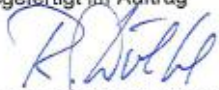
Entsprechend der ausschließlich beratenden Funktion der Ethik-Kommission betrifft unser Votum nur die ethische Beurteilung des Projektes. Die ärztliche und juristische Verantwortung verbleibt jedoch uneingeschränkt beim Projektleiter und seinen Mitarbeitern, so dass alle zivil- und haftrechtlichen Folgen, die sich ergeben könnten, von dieser Seite zu tragen sind.

Die Ethik-Kommission wünscht Ihnen für Ihr Vorhaben viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. med. Dr. phil. Michael Stolberg
Vorsitzender der Ethik-Kommission

Ausgefertigt im Auftrag


Dr. med. Reinhard Wölfel
Geschäftsführer der Ethik-Kommission

Anlage 1

Antrag vom 17.08.2011
Studienprotokoll, undatiert
Patienteninformation und Einwilligungserklärung, undatiert
Fragebögen : Visuelle Analogskala, DASH, Constant Murley Score
Antrag Gebührenerlaß, -ermäßigung

5.10 Anhang 2: Patientenanschreiben

**Orthopädische Klinik
König-Ludwig-Haus
des Bezirks Unterfranken**

Ärztl. Direktor: Prof. Dr. med. M. Rudert

Brettreichstraße 11
97074 Würzburg

Telefon: 09 31/8 03-0
Telefax: 09 31/8 03-1109

28.01.2011

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient

Sie haben sich vor einiger Zeit einen Bruch des körpernahen Oberarms zugezogen, der in unserer Klinik operativ versorgt wurde.

Bei dieser Verletzung ist bekannt, dass auch noch Jahre nach der Ausheilung des eigentlichen Bruches gesundheitliche Probleme und Beschwerden auftreten können. Um solche Probleme rechtzeitig zu erkennen und erforderlichenfalls geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, noch bevor sich die Voraussetzungen dafür verschlechtern, ist es medizinisch sinnvoll, das Ausheilungsergebnis im Verlauf nachzukontrollieren. Wir empfehlen Ihnen daher eine ärztliche Nachuntersuchung Ihrer Verletzung und bieten Ihnen an, eine solche Untersuchung in unserem Haus durchzuführen.

Da wir davon überzeugt sind, dass die von uns in Ihrem Fall gewählte Art der Versorgung des Bruches mit einem sehr geringen Risiko langfristiger Probleme einher geht, würden wir die erhobenen Daten gerne im Rahmen einer Studie wissenschaftlich aufarbeiten, um sie mit anderen Möglichkeiten der Versorgung eines solchen Bruches

im langfristigen Verlauf vergleichen zu können. Die Erkenntnisse aus einer solchen wissenschaftlichen Aufarbeitung der Behandlungsergebnisse bildet die Grundlage, um die Versorgung zukünftiger Patientengenerationen weiter optimieren zu können.

Das Angebot einer Nachuntersuchung ist jedoch unabhängig von Ihrer Bereitschaft zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Untersuchung.

Sofern Sie grundsätzlich Interesse haben an der angebotenen Nachuntersuchung oder zunächst weitere Fragen haben, so bitten wir um telefonische Kontaktaufnahme (Fr. Baumann, 0931-803-3590).

Mit freundlichen Grüßen

Dr. med. Sascha Goebel
Oberarzt der Klinik
Leiter des Department Schulterchirurgie

Dr. med. Lothar Seefried
Facharzt für Orthopädie und
Unfallchirurgie

5.11 Anhang 3: Einverständniserklärung

- Exemplar zur Ablage in der Krankenakte
- Exemplar zur Aushändigung an den Patienten

Patienteninformation und Einwilligungserklärung

zur wissenschaftlichen Aufarbeitung einer klinischen Untersuchung

Titel der Studie:

Langzeitergebnisse nach intramedullärer Drahtosteosynthese nach Kapandji bei proximaler Humerusfraktur.

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Sie haben sich vor einiger Zeit einen Bruch des körpernahen Oberarms zugezogen, der in unserer Klinik operativ versorgt wurde. Ihnen wurde nun eine medizinische Nachuntersuchung empfohlen, deren Ergebnisse auch wissenschaftlich ausgewertet werden sollten. Bevor Sie einer wissenschaftlichen Auswertung der Ergebnisse zustimmen, möchten wir Sie bitten, sich diese Patienteninformation ausführlich durchzulesen. Lassen Sie sich ausreichend Zeit für Ihre Entscheidung zur Teilnahme und stellen Sie Ihrem Prüfarzt alle Fragen, die für Ihr Verständnis wichtig sind.

Hintergrund:

Die von Ihnen erlittene Verletzung des Oberarms ist bekannt dafür, dass sie auch noch Jahre nach der Ausheilung des eigentlichen Bruches gesundheitliche Probleme und Beschwerden verursachen kann. Mögliche Ursachen hierfür sind Störungen der Durchblutung des körpernahen Oberarmknochens, Fehlstellungen und im Rahmen des Bruches oder aber im weiteren Verlauf entstandene Verletzungen von Sehnen (sog. Rotatorenmanschette), die für die Bewegung im Schultergelenk wesentlich sind. Nicht selten sind deshalb im längeren Verlauf weitere Behandlungsmaßnahmen erforderlich.

Das Auftreten derartiger Probleme ist grundsätzlich bei jeder Art der Versorgung eines solchen Bruches möglich. Das von uns in Ihrem Fall verwendete Verfahren zur Versorgung des Bruches (sog. Kapandji-Drahtung) zeichnet sich dadurch aus, dass im Rahmen der Operation auf eine chirurgische Freilegung des eigentlichen Bruches, der oben genannten Sehnen und der den körpernahen Oberarm ernährenden Gefäße verzichtet wird. Dahinter steht das Ziel, das Risiko für die oben genannten langfristigen Probleme möglichst gering zu halten.

Um solche Probleme rechtzeitig zu erkennen und gegebenenfalls geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, ist es medizinisch sinnvoll, das Ausheilungsergebnis im Verlauf nachzukontrollieren. Wir empfehlen Ihnen daher eine ärztliche Nachuntersuchung Ihrer Verletzung. Die Empfehlung gilt unabhängig davon, ob Sie darüber hinaus bereit sind, uns Ihre Einwilligung zur wissenschaftlichen Aufarbeitung der Untersuchungsergebnisse zu erteilen. Dies bedeutet, dass wir Ihnen die Untersuchung auch an dann anbieten, wenn Sie diese Einwilligungserklärung nicht unterzeichnen.

Um das Ergebnis der Versorgung von Brüchen des körpernahen Oberarmes in der von uns favorisierten Form jedoch statistisch und objektiv zu erfassen und mit den Ergebnissen anderer Versorgungsmethoden vergleichen zu können, sind wir sehr an einer wissenschaftlichen Analyse der Ergebnisse interessiert und bitten Sie um Ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie.

Studienziel:

Ziel unserer Studie ist es, die langfristigen Ergebnisse der von uns versorgten Brüche des körpernahen Oberarms objektiv zu erfassen. Dies ist die Grundlage, um zukünftige Patientengenerationen optimal zu behandeln und mögliche Komplikationen zu vermeiden.

Studienablauf:

Im Rahmen der empfohlenen Nachuntersuchung werden wir eine körperliche Untersuchung und eine Ultraschalluntersuchung durchführen, sowie Röntgenbilder Ihrer verletzten Schulter anfertigen.

Sofern Sie uns Ihre Einwilligung zu einer wissenschaftlichen Auswertung der Ergebnisse erteilen, werden wir Sie darüber hinaus bitten, 3 Untersuchungsbögen auszufüllen.

Ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Aufarbeitung der Daten vorausgesetzt, werden wir die erhobenen Daten tabellarisch erfassen und zusammen mit den Ergebnissen weiterer Patienten statistisch aufarbeiten. Für diese wissenschaftliche Aufarbeitung ist Ihre Anwesenheit nicht erforderlich und es ist kein zusätzlicher Untersuchungstermin notwendig.

Die Durchführung der Untersuchung in der genannten Weise wurde durch die Ethikkommission der Universität Würzburg geprüft und gebilligt.

Studienteilnahme:

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist absolut freiwillig. Es steht Ihnen jederzeit frei, die Teilnahme an der Studie abzulehnen oder die Teilnahme an der Studie ohne Angabe von Gründen zu beenden.

Mit der Studie verbundene Risiken:

Die im Rahmen der Nachuntersuchung zu empfehlenden Röntgenaufnahmen sind mit den üblichen Risiken der Strahlenbelastung im Rahmen der Durchführung von Röntgenbildern verbunden. Die Aufnahmen dienen der frühzeitigen Erkennung möglicher Probleme und es besteht somit aus medizinischer Sicht eine rechtfertigende Indikation. Sofern bei Ihnen tatsächlich oder potentiell eine Schwangerschaft vorliegt, sollte die Röntgenuntersuchung jedoch auf die Zeit nach der Entbindung verschoben werden.

Darüber hinaus gehende, zusätzliche Risiken durch die Studie selbst entstehen für Sie nicht.

Informationen zum Datenschutz:

Für die wissenschaftliche Auswertung der Untersuchungsergebnisse werden personenbezogene Daten, insbesondere Gesundheitsdaten, über Sie erhoben und gespeichert. Die erhobenen Daten werden, soweit erforderlich,

a) zur Einsichtnahme durch die Überwachungsbehörde zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der wissenschaftlichen Untersuchung bereitgehalten

b) nur pseudonymisiert (d.h. mittels einer Kennziffer, ohne Nennung Ihres Namens oder Ihrer Initialen) auch an nicht primär medizinisch tätiges Personal (z.B. Statistiker) zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung weitergegeben

Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

Langzeitergebnisse nach intramedullärer Drahtosteosynthese nach
Kapandji
bei proximaler Humerusfraktur.

(Vorname, Nachname)

(Geburtsdatum)

Ich bin durch den Prüfarzt über den Inhalt und Ablauf der Studie umfassend informiert worden und hatte Gelegenheit, so lange Fragen zu stellen, bis ich alle Punkte verstanden habe. Die von mir gestellten Fragen wurden beantwortet. Außerdem habe ich eine schriftliche Patienten-Information erhalten und gelesen. Ich hatte genügend Zeit, meine Entscheidung zur Teilnahme an dieser Studie frei zu treffen.

Ich weiß, dass meine Teilnahme an der Studie freiwillig ist und dass ich diese Einwilligungserklärung jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann, ohne dass mir hieraus Nachteile entstehen. Sollte ich meine Bereitschaft zur Teilnahme widerrufen wollen, so werde ich dies dem Prüfarzt mitteilen.

Datenschutzerklärung

Mir ist bekannt, dass bei dieser klinischen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde, über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden sollen.

- Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die im Rahmen dieser klinischen Prüfung erhobene Daten, insbesondere die Angaben über meine Gesundheit, in Papierform und auf elektronischen Datenträgern beim Prüfarzt an der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus,

Würzburg, aufgezeichnet werden. Soweit erforderlich, dürfen die erhobenen Daten pseudonymisiert (verschlüsselt) zum Zweck der wissenschaftlichen Auswertung an Nicht-Mitarbeiter der Klinik weitergegeben werden.

- Ich erkläre ich mich damit einverstanden, dass die zuständigen Überwachungsbehörden in meine beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten, insbesondere meine Gesundheitsdaten, Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Prüfarzt von der ärztlichen Schweigepflicht.
- Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung der Studie 15 Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche oder satzungsmäßige Aufbewahrungsfristen entgegenstehen.

Ich gebe hiermit meine Einwilligung, dass die in meiner Krankenakte in der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, Würzburg, erfassten Daten im Zusammenhang mit der Versorgung meiner Verletzung am körpernahen Oberarm wissenschaftlich erfasst und ausgewertet werden.

Gleichzeitig erkläre ich meine Einwilligung zum Datenschutz.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

(Ort, Datum)

(Unterschrift, Patient)

Der Patient wurde von mir über Inhalt und Ablauf der Studie aufgeklärt

(Ort, Datum)

(Unterschrift, Prüfarzt)

5.12 Anhang 4: Schulteruntersuchungsbogen

Spezifische Untersuchung						
● Spezifische Untersuchung: Schulter						
Inspektion						
o.B.	Rötung	Schwellung	Atrophie	Delta	SSP	
	Bizeps-Abriß			ISP		
Druckschm						
o.B.	diffus	AC-Gelenk	Coracoid	Tub. majus	Tub. minus	
	Sulcus	SC-Gelenk	SSP	ISP	Deltainsertion	
Bewegung aktiv: (schmerzfrei)						
	Rechts				Links	
o.B.	Schürzengriff path. Nackengriff path.				Schürzengriff path. Nackengriff path.	
Bewegung passiv: (glenohumeral)						
o.B.	Ext./Flex.	°/	°/	°	Ext./Flex.	°/ °/ °
	Abd.(Add. (Frontalebene)	°/	°/	°	Abd.(Add. (Frontalebene)	°/ °/ °
	IRO/ ARO	°/	°/	°	IRO/ ARO	°/ °/ °
	painful arc	30-90°	>90°		painful arc	30-9 >90°
AC-Gelenk						
o.B.	Druckschmerz	Hyperaduktionstest (cross-over-test)				
Isometr. Muskeltests						
o.B.	0°- Abduktions-Test (SSP)	JOBÉ-Test (SSC)				
	ARO-Steiß (ISP. Teres minor)	Lag-Sign (drop-arm)				
	Bellypress (SSC)	Lift-off-Test (SSC)				
Bizepssehn						
o.B.	palm-up (speed)-Test	Yergason-Test				
Stabilität						
o.B.	Apprehension ventral	Apprehension dorsal				
	Posterior-Stress-Test	Relocationtest (fowler-Sign)				
	Bandlaxizität	Sulcus-sign (>1cm)				
Impingement						
o.B.	Hawkins-Test	Neer-Test				
Labrum						
o.B.	O'Brien-Test					

5.13 Anhang 5: DASH-Fragebogen

Fragebogen 2 (DASH)

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
Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5

Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Kartenspielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
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
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
Mit Fortbewegungsmitteln zurechtzukommen (um	1	2	3	4	5

von einem Platz zum anderen zu gelangen)					
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
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
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
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

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
Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5

5.14 Anhang 6: Fragebogen nach Constant und Murley

Constant Murley Score

A, Schmerzen

Haben Sie Schmerzen der betroffenen Schulter

- Keine Schmerzen
(15)
- Geringe Schmerzen
(10)
- Mäßige Schmerzen
(5)
- Permanente / starke Schmerzen
(0)

Teilergebnis A _____

(Maximal 15 Punkte)

B, Aktivitäten des täglichen Lebens

1. Wird Ihre berufliche Tätigkeit bzw. werden Ihre Arbeiten im Alltag durch die Schulter eingeschränkt?

- Nein
(4)
- Teilweise
(2)
- Erheblich
(0)

2. Werden Ihre Freizeitaktivitäten bzw. wird Ihre sportliche Aktivität durch die Schulter eingeschränkt?

- Nein
(4)
- Teilweise
(2)

- Erheblich
(0)

3. Wird Ihr Nachtschlaf durch die Schulter beeinträchtigt?

- Nein
(4)
- Teilweise
(2)
- Erheblich
(0)

4. Bis zu welcher Höhe können Sie Ihren betroffenen Arm im Alltag schmerzfrei einsetzen?

- Taille
(2)
- Brustbein
(4)
- Hals
(6)
- Kopf
(8)
- Über Kopfhöhe
(10)

Teilergebnis B _____

(Maximal 20 Punkte)

C, Beweglichkeit

1. Anteversion

- 0-30°
(0)

- 31-60°
(2)
- 61-90°
(4)
- 91-120°
(6)
- 121-150°
(8)
- >150°
(10)

2. Abduktion

- 0-30°
(0)
- 31-60°
(2)
- 61-90°
(4)
- 91-120°
(6)
- 121-150°
(8)
- >150°
(10)

3. Außenrotation (bitte ankreuzen, welche Bewegungen ausgeführt werden können)

- Hand hinter den Kopf und Ellbogen nach vorne
- Hand hinter den Kopf und Ellbogen nach hinten
- Hand über den Kopf und Ellbogen nach vorne

- Hand über den Kopf und Ellbogen nach hinten
- Volle Elevation des Armes

Bewertung: 2 Punkte je ausführbarer Bewegung: _____

4. Innenrotation: Welche Position kann mit dem Handrücken des betroffenen Armes erreicht werden?

- Oberschenkel
(0)
- Gesäß
(2)
- Sakroiliakal-Gelenk
(4)
- LWK 3
(6)
- BWK 12
(8)
- Zwischen den Schulterblättern
(10)

Teilergebnis C _____

(Maximal 40 Punkte)

D, Kraft

Welche Kraft kann von der 90°-abduzierten Schulter für 5 Sekunden aufgebracht werden bzw. welche Masse kann in dieser Position für 5 Sekunden gehalten werden (Messung mit Isobex-Messgerät)

Insgesamt 5 unabhängige Messungen

Messung 1 _____ (kg)

Messung 2 _____ (kg)

Messung 3 _____ (kg)

Messung 4 _____ (kg)

Messung 5 _____ (kg)

Mittelwerte (Messungen 1-5) x 2 =

Teilergebnis D _____

(Maximal 25 Punkte)

Gesamtergebnis = Summe Teilergebnisse A + B + C + D _____

(Maximal 100 Punkte)

5.15 Erklärung

„Ich, Marina Barbara Veith, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Langzeitergebnisse nach Versorgung proximaler Humerusfrakturen mittels intramedullärer Drahtosteosynthese nach Kapandji.“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Königheim, den 10.05.18

5.16 Danksagung

An erster Stelle gilt mein Dank meinem Betreuer Herrn Dr. Lothar Seefried für seine fachliche und organisatorische Unterstützung während der Nachsorgeuntersuchungen sowie während der Bearbeitungsphase meiner Dissertation.

Den Mitarbeitern im König-Ludwig-Haus, insbesondere Herrn Michael Schneider, der mich in der Statistischen Auswertung beraten hat, sowie allen Patienten, die an der Nachsorgeuntersuchung teilnahmen, bin ich sehr dankbar für die gute und zahlreiche Unterstützung sowie die konstruktive und angenehme Zusammenarbeit.

Zuletzt gilt mein ganz besonderer Dank meiner Familie und meinen Freunden für die ständige Motivation und Unterstützung.