

Klinik und Poliklinik für Chirurgie
Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
der Universität Rostock

Leiter: Univ.-Prof. Dr. med. Th. Mittlmeier

**Die Humeruskopfmehrfragmentfraktur -
Versorgung mit einer Humeruskopfprothese**

Ergebnisse einer modularen Humeruskopfprothese im Rahmen einer prospektiven
Studie

Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereiches Humanmedizin
der Universität Rostock

vorgelegt von
Christian Ilmer
aus Delmenhorst

Rostock, 2007

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
1.1 Allgemeines.....	4
1.2 Historische Übersicht der Schulterendoprothetik.....	4
1.3 Anatomie und Biomechanik des Schultergelenkes	9
1.4 Die Rotatorenmanschette	9
1.5 Topographische Anatomie der Schulter.....	11
1.6. Die Versorgung der Humeruskopffraktur	13
1.7 Fragestellung	18
2. Material und Methoden	19
2.1 Das EPOCA-Prothesensystem	19
2.2 Operationsvorbereitungen	22
2.3 Operationstechnik	22
2.4. Patientenkollektiv	26
2.5. Datenerfassung	26
2.6 Klassifikationen.....	27
2.7 Der Karnofsky-Index	30
2.8 Der Constant-Murley-Score	31
2.9 Der U.C.L.A-Score	33
2.10 Die Visuelle analoge Schmerzskala (V.A.S.).....	34
2.11 Röntgenuntersuchung	34
2.12 Statistik.....	35

3. Ergebnisse	36
3.1 Patienten.....	36
3.2 Operationszeitpunkt	36
3.3 Operationsdauer.....	37
3.4 Stationäre Aufenthalte	37
3.5 Frakturklassifikation	37
3.6 Der Karnofsky-Index	38
3.7 Der Constant-Murley-Score	39
3.8 Der U.C.L.A.-Score	41
3.9 Range of Motion.....	43
3.10 Schmerzen	48
3.11 Zufriedenheit	49
3.12 Komplikationen	49
4. Diskussion.....	50
5. Zusammenfassung	59
6. Literaturverzeichnis	61
7. Abbildungsverzeichnis	76
8. Selbstständigkeitserklärung	77
9. Danksagungen.....	78
10. Thesen.....	79
11. Anhang.....	80

1. Einleitung

1.1 Allgemeines

Es zeigte sich in der Vergangenheit, dass bei der Entwicklung von Prothesenmodellen, den Gelenken der oberen Extremität wesentlich weniger Aufmerksamkeit geschenkt wurde als der der unteren Extremität, wie zum Beispiel den Hüft- oder Kniegelenken. Dies erklärte sich dadurch, dass die funktionellen Ergebnisse unbefriedigend waren und zudem höhere Komplikationen auftraten, außerdem die Kompensationsfähigkeit von Bewegungsdefiziten im Schultergelenk wesentlich besser ist als an der unteren Extremität [1].

In den letzten Jahren ist aber kaum einem anderen Gelenkersatz eine solche Entwicklung widerfahren, wie die der Schulterendoprothese. Sie entwickelte sich zu einer erfolgsversprechenden Methode. Ein hoher Prozentsatz der Patienten berichtete postoperativ von einem signifikanten Rückgang der Beschwerden [2,3,4,5,6]. Es konnten durch die Verwendung neuer Materialien und verbesserter Konstruktionsprinzipien große Fortschritte in der Entwicklung der Prothesen der oberen Extremität erzielt werden [7]. Nichts desto trotz stellt die endoprothetische Versorgung des Schultergelenks auch heute noch eine technische Herausforderung an den Chirurgen dar, da die Zahl der Implantationen noch immer relativ gering ist und in wenigen Kliniken größere Erfahrungen vorliegen. Publizierte Ergebnisse differenzieren teilweise sehr stark, wobei die Gründe für Erfolg oder Misserfolg nicht immer nachvollziehbar sind [3,5,6,8].

1.2 Historische Übersicht der Schulterendoprothetik

Vor rund 100 Jahren (1893) wurde die erste Schultergelenksprothese von dem französische Chirurgen Jules E. Peán in Paris konstruiert und implantiert, 26 Jahre vor der ersten Hüftendoprothese [9]. Bei dem ersten Patienten, der diese Art von Prothese erhielt, handelte es sich um einen 37-jährigen Mann mit einer Tuberkulose des Humeruskopfes. Es handelte sich damals um eine formschlüssige Prothese aus einem Platinschaft mit einem Hartgummikopf, welcher mit Metallschlingen und Metallschrauben am Glenoid befestigt wurde. Nach Einlegen einer Gummidrainage wurde, zur damaligen Zeit, der Wundverschluss mittels Pferdehaar durchgeführt [10,11].

Aufgrund einer Fistelbildung musste die Prothese nach ungefähr zwei Jahren wieder entfernt werden. Für die damaligen Verhältnisse mit den entsprechenden hygienischen und technischen Voraussetzungen, stellte dies ein beachtliches Resultat dar [10,11].

Anfang dieses Jahrhunderts wurden Versuche des Humeruskopfersatzes mittels Fibulatransplantationen und Elfenbeinplastiken gemacht [10]. Die Ergebnisse waren aber recht unbefriedigend, da es häufig zu Frakturen, beziehungsweise Brüchen des Implantates kam [12,13,14].

Im Jahre 1950 konstruierten Richard, Judget und René Oberarmprothesen, welche aus Acrylharz (Kunststoffprothesen) bestanden. Des Weiteren waren sie der Ansicht, dass eine sorgfältige Resektion der Tubercula major und minor unumgänglich sei, um so einer exzessiven Knochenregeneration mit subakromialen Verwachsungen vorzubeugen. Die Fixierung der Muskelansätze erfolgte durch in der Prothese dafür vorgesehene, befindliche Löcher [15].

Die jedoch größtenteils schlechten Ergebnisse, die weitgehend auf die Materialien zurückzuführen waren, forderten weitere Entwicklungen [16,17]. Es erfolgten in einem etwas späteren Zeitraum weitere Publikationen von v. Baron, Edelmann und van der Ghinst über Acrylharz-Prothesen [18,19,20].

In den darauffolgenden Jahren wurden neue Materialien wie Vitallium verwendet. Im Jahre 1951 entwickelte Frederick Krüger eine Kopfprothese aus Vitallium, welche aus einem gefensterten Prothesenstiel bestand. Der gefensterte Prothesenstiel sollte zur Osteointegration führen und eine stabile Verankerung gewährleisten [21].

Es handelte sich hierbei um die erste moderne Schulterendoprothese mit einer anatomischen Form. Sie wurde einen Patienten mit einer posttraumatischen Humeruskopfnekrose implantiert [21]. Im darauffolgenden Jahr (1952) konstruierten Neer [22] und Venable [23] ebenfalls Kopfprothesen aus Vitallium. Die Prothesen nach Venable erlaubten gleichzeitig den Ersatz des proximalen Humerusschaftes [21].

Modelle der 1. Generation

Dem amerikanischen Orthopäden Charles Neer war es als erstem gelungen, 1955 über eine größere Anzahl implantierter Kopfprothesen zu berichten [24], zunächst nur bei Humeruskopffrakturen und Humeruskopfnekrosen. Später stellte Neer auch bei der Arthrose und der rheumatoïden Arthritis die Indikation zum endoprothetischen Humeruskopfersatz [4,25,26]. Ausziehungen im proximalen Schaftbereich sollten die Rotationsstabilität und Fixation verbessern. Der Oberarmkopfersatz aus Vitallium mit proximal fenestriertem Schaft, war noch zusätzlich mit einem Loch unterhalb des Kopfes zur Refixation der Tubercula major und minor mittels Cerclagedraht bei Humeruskopffrakturen versehen. Diese ersten, von Neer entwickelten Implantate, wurden alle zementfrei verankert, zudem konnte man zwischen drei verschiedenen Schaftgrößen wählen.

Angetrieben von dem Wunsch, komplizierte Oberarmbrüche versorgen zu können, entwickelte Neer die noch heute gebräuchliche Basiskonstruktion für Schulterprothesen. Neer veröffentlichte 1964, 1970, 1974 und 1982 weitere Studien mit größeren Fallzahlen und heterogenem Patientengut [4,25,26,27,28].

Im Jahre 1971 wurde von Stellbrink der Glenoidersatz entwickelt.

Er kombinierte die Oberarmprothese von Neer (das sogenannte Neer I-Modell) mit seiner künstlichen Pfanne und so entstand aus den künstlichen Oberarmersatz von Neer die erste Totalendoprothese der Schulter. Dieser totale Gelenkersatz der Schulter erhielt 1973 ein neues Design, welches man das Neer II-Modell nannte. Dieses Modell findet heute noch Anwendung. Seine Erfahrungen von über 273 implantierten Totalendoprothesen (1973 bis 1981) publizierte Neer 1982, wobei die Ergebnisse zu mehr als 75% gut bzw. sehr gut waren und die Komplikationen relativ gering waren [5].

Aber mit nur einem Kopfradius von 44 mm und nur zwei verschiedenen Kalottenhöhen von 15 und 22 mm, kann die Hemiprothese weder in der Koronar- noch in der Axialebene die Geometrie des proximalen Humerus nachbilden. Da sich die Größe des Humeruskopfes aus einem konstanten Längenverhältnis von Kopfradius und Kalottenhöhe in der Koronarebene definiert, ist mit der Standard-Neer-Prothese keine komplette Replikation der individuellen Kalottenanatomie zu erreichen [29].

Iannotti hatte 1998 nachgewiesen, dass es notwendig sei, das Glenohumeralgelenk bis auf mindestens 2-3 mm genau dem anatomischen Kurvenradius und der Kalottenhöhe entsprechend zu rekonstruieren [29].

Während dieser letzten drei Jahrzehnte wurde das Design des Humerusimplantates öfters modifiziert, das Prinzip an sich blieb aber weitgehend erhalten.

1970 entwickelte Mathys [30,31] Prothesenmodelle aus Polyacrylharz (sogenannte isoelastische Prothese), die später durch eine Pfanne aus Polyäthylen ergänzt wurde. Die isoelastischen Modelle fanden zum Ende der siebziger Jahre weite Verbreitung. Mittlerweile wird dieses Modell aufgrund hoher Lockerungsraten abgelehnt [32,33,34].

Modelle der 2. Generation

Anfang der 90er Jahre wurden Modelle der sogenannten zweiten Generation entwickelt, sie zeichneten sich dadurch aus, dass sie modular aufgebaut sind. Kopf und Schaft sind individuell in ihrer Größe wählbar [35].

Die Modelle der zweiten Generation basieren weiterhin auf der Neer II-Schaft-Geometrie. Das modulare Konzept bietet neben dem Vorteil operationstechnischer Vereinfachung bei der Implantation und Revision die Möglichkeit, einer der Weichtilsituation angepasster Kalottenauswahl unter besonderer Berücksichtigung des lateralen humeralen Offsets [29]. Durch Änderung der korrespondierenden Radien von Kopf und Glenoid, wurde ein Roll-Gleit-Mechanismus freigegeben. Der Vorteil modularer Schäfte mit verschiedenen Schaftdurchmessern konnte das Problem insbesondere bei der zementfreien Verankerung, dass man die Position der Prothesenköpfe nicht mehr exzentrisch auf der humeralen Resektionsfläche ausrichten kann, nicht lösen. Denn die Richtung und Position des eröffneten Markraumes bestimmt im Wesentlichen die Positionierung des Kopfteils.

Das Prothesenmodell nach Neer hat bis dato seit seiner Einführung und seiner Modifizierung in den darauffolgenden Jahren die weiteste Verbreitung gefunden[29].

Modelle der 3. Generation

Im Laufe der 90er Jahre kamen Systeme der dritten Generation auf dem Markt, welche von Walch und Boileau konzeptioniert wurden. Mit ihnen konnte die Oberarmkopfgeometrie, durch die Wahl des posterioren beziehungsweise medialen Off-set, wiederhergestellt werden [36]. Das Ziel dieses dreifach modularen Systems war, die Prothese der Kopfanatomie anzupassen und nicht durch Resektion des proximalen Humerus der Prothese anzugleichen. Somit ist der anatomische Hals die wesentliche und kritische Landmarke, die allein als Resektionslinie die Richtung der Kopfresektion bestimmt. Da der zirkulär darstellbare anatomische Hals die Inklination und Retrotorsion (Winkel zwischen Kopf und Schaft in der Sagittalebene) determiniert, kann bei Resektion planar zum anatomischen Hals der individuellen Anatomie jedes einzelnen Patienten Rechnung getragen werden [29].

Die Wiederherstellung des Originalrotationszentrums gewährleistet eine anatomische Kinematik, verhindert eine erhöhte Spannung an der Rotatorenmanschette und vermindert eine exzentrische Pfannenüberlastung [29].

Modelle der 4. Generation

Die in unserem Patientenkollektiv verwendete EPOCA-C.O.S.-Prothese ist eine Prothese der vierten Generation. Die Prothesenmodelle der vierten Generation ermöglichen eine stufenfreie Modularität um drei Achsen im Sinne einer dreidimensionalen Verstellbarkeit. Neben einer fixen Adjustierung des Inklinationswinkels (Winkel zwischen Kopf und Schaft in der Koronarebene) und der Kopfexzentrizität, kann man die starre Verbindung zwischen Prothesenschaft und Kalotte mit einer Drehmöglichkeit im Kopf-Hals-Bereich freigeben. Dadurch wird die Schaftgeometrie von der Kopfposition unabhängig, der Schaft erlaubt die korrekte Positionierung der Kalotte auf der humeralen Resektionsfläche. Verstellungen des Prothesenkopfes sind damit in drei Ebenen, um die Schaftachse, in der Koronarebene (Inklinationswinkel) und in der Sagittalebene möglich [29].

Die freie Verstellbarkeit zwischen Schaft und Kalotte in der Sagittalebene erlaubt es, dass eine Torsionsänderung im Sinne einer Ante- und Retrotorsion um die Kopf-Hals-Achse zwischen Schaft und Kalotte möglich wird [29].

Dies ist deswegen von Bedeutung, da der Prothesenschaft der Richtung des Markraumkanals folgt und somit die Position des Prothesenkopfes determiniert [29].

1.3 Anatomie und Biomechanik des Schultergelenkes

Zu den Knochen des Schultergelenks zählen die Clavicula, die Scapula und der Humerus. Sie sind durch mehrere Gelenke miteinander verbunden und lagern sich wie ein horizontaler Bogen um den Thorax, der eine strukturelle Komponente des Schultergürtels darstellt. Das Schultergelenk ist ein „Gelenk der Superlative“ [32,37]. Bei der Schulterbewegung bilden 5 Gelenke die funktionelle Einheit; das Glenohumeralegelenk als Hauptachse, das Acromioclaviculargelenk, das Sternoclaviculargelenk, das subarcromiale Nebengelenk (Acromiohumeralgelenk) und die thoracoscapulare Verschieblichkeit (Thorakoskapulargelenk) [38]. Das Schultergelenk setzt sich also aus 5 einzelnen Gelenken zusammen.

Durch das Zusammenwirken aller fünf Gelenke erhält der Schultergürtel seinen großen Bewegungsumfang. Es ist das beweglichste Gelenk im ganzen Körper. Als Kugelgelenk bietet es Bewegungsmöglichkeiten um die drei Hauptachsen.

Um diesen Bewegungsumfang zu ermöglichen und dennoch ein stabiles Gelenkspiel zu erreichen, sind mehrere Muskelgruppen notwendig [38].

1.4 Die Rotatorenmanschette

Aufbau der Rotatorenmanschette:

- a) M. subscapularis (im vorderen Kapselbereich)
- b) M. supraspinatus (im hinteren, oberen Kapselbereich)
- c) M. infraspinatus (im hinteren, mittleren Kapselbereich)
- d) M. teres minor (im hinteren, unteren Kapselbereich)

Die Muskeln der Rotatorenmanschette umschließen den Humeruskopf und liegen im Zwischenraum zwischen Humeruskopf und dem knöchernen Dach des Schultergelenkes. Die Rotatorenmanschette ist nicht nur für die Stabilität des Schultergelenkes verantwortlich, sondern auch für die Beweglichkeit der Schulter [39].

Die Muskeln der Rotatorenmanschette entspringen alle an der Scapula und setzen bis auf den M. subscapularis am Tuberculum majus an. Der M. subscapularis dagegen setzt am Tuberculum minus an. Der M. subscapularis bewirkt eine Innenrotation, der M. supraspinatus ist der wichtigste Abduktor, der M. infraspinatus ist ein Außenrotator und Abduktor und der M. teres minor ein Außenrotator und Retroflektor. Eine besondere Bedeutung kommt dem M. supraspinatus zu, da dieser durch seine Lage und Hypovaskularisierung häufig zu pathologischen Veränderungen neigt. Ein entsprechender Defekt dieses Muskels führt zu einer Abnahme der Stabilität im Schultergelenk, zu einer Einschränkung der Abduktion und zum Hochtreten des Humeruskopfes, bedingt durch den vermehrten Zug des M. deltoideus [39].

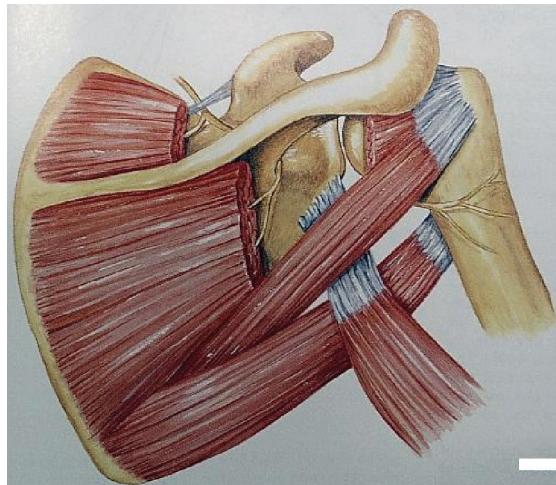


Abb. 1 Die Rotatorenmanschette [a1]

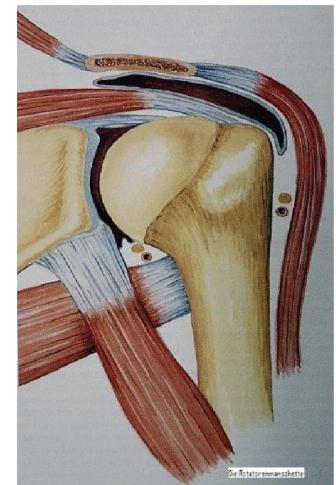


Abb. 2 Die
Rotatorenmanschette [a2]

Zusätzlich wirken noch der M. deltoideus und der M. biceps brachii auf das Schultergelenk. Der M. deltoideus gilt als Gegenspieler des M. supraspinatus und zieht den Humeruskopf cranialwärts. Der M. deltoideus hat Anteil an der Adduktion (Pars clavicularis et Pars spinalis), der Abduktion über 60° (Pars acromialis et Pars spinalis), der Anteversion (Pars clavicularis) und Retroversion (Pars spinalis). Der M. deltoideus entspringt an der Clavicula, dem Acromion, sowie der Spina scapulae und inseriert an der Tuberrositas deltoidea des Humerus [39].

Aus biomechanischer Sicht stellt die Rotatorenmanschette eine „muskulotendinöse“ Vergrößerung der Gelenkpfanne dar, wobei durch den Muskelzug der Rotatorenmanschette der Humeruskopf in konstantem Kontakt mit dem Glenoid gehalten wird [37]. Auch die lange Bizepssehne ist an der Zentrierung des Humeruskopfes mitbeteiligt. Bei der Rotationsbewegung hält sie den Humeruskopf in der Pfanne und verhindert dessen Höhertreten.

Der Bewegungsumfang im Glenohumeralgelenk beträgt bei voller Abduktion 120° , die ersten 30° der Abduktion liegen hauptsächlich humeral währenddessen die Scapula um 60° gegenüber dem Thorax rotiert. [40,41].

1.5 Topographische Anatomie der Schulter

1.5.1 Gefäßversorgung der Schulter

Der arterielle Zufluss des Humeruskopfes erfolgt aus mehreren Ästen der A. axillaris (Aa. circumflexae humeri anterior et posterior). Ein zentral zuführendes Gefäß besitzt der Humeruskopf nicht. Hieraus resultiert die Gefahr der avaskulären Nekrose bei Frakturen im Bereich des Collum chirurgicum. In diesen Fällen hängt die Vitalität des Humeruskopfes von dem Erhalt einer vasculären Versorgung über die beiden Tubercula ab. Als Regel gilt, dass wenn eines der beiden Tubercula noch mit dem Kopfsegment in festem Kontakt steht, die Blutversorgung gewährleistet ist [13,37,42,43]. Von Bedeutung ist der erstmals von Laing [44] beschriebene anterolaterale Ast der A. circumflexa humeri anterior. Diese sogenannte, sich intraossäre fortsetzende A. arcuata [45], bildet intraossäre Anastomosen mit der A. circumflexa humeri posterior über kleine Gefäße am posteromedialen Anteil des Humerus, und metapysären Gefäßen, sowie des Tuberculum majus et minus [46]. Dieses Anastomosennetz kann wie bereits erwähnt, bei einer Humeruskopffraktur einen Ausfall einer der beiden Aa. circumflexae kompensieren [47]. Bei einer Mehrfragmentfraktur können die posteromedialen Gefäße eine Restdurchblutung des Kopfes gewährleisten und sind somit entscheidend für das Frakturmanagement [46].

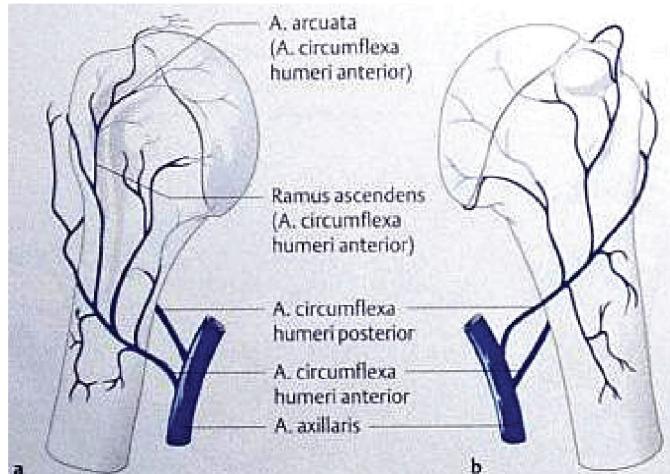


Abb. 3 Arterielle Gefäße des Humeruskopfes [b1]

1.5.2 Nervale Versorgung der Schulter

Die Häufigkeit traumatisch bedingter Nervenläsionen (N. axillaris) bei Humeruskopffrakturen liegt, je nach Anzahl der Frakturfragmente, zwischen 18% und 24% [48,49].

Der N. axillaris verläuft nahe des Kapselansatzes durch die laterale Lücke des Collum chirurgicum. Die Schulter ist das Gelenk im Körper mit der größten Beweglichkeit, aber auch der größten Anfälligkeit für Verletzungen und degenerative Erkrankungen [48,49].

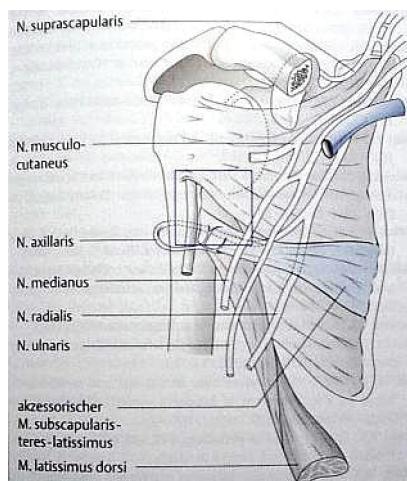


Abb. 4 Nerven der Schulter [b2]

1.6. Die Versorgung der Humeruskopffraktur

1.6.1 Humeruskopffrakturen

Humeruskopffrakturen machen circa 5% aller Extremitätenfrakturen aus. Besonders häufig treten die Humeruskopffrakturen bei 10-15 jährigen Kindern und bei über 60-jährigen auf. Frauen sind durchschnittlich 2-3 mal häufiger als Männer betroffen [13,50,51]. Die Humeruskopffraktur entsteht zumeist durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm, einen direkten seitlichen Schlag, exzessive Rotation des abduzierten Armes oder im Rahmen von epileptischen Anfällen oder Elektrounfällen [37].

Eine Frakturklassifikation soll die Morphologie einer Fraktur bezeichnen, das unmittelbare biologische und mechanische Verhalten beschreiben, therapeutische Richtlinien liefern und Hinweise zur prognostischen Beurteilung erlauben [52]. Codman [53] erkannte 1934 als erster die vier anatomischen Grundsegmente der Kopffrakturen. Auf diese Einteilung gehen alle späteren Klassifikationen zurück [37].

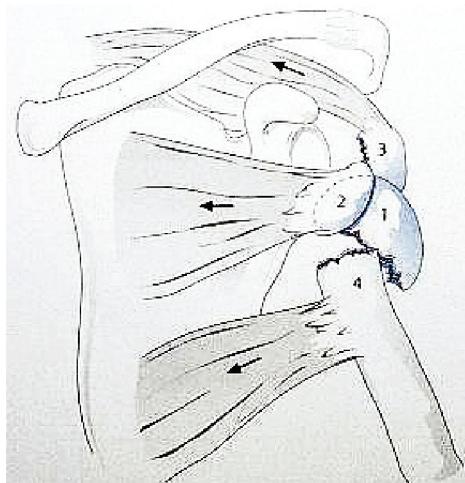


Abb. 5 Die Humeruskopffraktur [b3]

Begünstigend für das Entstehen einer Fraktur ist eine Verminderung der Knochenstabilität im höheren Lebensalter, sowie bei krankhafter Veränderung der Knochenbinnenstruktur, wie zum Beispiel bei einer Osteoporose [54]. Die Osteoporose spielt demzufolge eine entscheidende Rolle, so dass die Häufung in der siebten Lebensdekade weiblicher Verletzter liegt [55].

Sturzauslösend können gerade im höheren Lebensalter auch Herzrhythmusstörungen und Gehirndurchblutungsstörungen sein, die bei einem Verdacht als Ursache für einen Sturz und als zu behandelnde Erkrankungen aufgedeckt werden müssen [56].

Schmerzen oder schmerzhafte Bewegungseinschränkungen im Schulterbereich sind die häufigsten Symptome. Weiterhin findet sich ein Druckschmerz über dem Oberarmkopf, eine Schwellung und eventuell auch ein Hämatom, welches nach einigen Tagen auch den Ellenbogen oder die Brustwand erreichen kann. Auffällig ist häufig eine Schonhaltung der betroffenen Schulter. Sichere Frakturzeichen sind eine deutliche Fehlstellung, sowie ein nicht zu provozierendes fühlbares Knochenreiben, beim Versuch der Bewegung der gebrochenen Extremität [54].

Etwa 76 % der Humeruskopffrakturen bei über 65-jährigen ereignen sich im Bereich des Collum chirurgicum [57,58]. Frakturen im Bereich des Collum anatomicum sind zwar seltener, haben aber ein deutlich erhöhtes Risiko einer Humeruskopfnekrose [37,46,59].

Nach Gerber ist das Risiko einer Humeruskopfnekrose besonders groß, wenn der anterolaterale Teil der Aa. circumflexae humeri geschädigt ist, da diese den größten Teil der Kalotte versorgen [60]. Es wurde in einer AO Sammelstudie bei 167 Luxationsfrakturen über eine Rate avaskulärer Kopfnekrosen von 32,1 % bei 3-Segment-Frakturen und sogar von 50% bei 4-Fragment-Frakturen berichtet [49].

Therapie

Nicht dislozierte Frakturen können oftmals als stabil eingestuft werden und meist konservativ behandelt werden. Ebenso eingestauchte (impaktierte) Oberarmbrüche profitieren von einer nichtoperativen Therapie und frühzeitiger Physiotherapie. Bei der konservativen Therapie erfolgt eine kurzfristige Ruhigstellung des Oberarmes für circa 5-7 Tage im Gilchrist- oder Desault-Verband. Für eine relativ schmerzfreie Übungsbehandlung ist die Gabe von Analgetika meist hilfreich [54].

Die Notwendigkeit für eine Operation besteht in der Regel bei einer Dislokation des distalen Fragmentes von mehr als 1 cm und/oder bei Abkippung des Kopfes von mehr als 45°, sowie bei nicht durch Reposition zu behebender Fehlstellung, Abrissfrakturen des Tuberculum majus und Mehrfragmentfrakturen, wie auch offenen Humeruskopffrakturen, irreponiblen Humeruskopfluxationsfrakturen, Pseudarthrosen, pathologischen Frakturen und Epiphysenfrakturen mit Repositionshindernis [54,61,62]. Die dislozierten und instabilen proximalen Humerusfrakturen stellen jedoch eine große Herausforderung sowohl an das Osteosyntheseverfahren, als auch an den Operateur dar. Die Notwendigkeit, diese Frakturen des proximalen Humerus operativ anzugreifen, steht außer Frage, jedoch werden einzelne Operationsverfahren in der Literatur weiterhin kontrovers eingeschätzt. Gegenstand der Diskussion sind unterschiedliche Gewichtungen einer exakten anatomischen Reposition einzelner Fragmente mit maximaler Stabilität einerseits und einer Erhaltung der Vitalität des Humeruskopfes, sowie umgebender Weichteile auf Kosten der Stabilität andererseits [54].

Vorrang haben Operationsmethoden mit dem geringsten Ausmaß einer Schädigung der Weichteile und dem Vorteil einer frühestmöglichen Bewegungstherapie zur Vermeidung von chronischen Schultergelenksbeschwerden [54]. Diese Methoden ermöglichen eine ungestörte Frakturheilung mit guten funktionellen Resultaten [63,64].

Die intramedulläre Bündelnagelung gehört zu den minimal invasiven Verfahren. Dabei werden über einen relativ kleinen Hautschnitt, knapp oberhalb des Ellenbogens, nach Eröffnung der Knochenmarkshöhle Prevot-Nägel zur Schienung über die Frakturstelle in den Gelenkkopf eingebracht. Diese Technik zählt zu den Minimalosteosyntheseverfahren (wie auch die Verwendung von Kleinfragmentschrauben, Rush pins, Ender-Nägel, welche die Marknagelung von retrograd-transtrizipital beschränken, intramedulläre Titanwendel, Bohrdrähten und/oder einer Zuggurtung (offen oder perkutan)). Dadurch kommt es zu einer Fixierung der Armbewegung des meist schlecht folgenden Kopffragments. Die Wirksamkeit der Schienung sowie die Kontrolle auf erneute Verschiebung der Bruchfragmente, muss nach ersten Pendelübungen mittels Röntgenaufnahme kontrolliert werden [65,66,67].

Eine erneute Dislokation erfordert nicht selten eine weitere Operation mit einer aufwendigeren, stabileren Osteosynthese. Auch dislozierte kindliche Frakturen können so versorgt werden. Ein Problem der perkutane Kirschnerdrahtstiftung stellt die Drahtwanderung und die sekundären Dislokationen dar. [65,66,67].

Weit verbreitet ist derzeit die Plattenosteosynthese, insbesondere seit Einführung der winkelstabilen Plattensysteme (z.B. Philos-Platte) über einen Deltoidopectoralen Zugang. Die Stabilisierung der Fraktur mittels einer Platte ist aufgrund des erforderlichen Operationszuganges meist nur bei komplizierten Frakturen indiziert. Bei fehlender knöcherner Verankerung der über die Platten eingebrachten Schrauben, kann die Unterfütterung mit Spongiosa erforderlich sein. Diese kann entweder lokal oder über einen kleinen Schnitt aus dem Beckenkamm entnommen werden [65,66,67].

Die konventionelle Plattenosteosynthese bietet als rigides Verfahren gegenüber der Minimalosteosynthese im nicht-osteoporotischen Knochen eine sofortige Übungsstabilität und erlaubt frühe passive und aktive Bewegungsübungen. Bei älteren Patienten sind die Vorteile der Übungsstabilität nach Plattenosteosynthese zumeist nicht gegeben, da die proximale Verankerung der Plattenosteosynthese im osteoporotischen Knochen des Humeruskopfes oftmals insuffizient ist [64,68,69].

Die Bedeutung dieser Kompressionsplatten-Osteosynthesen wird wahrscheinlich durch die modernen winkelstabilen Plattensysteme zunehmend abnehmen. Nach Koval et al. [70] erreicht die Plattenosteosynthese als rigides Verfahren die größte Stabilität der in seiner Studie verglichenen Verfahren zur Behandlung der proximalen Humerusfraktur. Eine vorteilhafte Verbindung von geringer Invasivität und rascher Stabilität sind die zunehmend häufiger implantierten winkelstabilen Platten aus Titan. Diese winkelstabilen Platten besitzen ein Gewinde im Plattenloch und können daher auch ohne direkten Knochenkontakt (keine Kompression auf der Knochenoberfläche nötig) die erforderliche Stabilität gewährleisten. Die Implantation kann deshalb auch über einen relativ kleinen Hautschnitt erfolgen, denn die notwendig einzubringenden Schrauben werden mit Hilfe eines Zielinstrumentariums über kleine Hautstichinzisionen im Knochen und der Platte verankert. Diese Technik ist am ehesten mit einem internen Fixateur zu vergleichen [65,66,67].

Des Weiteren kommen proximale Humerusnägel (anterograde kurze Marknägel mit winkelstabiler Verriegelung) zur Anwendung. Die Hauptkomplikation im Verlauf ist die Protusion der Schrauben in das Genohumeralgelenk mit etwaigen Verletzungen der Rotatorenmanschette [71,72].

Obwohl die gelenknahen und beteiligenden Frakturen eine rigide Osteosynthese mit Zugschrauben und Platten nach exakter Reposition als Verfahren der Wahl für sich beanspruchen, nimmt die Schulter mit der weitgehend muskulären und ligamentären Führung unter den Gelenken eine besondere Stellung ein [61,69,73,74].

So bestehen aufgrund der unzureichenden klinischen Ergebnisse dieser rigiden Verfahren im letzten Jahrzehnt deutliche Tendenzen zur Minimalosteosynthese unter Verwendung winkelstabiler Implantate, insbesondere bei Frakturen osteoporotischer Knochen älterer Menschen [61,69,73,74].

1.6.2 Endoprothetische Versorgung

Ob eine kopferhaltende operative Therapie oder ein hemiprothetischer Ersatz in Frage kommt, hängt vom Schweregrad der Verletzung, dem Alter des Patienten und, nicht unwesentlich, vom behandelnden Chirurgen ab.

Ob der prothetische Ersatz primär oder sekundär (nach versuchtem Kopferhalt) erfolgen soll, ist aktuell noch Stand der Diskussion. Für den sekundär prothetischen Ersatz spricht, dass bei einer primären Implantation einer Humeruskopfprothese die Gefahr der Tuberculum majus Auflösung mit sich bringt. Es ist deshalb zunächst der Erhalt des Humeruskopfes anzustreben [75]. Im Gegensatz zum älteren Menschen, sollte beim jüngeren Menschen eine kopferhaltende Operation vorgezogen werden [35].

Kontraindikationen für die Versorgung mit einer Prothese sind Infektionen (z. B. Tbc, Osteomyelitis), Immunschwäche (z.B. Lupus erythematoses, Alkoholismus), neurogene Arthropathien (z.B. Syringomyelie oder Charcotgelenke), Nervenlähmungen (mit Ausfall des M. deltoideus und der Rotatorenmanschette) und fehlende Muskulatur [76].

Einige Autoren sahen in der Vergangenheit in einer defekten Rotatorenmanschette eine relative Kontraindikation für eine Totalendoprothese [76]. Der amerikanische Orthopäde Charles Neer dagegen ist der Ansicht, dass weder ein Knochendefizit noch eine beschädigte Muskulatur eine Kontraindikation darstellt. Es sollten die entsprechenden geeigneten Prothesenmodelle benutzt werden, sowie eine sorgfältige Rekonstruktion der Rotatorenmanschette und Rehabilitation angestrebt werden [5,77]. Ein partieller Kraftausfall der Muskulatur stellt somit keine Kontraindikation dar [10,78].

1.7 Fragestellung

Die Indikation zur Versorgung der Humeruskopfmehrfragmentfraktur mit einer Schulterendoprothese, als Alternative zur konservativen beziehungsweise osteosynthetischen Versorgung, wird eher zurückhaltend gestellt.

Ziel dieser Studie war die prospektive Evaluation der Ergebnisse der endoprothetischen Versorgung von Humeruskopfmehrfragmentfrakturen. Dazu wurden alle, im Zeitraum von November 2000 bis August 2002 in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie der Universität Rostock operierten Patienten, prospektiv erfasst und nach einem halben sowie nach einem Jahr, zu einer Nachuntersuchung einbestellt.

2. Material und Methoden

2.1 Das EPOCA-Prothesensystem

Die EPOCA Custom Offset Schulter ® stellt eine Prothese der vierten Generation dar, mit einer freien Kopfjustierung, Einstellung der Retroversion und einem selbstzentrierenden Schaft [79].

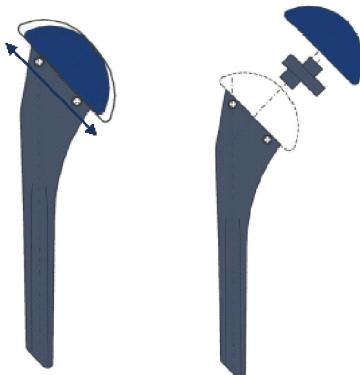


Abb. 6 EPOCA-Prothese mit doppelter exzentrischer Plattform [c1]

EPOCA Design Konzept

Das EPOCA Custom Offset Schulter (C.O.S.) Implantat zielt auf die Wiederherstellung der annähernd normalen Kinematik des gleno-humeralen Gelenkes. Dies erfordert eine präzise Rekonstruktion der mechanischen Hebel und die Wiederherstellung der normalen Weichteil-Balance. Das EPOCA Implantat erleichtert den anatomischen Wiederaufbau des proximalen Humerus und trägt wichtigen anatomischen Gegebenheiten wie der Dimension des Kopfes und seiner relativen Position zum Schaft Rechnung. Das Humerusimplantat besteht aus drei Komponenten: einem Schaft, einem Exzenter und einer Kalotte. Die Komponenten und Größen können stufenlos zueinander positioniert werden, um die funktionale Kinematik des gleno-humeralen Gelenkes wieder herzustellen. Die ausgewählten System-Komponenten werden individuell zusammengebaut und in einer Pressvorrichtung mit Drehmomentschlüssel verpresst, ohne dass Sicherungsschrauben benötigt werden. Alle Komponenten sind aus biokompatiblen Werkstoffen nach ISO Standards hergestellt [79].

Schaft

Bei dem EPOCA Custom Offset Schulter (C.O.S.) Implantat handelt es sich um einen anatomisch adaptierten Schaft (ohne Finne) zum Schutz des Ansatzes der Supraspinatussehne, beziehungsweise zur anatomischen Refixtion der Tubercula in der Fraktursituation. Die Schaftdurchmesser dieser Prothese divergieren von 6mm bis 14 mm in 2mm Schritten. Des Weiteren gewährleistet das EPOCA Custom Offset Schulter (C.O.S.) Implantat ein rotationsstables Design, auch ohne Finne und einen maximalen Knochen-Zement Kontakt. Eine Kontrolle der Retroversion erfolgt bereits beim Raspeln wie auch beim Implantieren des Schaftes. Der fixe Inklinationswinkel von 135° ermöglicht zudem eine geführte Nachresektion über dem Probeimplantat. Die medialen und lateralen Perforationen des EPOCA Custom Offset Schulter (C.O.S.) Implantates, sowie spezielle kanulierte Schrauben und Cerclagedraht, dienen der stabile Refixation und Rekonstruktion der Tubercula [79].

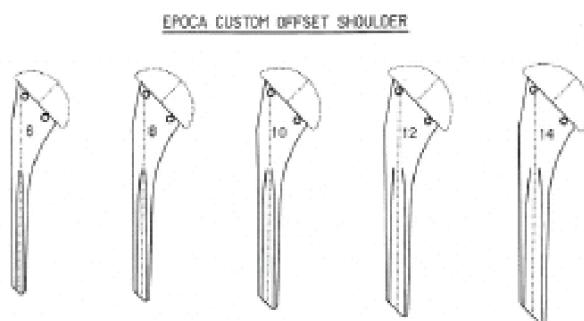


Abb. 7 EPOCA-Schaftschablonen [c2]

Kalotte

Das patentierte Doppelexenter-System des EPOCA Custom Offset Schulter (C.O.S.) Implantates erlaubt die individuelle Einstellung des medialen und posterioren Offsets unabhängig voneinander, sowie individuelle Positionierungsmöglichkeit der Kalotte zum Humerusschaft.

Die Durchmesser der Kalotte divergieren von 40 mm bis 54 mm in 2 mm Schritten. Des Weiteren ist keine Verschraubung der Komponenten notwendig [79].

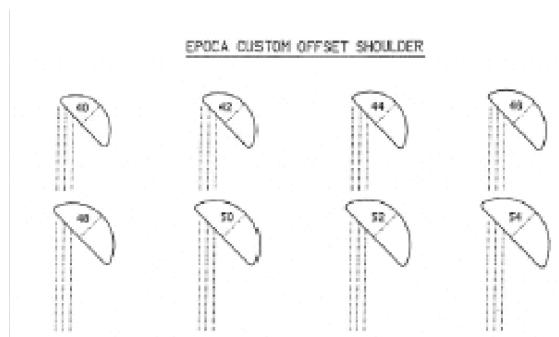


Abb. 8 EPOCA Kalottenschablonen [c3]

Doppelte Exzentrizität

Die morphometrische Studie der Universität Bern (Inselspital) zeigt, dass die wichtigsten aber auch am meisten variablen Parameter, das mediale und das dorsale Offset des Humeruskopfes sind [79].

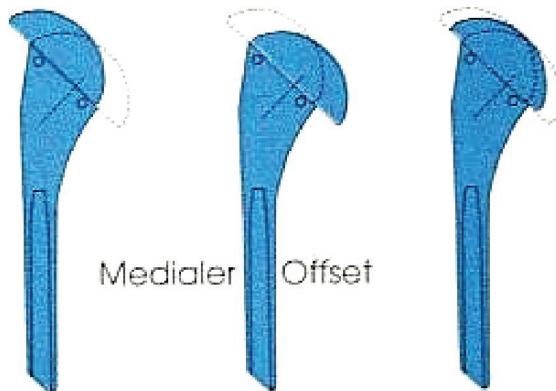


Abb. 9 EPOCA, mediales Offset [c4]

Das Doppel-Exzenter System erlaubt beide Offsets unabhängig voneinander einzustellen, indem die Exenterscheibe und die Kalotte gegeneinander gedreht werden können. Die Kalotte kann in unendlich vielen Positionen innerhalb einer Bandbreite von 6 mm und ohne Einschränkung eines Rasters eingestellt werden. Dies garantiert immer die optimale Position für die Wiederherstellung der normalen gleno-humeralen Kinematik und die Funktion der Rotatorenmanschette [79].



Kombinierter Offset (medial und posterior)

Abb. 10 EPOCA, kombiniertes Offset (medial und posterior) [c5]

2.2 Operationsvorbereitungen

Präoperativ erfolgt eine true-a.p. Aufnahme und eine Y-view Aufnahme. Bei Impressionsfrakturen und unklaren Frakturnsituationen ist gegebenenfalls eine Computertomographie indiziert.

Um die vorläufige Prothesengröße ermitteln zu können, behilft man sich mittels Prothesenschablonen am Röntgenbild, der unverletzten Gegenseite.

2.3 Operationstechnik

Die Operation erfolgt in Intubationsnarkose. Die Lagerung des Patienten findet in der Beach-chair Position statt. Anschließend erfolgt die Hautdesinfektion und die sterile Abdeckung des Operationsgebietes in üblicher Art und Weise. Der anteriore Standartzugang liegt im Sulcus deltoideo-pectoralis. Nach der Inzision wird die V. cephalica aufgesucht und dargestellt. Diese wird nach lateral abpräpariert und im weiteren Verlauf geschont. Im Anschluss erfolgt das Eingehen auf die Rotatorenmanschette und die Darstellung des M. subscapularis.

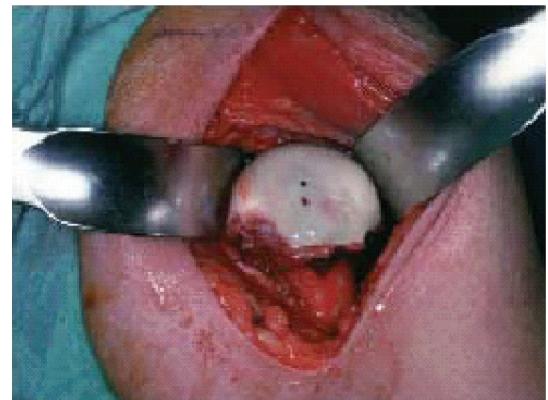


Abb. 11 EPOCA, Darstellen der Fraktur [c6]

Anschließend erfolgt die Darstellung der Tubercula. Die Tubercula major und minor werden jeweils mit zwei 1er, nicht resorbierbaren Polyesterfäden angeschlungen.



Abb. 12 EPOCA, Anschlingen der Tubercula [c7]

Im Anschluss findet das Eingehen in die Tiefe statt und die Humeruskopffraktur wird dargestellt. Nachfolgend wird das Kalottenfragment des Humeruskopfes extrahiert.



Abb. 13 EPOCA, Extrahieren der Fragmente [c8]

Der Markraum des Oberarmes wird nun mit einem scharfen Löffel eröffnet und schrittweise zunächst mit einer Rundraspel und anschließend mit den Prothesenraspeln vorbereitet. Mit der Resthumeruskalotte wird die Größe der Probenkalottengröße bestimmt. Eine Probeprothese wird mit einem Probeexzenter und einer Probekalotte vorbereitet.



Abb. 14 EPOCA, Einbringen der Probeprothese [c9]

Der Index auf der Probekalotte und dem Probeexenter wird gegenüber der Schaftmarkierung abgelesen und unter Beachtung der Retroversion von 20-25° in den Markraum eingesetzt. Im Anschluss erfolgt, über der liegenden Probeprothese, die Nachresektion der Osteomiefläche. Klinisch als auch unter BV Kontrolle wird eine Funktionsprüfung der Probeprothese durchgeführt und die korrekte Prothesenschafteindringtiefe gemessen.

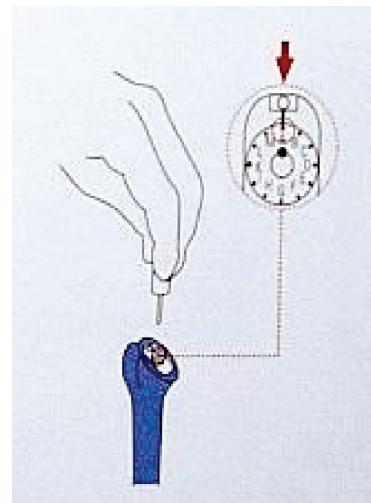


Abb. 15 EPOCA, Ablesen des Indexes auf der Probekalotte [c10]

Die endgültige Schaftprothese wird mit der Kalotte bestückt und in der Pressvorrichtung konnektiert. Parallel erfolgt die Reinigung des Markraumes, Einbringen eines Zementstoppers und Einbringen des Refobacin-Palacos-Knochenzementes.

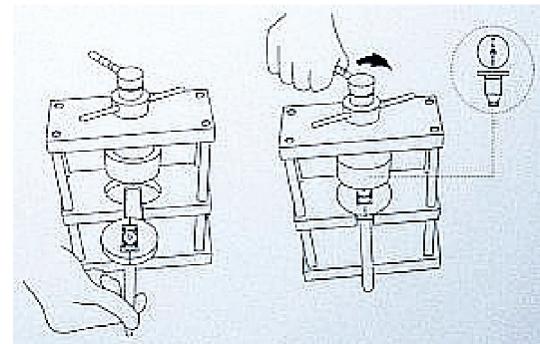


Abb. 16 EPOCA, Konnektieren der Schaftprothese mit der Kalotte [c11]

Anschließend erfolgt das Einzementieren der endgültigen Humeruskopfprothese in korrekter Retroversion und Höhe. Die korrekte Retroversionsstellung wird im Nachhinein, nach Aushärtung des Knochenzementes, unter orthograder Ausrichtung des Armes bei Rechtwinkelstellung im Ellenbogen-gelenk überprüft.



Abb. 17 EPOCA, Implantation der endgültigen Humeruskopfprothese [c12]

Nachdem die Retroversion korrekt überprüft wurde (im Sulcus bicipitalis kontrolliert), das Knochenzement ausgehärtet ist, wird das Schultergelenk reponiert.



Abb. 18 EPOCA, Kontrolle der Retroversion nach Implantation [c13]

Die Tubercula major et minor werden mittels 1mm Drahtcerclagen angeschlungen und, durch Bohrkanäle im proximalen Humerus bzw. an der Prothese selbst, verankert.

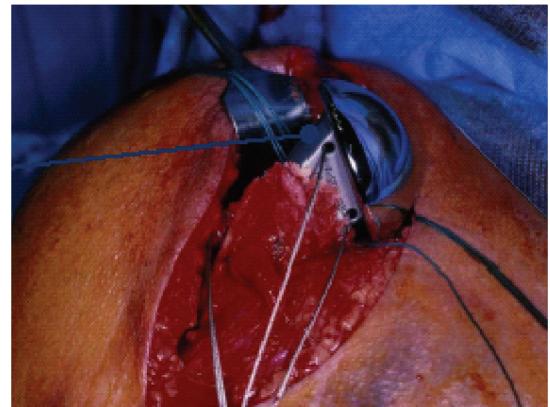


Abb. 19 EPOCA, Anschlingen der Tubercula mit dem Cerclagedraht [c14]

Zudem wird zwischen den Tubercula mit identischer Naht eine weitere quere Verbindungsnaht angelegt. Anschließend erfolgt eine BV-Kontrolle und die Überprüfungen der Abduktion und Elevation, wie auch der Außen- und Innenrotation.

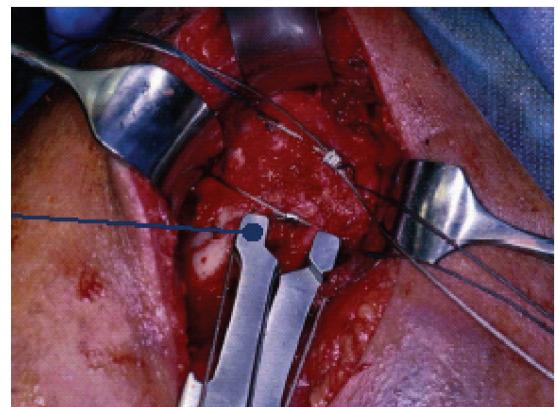


Abb. 20 EPOCA, Refixation der Tubercula [c15]

Nach sorgfältiger Spülung und Kontrolle der Hämostase, erfolgt das Einlegen einer Redondrainage. Die Muskelfaszien werden adaptiert, Subcutannähte gesetzt und die Haut desinfiziert. Der Verschluss der Hautinzision erfolgt mit nicht resorbierbaren Einzelknopfnähten oder durch Klammernaht.

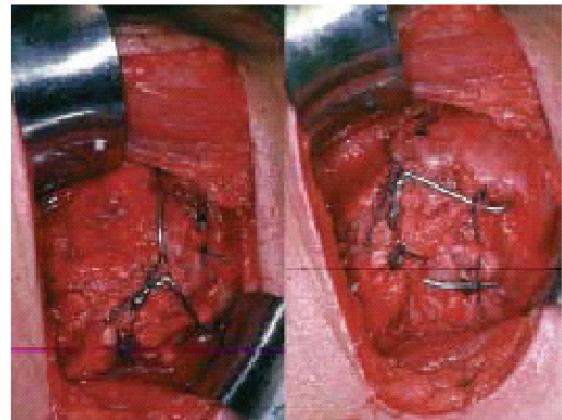


Abb. 21 EPOCA, Spülung und Kontrolle der Hämostase [c16]

Postoperative Betreuung

Nachbehandlung mit der Motorbewegungsschiene ab dem ersten postoperativen Tag. Entfernung der Redondrainage am zweiten postoperativen Tag. Es sollte eine maximal forcierte Außenrotation und Abduktion, für 6 Wochen postoperativ, vermieden werden. Nachts wird ein Gilchristverband angelegt.

Ein a.-p.-Röntgenbild und eine Y-view Aufnahme dokumentieren postoperativ die Lage des Implantates und Refixation der Tubercula. Nach Entlassung wurde die Physiotherapie ambulant oder anlässlich eines stationären Rehabilitationsaufenthaltes weitergeführt.

2.4. Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom November 2001 bis August 2002 wurden in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie der Universitätsklinik Rostock, alle Patienten, die eine Humeruskopfprothese aufgrund einer frischen Humeruskopf- mehrfragmentfraktur erhielten, prospektiv erfasst und dokumentiert. Sechs Monate und ein Jahr nach der Operation wurden die Patienten zu einer Nachuntersuchung einbestellt.

2.5. Datenerfassung

Während des stationären Aufenthaltes wurde bei den Patienten die Humeruskopffraktur nach Neer und nach der AO klassifiziert, das Alter und Geschlecht des Patienten, die Indikation der Prothesenimplantation, die Operationsdauer, der Zeitraum bis zur Operation, prä- intra- und postoperative Komplikationen, wie auch der stationäre Aufenthalt erfasst.

Die Nachuntersuchungen beinhalteten die Dokumentation des Karnofsky Index, die klinische Untersuchung (Nacken- und Schürzengriff, Bewegungsumfang nach der Neutral-Null-Methode), den Constant-Murley-Score, den U.C.L.A.-Score, die visuelle analoge Schmerzskala und eine Röntgenaufnahme der Schulter in zwei Ebenen. Es wurde für diese Studie ein eigens konzipierter Nachuntersuchungsbogen erarbeitet (siehe Anhang).

2.6 Klassifikationen

2.6.1 Neer-Klassifikation

Neer teilt die proximalen Humerusfrakturen in Anlehnung an Codman in die vier Hauptfragmente ein. Nach Codman entstehen vier Hauptfragmente: der Humeruskopf, das Oberarmschaftfragment und die beiden Tubercula [53].

Es ergibt sich somit eine Unterteilung nach Neer in Zwei-, Drei- und Vier-Fragment-Frakturen. Luxationsfrakturen werden gesondert betrachtet.

Unter einer Luxationsfraktur versteht man, wenn der Humeruskopf keinen Kontakt mehr mit der Schulterpfanne aufweist. Neer unterscheidet zwischen der vorderen und hinteren (sogenannten ventralen und dorsalen) Luxation [80]. Als disloziert gilt ein Fragment, wenn es um mehr als einen Zentimeter verschoben ist und/oder um mehr als 45° abgekippt ist [46,81].

I Minimale Dislokation	DISLOZIERTE FRAKTUREN		
	Anzahl der Fragmente		
	2	3	4
II Collum anatomicum			
III Collum chirurgicum			
IV Tuberculum majus			
V Tuberculum minus			
VI anteriore Luxationsfraktur posteriore Luxationsfraktur			
			

Abb. 22 Die Neer Klassifikation [d]

2.6.2 AO-Klassifikation

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen unterteilte im Jahre 1984 die Humeruskopffrakturen in drei große Gruppen (sogenannte AO-Klassifikation, Tabelle 1). Sie gründete auf einer Analyse von 730 chirurgisch behandelten, in der AO dokumentierten Frakturen beim Erwachsenen [82].

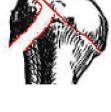
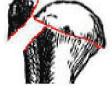
11 - Humerus proximal, extraartikuläre, unifokale Fraktur		
		
AO 11A1 : tuberkulär AO 11A2 : metaphysär impaktiert AO 11A3 : metaphysär nicht impaktiert		
11 - Humerus proximal, extraartikuläre, biifokale Fraktur		
		
AO 11B1 : mit metaphysärer Impaktion AO 11B2 : ohne metaphysäre Impaktion AO 11B3 : kombiniert mit skapulohumeraler Luxation		
11 - Humerus proximal, Gelenkfraktur		
		
AO 11C1 : wenig disloziert AO 11C2 : disloziert und impaktiert AO 11C3 : disloziert (luxiert)		

Tabelle 1: Die AO Klassifikation der Humeruskopffrakturen

Als Typ A werden extrakapsuläre und Zwei-Fragment-Frakturen bezeichnet. Typ B sind teils intra-, teils extrakapsulär verlaufende - und Drei-Fragment-Frakturen. Bei dem Typ C handelt es sich um rein intrakapsuläre und Vier-Fragment-Frakturen. Die drei Hauptgruppen werden wiederum in drei Gruppen als undisloziert, disloziert und kompliziert disloziert, beziehungsweise luxiert, eingeteilt.

Eine weitere Definition in jeweils drei Subgruppen, je nach Art der Fehlstellung, ergibt insgesamt eine Klassifikation mit 27 Einteilungsmöglichkeiten [82].

2.7 Der Karnofsky-Index

Beim Karnofsky-Index (sogenannter Aktivitätsindex, Tabelle 2) handelt es sich um einen Index zur Beurteilung der Aktivität von Patienten, unter Berücksichtigung körperlicher und sozialer Faktoren, subjektiver Beschwerden und Hilfsbedürftigkeit. Ursprünglich wird dieser Index in der Onkologie ergänzend zur TNM-Klassifikation verwendet, um den Allgemeinzustand von Tumorpatienten zu evaluieren [83].

A	Fähig zu normaler Aktivität und Arbeit, keine besondere Pflege notwendig.	100%	Normal, keine Beschwerden, keine Krankheitszeichen sichtbar.
		90%	Fähig zu normaler Aktivität, keine Symptome oder Zeichen der Krankheit.
		80%	Normale Aktivität unter Anstrengung, einige Krankheitszeichen oder -symptome.

Tabelle 2: Der Karnofsky-Index

B	Arbeitsunfähig, fähig zu Hause zu leben und für die meisten persönlichen Dinge zu sorgen, unterschiedlich viel Hilfe ist notwendig.	70%	Sorgt für sich selbst, unfähig zu normaler Aktivität oder zu aktiver Arbeit.
		60%	Braucht gelegentlich Hilfe, ist aber fähig, für die meisten seiner Angelegenheiten selbst zu sorgen.
		50%	Braucht beträchtliche Hilfe und oft medizinische Pflege.
C	Unfähig für sich selbst zu sorgen. Benötigt entweder Fürsorge oder Krankenhauspflege. Die Krankheit kann schnell fortschreiten.	40%	Braucht besondere Pflege und Hilfe.
		30%	Stark behindert! Krankenhausaufnahme ist indiziert, noch keine Lebensgefahr!
		20%	Krankenhausaufnahme notwendig, sehr krank, aktive unterstützende Therapie notwendig.
		10%	Sterbend

Tabelle 2: Der Karnofsky-Index

2.8 Der Constant-Murley-Score

Der Constant-Murley-Score (Tabelle 4) ist das von der Deutschen Gesellschaft für Schulter- und Ellenbogenchirurgie empfohlene Standardinstrument zur Beurteilung der Schulterfunktion. Der Constant-Murley-Score besitzt eine Maximalpunktzahl von 100 Punkten, wovon sich 15% durch die Schmerzbeurteilung, 20% durch Auswertung der Funktion (tägliche Aktivitäten/ADL), 40% durch die Beweglichkeit (aktive ROM range of motion) und 25% durch Kraft und Muskelfunktion zusammensetzen. Der Constant-Murley-Score besteht zu 35% aus subjektiven Angaben und zu 65% aus objektiv messbaren Parametern. Von Constant und Murley wurden keine Bewertung der Punktzahl festgelegt [84].

Punkteschema für die Schmerzen		
Schmerzen	kein	15
	leicht	10
	mässig	5
	stark	0
Kraft	Maximum	25
Punkteschema für Alltagsaktivitäten		
Aktivitätsniveau	Voll arbeitsfähig	4
	Freizeitaktivitäten bzw. Sport uneingeschränkt	4
	Gestörter Schlaf	2
Positionierung der Hand	Bis zur Gürtellinie	2
	Bis zum Xiphoid	4
	Bis zum Hals	6
	Bis zum Scheitel	8
	Über den Kopf hinaus	10
Punkteschema für die Elevation und seitliche Elevation (Abduktion)		
Elevation	0-30°	0
	31-60°	2
	61 - 90°	4
	91 - 120°	6
	121-150°	8
	151-180°	10
Abduktion	0-30°	0
	31-60°	2
	61 - 90°	4
	91 - 120°	6
	121-150°	8
	151-180°	10
Punkteschema für die Außenrotation		
Außenrotation	Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach vorne	2
	Hand am Hinterkopf mit Ellenbogen nach unten	2
	Hand auf den Scheitel mit Ellenbogen nach vorne	2
	Hand auf den Scheitel mit Ellenbogen nach unten	2
	Volle Elevation vom Scheitel ausgehend	2
Punkteschema für die Innenrotation		
Innenrotation	Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	0
	Handrücken auf das Gesäß	2
	Handrücken auf den lumbosakralen Übergang	4
	Handrücken auf die Gürtellinie (3. LWK)	6
	Handrücken auf BWK 12	8
	Handrücken zwischen den Schulterblättern (Th 7)	10

Tabelle 3: Der Constant-Murley-Score

2.9 Der U.C.L.A-Score

Als weiteres Bewertungssystem, das das subjektive Empfinden des Patienten in Vordergrund stellt, wurde das U.C.L.A.-Rating-System der University of California at Los Angeles (U.C.L.A.) angewendet. Ursprünglich wurde es für die Beurteilung von Rotatorenmanschettenrupturen von Ellman et al 1986 entwickelt. Es ist jedoch in leicht modifizierter Form, als sogenannter U.C.L.A.-Score, auch auf andere Gebiete, wie beispielsweise die proximale Humeruskopffraktur, übertragbar [85]. Bei völliger Wiederherstellung sind maximal 35 Punkte zu erreichen [86].

Schmerzen		
ständig, starke, immer Schmerzmittel (stark)		1
ständig, gelegentlich Schmerzmittel (mäßig)		2
nur bei Bewegung (mäßig), häufig ASS		4
nur bei starker Belastung (leicht)		6
gelegentlich, geringfügig		8
keine		
Funktion		
keine Tätigkeiten mit dem Arm möglich		1
nur leichte Tätigkeiten möglich		2
leichte Hausarbeiten Tätigkeiten möglich		4
Einkaufen, Autofahren, Anziehen, Frisieren, Hausarbeit möglich		6
Tätigkeiten über Schulterniveau möglich		8
Normal beweglich, keine Einschränkungen		10
Aktive Anteversion		
150° und mehr		5
120°- 150°		4
90° - 120°		3
45° - 90°		2
30° - 45°		1
weniger als 30°		0
Muskelkraft		
Voller Bewegungsumfang, mit voller Belastung	Normal	5
Bewegung gegen leichten Widerstand	Gut	4
Anheben gegen die Schwerkraft	Schwach	3
Schwache Muskelbewegungen nur unter Aufhebung der Schwerkraft; gegen Widerstand keine wesentliche Bewegung	Sehr	2
Sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegung im Gelenk	schwach	
Keine Anzeichen von Muskelkontraktionen	Nichts	1
Zufriedenheit des Patienten		
zufrieden		5
nicht zufrieden		0

Tabelle 4: Der U.C.L.A.-Score

Beim U.C.L.A.-Score können maximal 35 Punkte erreicht werden.

34 - 35	Punkte:	ausgezeichnet, exzellent
29 - 33	Punkte:	gut
< 29	Punkte:	schlecht

Hierbei ist die Wertung aufgeteilt in 28,6% Schmerz, 14,3% Bewegungsausmaß, 28,6% Funktion, 14,3% Kraft und 14,3% Patientenzufriedenheit [85,86].

2.10 Die Visuelle analoge Schmerzskala (V.A.S.)

Die Visuelle Analoge Schmerzskala (V.A.S.) dient dazu, die Schmerzstärke durch den Patienten auf einer Linie eintragen zu lassen. Am Anfang steht das Wort "Kein Schmerz". Am Ende steht "größter/unerträglicher Schmerz" oder "quälender Schmerz". Die Unterteilung erfolgte in zehn gleichen Anteilen. Null wäre gleichbedeutend mit keinem Schmerz, eins bis drei mit geringem Schmerz, vier bis sechs mit starkem Schmerz und sieben bis zehn mit unerträglichem Schmerz. [87].

2.11 Röntgenuntersuchung

Im Anschluss an jede Untersuchung erfolgt eine true-a.p. Aufnahme und eine Y-view Aufnahme (Neer-Aufnahme).

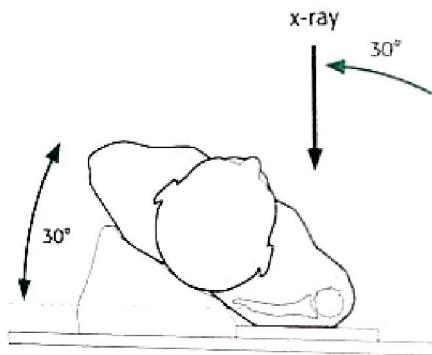


Abb. 23 Die True-a.p. Aufnahme [e1]

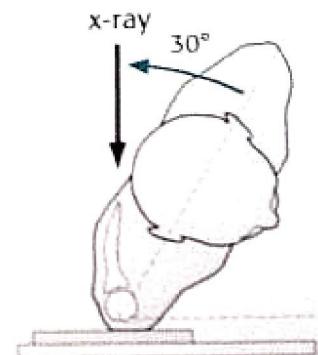


Abb. 24 Die Y-view Aufnahme [e2]

Durch die Anfertigung von Röntgenbildern in regelmäßigen Abständen erfolgte eine Bewertung der Prothesenpositionierung und der Zementierung. Des Weiteren wurde so eine ständige Vergleichbarkeit von Lockerungszeichen ermöglicht. Die Bewertung der Röntgenbilder erfolgte nach den Kriterien: regelrechter Sitz, Lockerungszeichen, Subluxation, Humeruskopfhochstand und Aufhellungssäume, Tubercularesorbtion, Ossifikationen und Materialdefekte.

2.12 Statistik

Die Daten wurden mit dem Microsoft Exel-Programm analysiert, wobei die Bewertung anhand der deskriptiven Statistik unter Angabe von Median, Mittelwert und Standartabweichung erfolgte. Die Ergebnisse wurden mit dem ANOVA-Test, unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur, auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft. Um Korrelationen zwischen den erhobenen Parametern herzustellen, wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson benutzt. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5% ($p<0,05$) wurde als statistisch signifikant angenommen.

3. Ergebnisse

3.1 Patienten

In der Zeit von November 2000 bis August 2002 wurden an der Universität Rostock in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie bei 22 Patienten 23 Schulterhemiprothesen des Typs EPOCA C.O.S. implantiert. Eine Patientin wurde beidseits mit Schulterendoprothesen versorgt.

Die Patienten wurden nach sechs Monaten (1. Nachuntersuchung) und nach einem Jahr (2. Nachuntersuchung) postoperativ nachuntersucht.

Zur ersten Nachuntersuchung nach einem halben Jahr konnten 20 Patienten gesehen werden. Das mittlere Alter dieser Patienten betrug $75,3 \pm 8,8$ Jahre, wobei der Anteil der Frauen (n 16, Männer n 4) deutlich überwog. Die betroffenen Seiten waren annähernd paritätisch verteilt (rechts 9; links 11). Ein Patient war auf Grund eines Krebsleidens verstorben. Eine Patientin verstarb aufgrund einer postoperativen Elektrolytentgleisung stationär. Eine weitere Patientin befand sich zum Zeitpunkt ihres Unfalls in Rostock im Urlaub. Da die Patientin ursprünglich aus Bonn kam, war eine Nachuntersuchung dieser Patientin nicht möglich.

Bei der zweiten Nachuntersuchung wurden insgesamt 12 Patienten gesehen. Das mittlere Alter dieser Patienten betrug $74,4$ Jahre $\pm 7,2$ Jahre. Bei fünf der Patienten stand der zweite Nachuntersuchungstermin (1. Nachuntersuchung n 20) noch aus. Zusätzlich zu jenem Patient, welcher aufgrund seiner infausten Krebsdiagnose verstarb und der stationäre verstorbenen Patientin, verstarben noch zwei weitere Patienten altersbedingt. Aus persönlichen Gründen standen zwei weitere Patienten für eine erneute Nachuntersuchung nicht mehr zur Verfügung. Bei der zweiten Nachuntersuchung waren demzufolge 9 Patientinnen und 3 Patienten vertreten (n 12).

3.2 Operationszeitpunkt

Im Durchschnitt wurden die Patienten 6 Tage nach dem Unfall (min. 2 Tage, max. 22 Tage) endoprothetisch versorgt.

3.3 Operationsdauer

Die durchschnittliche Operationszeit betrug 138 Minuten (min. 115 Minuten, max. 310 Minuten).

3.4 Stationäre Aufenthalte

Die nachuntersuchten Patienten lagen im Durchschnitt für 24,25 Tage (Zeitraum zwischen stationärer Aufnahme und Entlassung) auf der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie der Universität Rostock (min. 11 Tage, max. 43 Tage).

3.5 Frakturklassifikation

AO-Klassifikation	Anzahl
11-B 3.2	2
11-B 3.3.1	1
11-C 1.1	2
11-C 1.2	3
11-C 1.3.1	2
11-C 2.1	7
11-C 2.2	1
11-C 3.2.2	2
11-C 3.3.1	3

Neer Klassifikation	Anzahl
Neer IV/3	1
Neer V/3	2
Neer V/4	11
Neer VI/4	9

(n 23)

Tabelle 4: Klassifikation der Humeruskopffraktur nach der AO und der Neer Klassifikation

Insgesamt wurden 23 Patienten mit einer zementierten Schulterhemiprothese des Typs EPOCA C.O.S. operativ versorgt. Zwei Patienten dieser Patientenpopulation wurden primär osteosynthetisch mit einer Prevot-Nagelung operativ versorgt, die frühzeitig dislozierten. Sie wurden in die Studie mit aufgenommen, da der Zeitraum zwischen Osteosynthesen- und Prothesenimplantation weniger als eine Woche betrug.

3.6 Der Karnofsky-Index

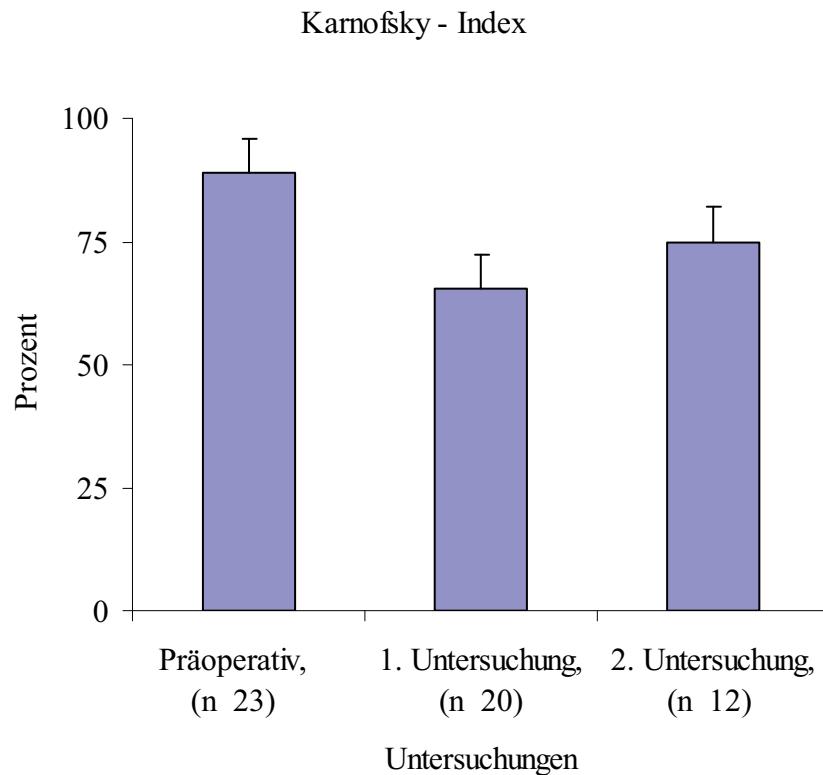


Diagramm 1: Karnofsky-Index (Mittelwert); 1. Nachuntersuchung $p<0,05$ vs. präoperativ

	Median	Mittelwert	(StAbw)	Min	Max
Präoperativ, (n 23)	100	89	± 22	40	100
1. Untersuchung, (n 20)	65	65,5	± 23,5	20	100
2. Untersuchung, (n 12)	80	75	± 20,2	40	100

Tabelle 5: Karnofsky-Index

Aus dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Patienten (n 23) präoperativ einen deutlich höheren Karnofsky-Index aufwiesen, als zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung. Bei der zweiten Nachuntersuchung konnte dagegen gezeigt werden, dass die Patienten annähernd ihre volle Lebensqualität zurück erhalten haben.

3.7 Der Constant-Murley-Score

	Median	Mittelwert	(StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	48,5	48,9	± 15,8	27	94
2. Untersuchung, (n 12)	58	56	± 21,9	25	94

Tabelle 6: Constant-Murley-Score

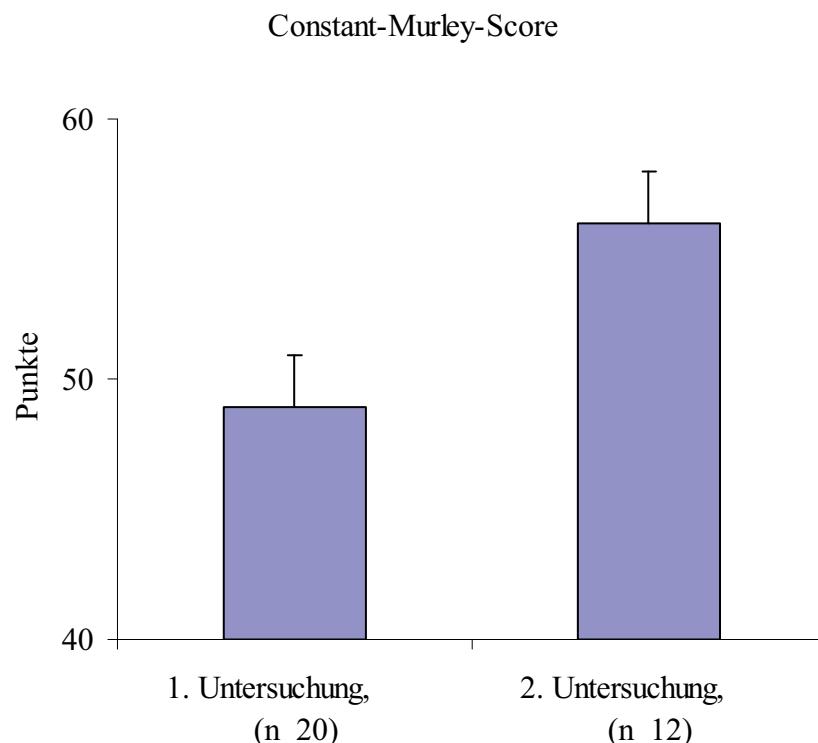


Diagramm 2: Constant-Murley-Score

In unserem Patientengut (Durchschnittsalter 75,3 Jahre ± 8,8 Jahre, n 20) betrug bei der ersten Nachuntersuchung der Constant-Murley-Score 48,9 Punkte ± 15,8 Punkte.

Bei der zweiten Nachuntersuchung (Durchschnittsalter 74,4 Jahre ± 7,2 Jahre; n 12) betrug der Constant-Murley-Score 56 Punkte ± 21,9 Punkte.

Es zeigte sich zwischen der ersten Nachuntersuchung (48,9 Punkte, n 20) und der zweiten Nachuntersuchung (56 Punkte, n 12) eine Steigerung des Constant-Murley-Scores um 12,7%.

Korrelation zwischen Patientenalter und Constant-Score

Korrelation Patientenalter und Constant-Score

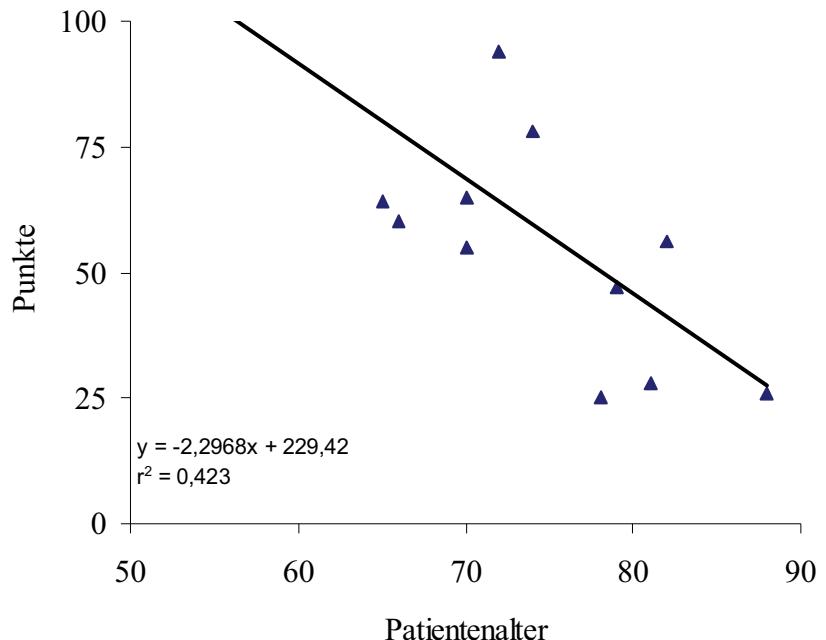


Diagramm 3: Korrelation zwischen Patientenalter und Constant-Score, 2. Nachuntersuchung

Das oben aufgeführte Diagramm zeigt, dass Patienten zwischen dem sechzigsten und siebzigsten Lebensjahr im Durchschnitt einen weitaus höheren Constant-Score erreicht haben, als jene Patienten um das 80. Lebensjahr und älter.

3.8 Der U.C.L.A.-Score

	Median	Mittelwert (StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	25	24,2	± 4,5	14 32
2. Untersuchung, (n 12)	26,5	26,2	± 5,6	16 34

Tabelle 11: U.C.L.A.-Score

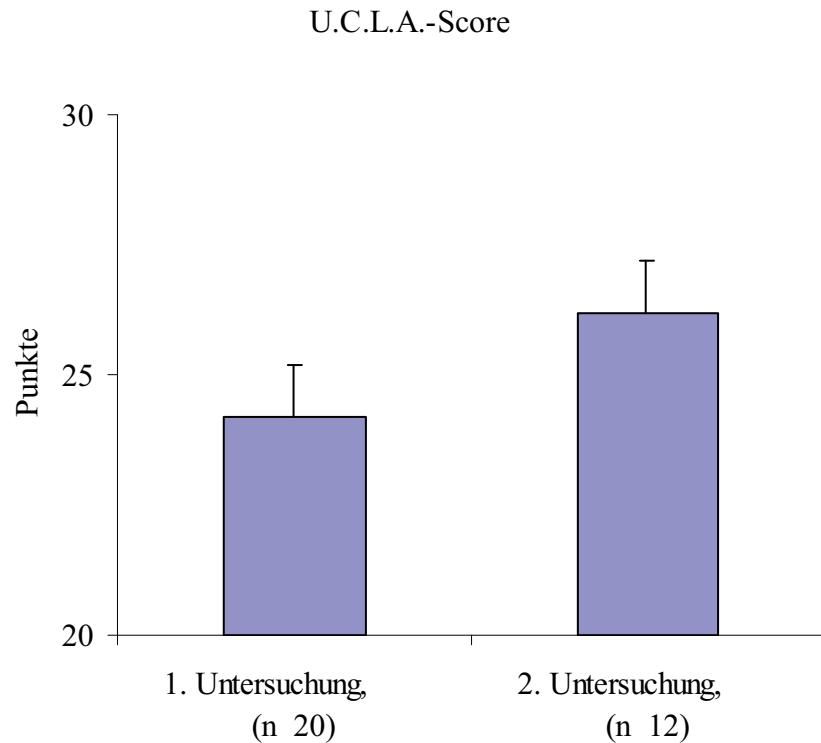


Diagramm 4: U.C.L.A.-Score

In unserem Patientengut betrug bei der ersten Nachuntersuchung der U.C.L.A.-Score 24,2 Punkte \pm 4,5 Punkte. Bei der zweiten Nachuntersuchung betrug der U.C.L.A.-Score 26,2 Punkte \pm 5,6 Punkte.

Es zeigte sich zwischen der ersten Nachuntersuchung und der zweiten Nachuntersuchung eine Steigerung des U.C.L.A.-Scores um 7,6%.

Korrelation zwischen Patientenalter und U.C.L.A.-Score

Korrelation Patientenalter und UCLA-Score

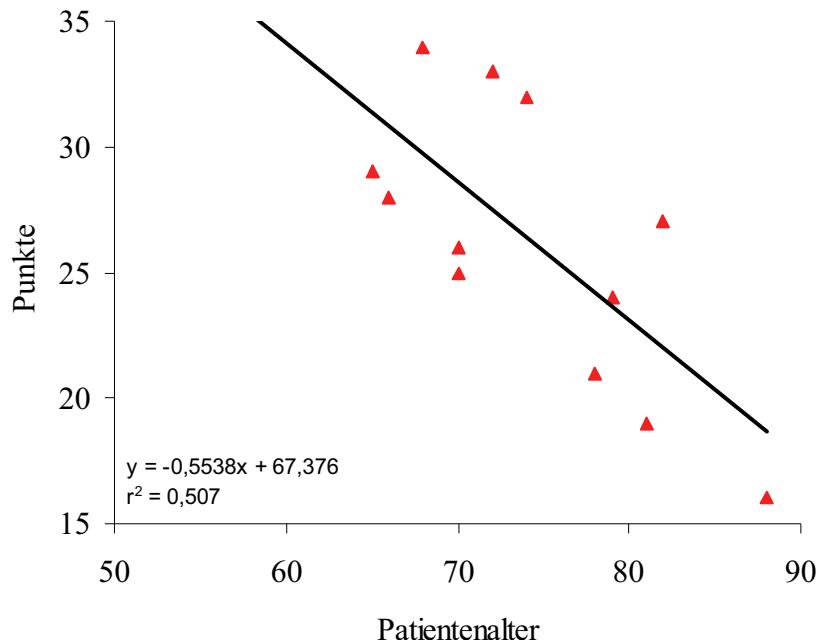


Diagramm 5: Korrelation zwischen Patientenalter und U.C.L.A.-Score, 2. Nachuntersuchung

Das oben aufgeführte Diagramm zeigt, dass Patienten zwischen dem sechzigsten und siebzigsten Lebensjahr im Durchschnitt einen weitaus höheren UCLA-Score erreicht haben, als jene Patienten um das 80. Lebensjahr und älter.

3.9 Range of Motion

Korrelation zwischen der Abduktion der 1. und 2. Nachuntersuchung

	Median	Mittelwert	(StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	55	68,7	$\pm 35,7$	10	130
2. Untersuchung, (n 12)	73	84,3	$\pm 38,2$	40	170

Tabelle 12: Abduktion der operierten Seite

	Median	Mittelwert	(StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	165	141,3	$\pm 42,9$	40	180
2. Untersuchung, (n 12)	149	148,8	$\pm 37,4$	90	180

Tabelle 13: Abduktion der gesunden Seite

Korrelation zwischen der Abduktion der 1. und 2.
Nachuntersuchung

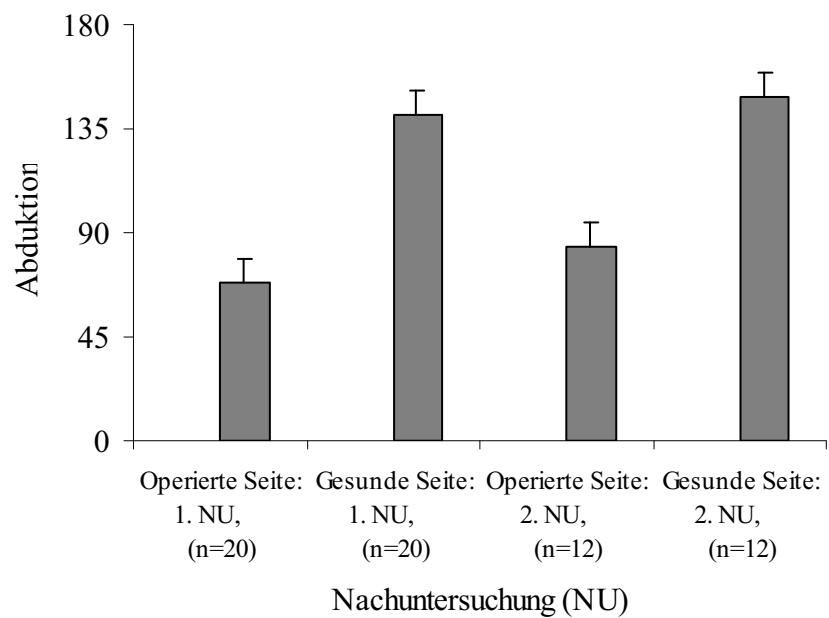


Diagramm 6: Verteilung der Abduktionsgerade (Mittelwert)

In unserem Patientengut (Durchschnittsalter 75,3 Jahre \pm 8,8 Jahre, n 20) betrug bei der ersten Nachuntersuchung die maximale aktive Abduktion $68,7^\circ \pm 35,7^\circ$.

Bei der zweiten Nachuntersuchung (Durchschnittsalter 74,4 Jahre \pm 7,2 Jahre; n 12) betrug die Abduktion $84,3^\circ \pm 38,2^\circ$. Es zeigte sich eine Verbesserung der mittleren Abduktion von $18,5^\circ$.

Um die in der untersuchten Patientenpopulation zu erwartende natürliche Funktionsreduktion der Schulter zu erfassen, wurden die Bewegungsgerade der Gegenseite erhoben. Hierbei ergab sich bei der ersten Nachuntersuchung ein Mittelwert von $141,3^\circ$ ($\pm 42,9$) und bei der zweiten Nachuntersuchung ein Mittelwert von $148,8^\circ$ ($\pm 37,4$).

Korrelation Patientenalter und Abduktion

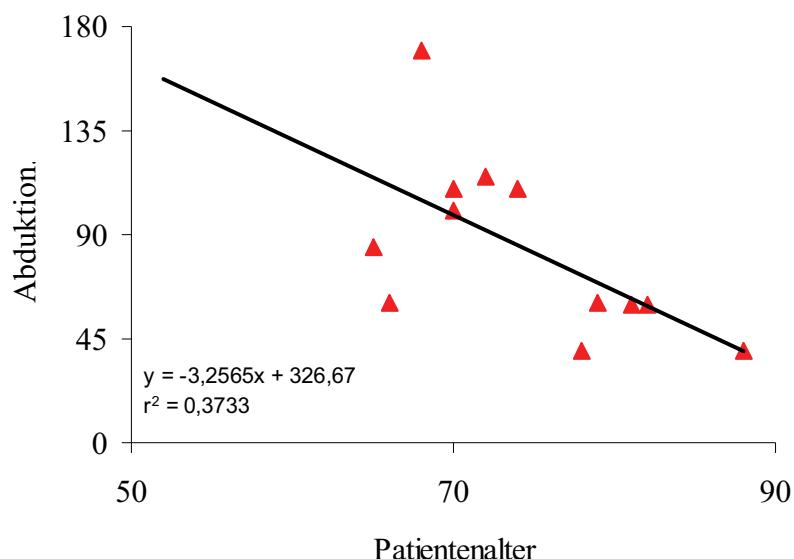


Diagramm 7: Korrelation zwischen dem Patientenalter und Abduktion, 2. Nachuntersuchung

Aus dem oben aufgeführten Diagramm ist zu entnehmen, dass Patienten zwischen dem sechzigsten und siebzigsten Lebensjahr im Durchschnitt einen weitaus höheren Bewegungsumfang erreicht haben, als jene Patienten um das 80. Lebensjahr und älter.

Abbildungen 25 und 26 zeigen eine 72-jährige Patientin ein Jahr postoperativ, welche im Rahmen einer Synkope gestürzt war und sich eine dislozierte 4-Fragment-Humeruskopffraktur links zugezogen hatte.



Abb. 25 Ergebnisse ein Jahr postoperativ
[f1]



Abb. 26 Ergebnisse ein Jahr postoperativ
[f2]

Korrelation zwischen der Elevation der 1. und 2. Nachuntersuchung

	Median	Mittelwert (StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	50	68,1	± 41,8	20 160
2. Untersuchung, (n 12)	75	81,8	± 44,2	31 140

Tabelle 14: Elevation der operativ versorgten Seite

	Median	Mittelwert (StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	150	136,8	± 37,3	35 170
2. Untersuchung, (n 12)	155	145	± 29,9	90 180

Tabelle 15: Elevation der gesunden Seite

Korrelation zwischen der Elevation der 1. und 2.
Nachuntersuchung

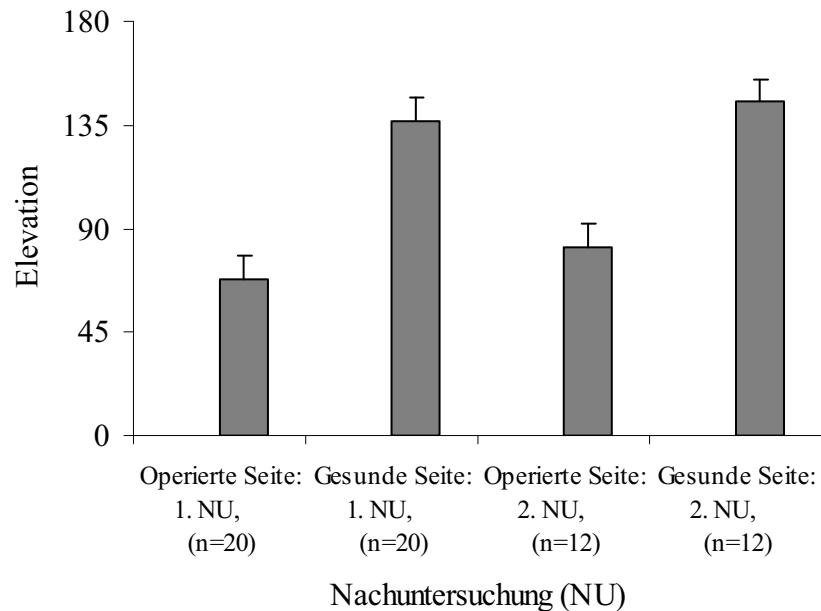


Diagramm 8: Verteilung der Elevationsgerade (Mittelwert)

Bei der ersten Nachuntersuchung betrug die Elevation $68,1^\circ \pm 41,8^\circ$. Bei der zweiten Nachuntersuchung betrug die Elevation $81,8^\circ \pm 44,2^\circ$. Es zeigte sich eine Verbesserung der Elevation im Mittel um 16,7%.

Die Bewegungsgerade der Gegenseite wurden erhoben, um die in der untersuchten Patientenpopulation zu erwartende natürliche Funktionsreduktion der Schulter zu erfassen. Hierbei ergab sich bei der ersten Nachuntersuchung ein Mittelwert von $136,8^\circ \pm 37,3^\circ$ und bei der zweiten Nachuntersuchung ein Mittelwert von $145^\circ \pm 29,9^\circ$.

Korrelation Patientenalter und Elevation

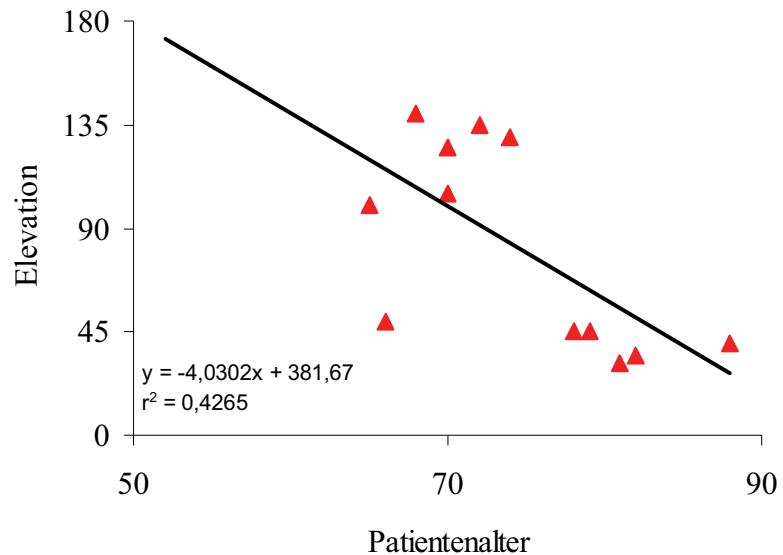


Diagramm 9: Korrelation zwischen dem Patientenalter und Elevation, 2. Nachuntersuchung

Abbildungen 27 und 28 zeigen eine 81-jährige Patientin ein Jahr postoperativ, welche im Rahmen eines Fahrradunfalls gestürzt war und sich eine dislozierte 4-Fragment-Humeruskopffraktur links zugezogen hatte.



Abb. 27 Ergebnisse ein Jahr postoperativ
[f3]



Abb. 28 Ergebnisse ein Jahr postoperativ
[f4]

3.10 Schmerzen

	Median	Mittelwert	(StAbw)	Min	Max
1. Untersuchung, (n 20)	1	1,8	$\pm 1,4$	1	5
2. Untersuchung, (n 12)	1,5	2	$\pm 1,3$	1	5

Tabelle 16: Schmerzen

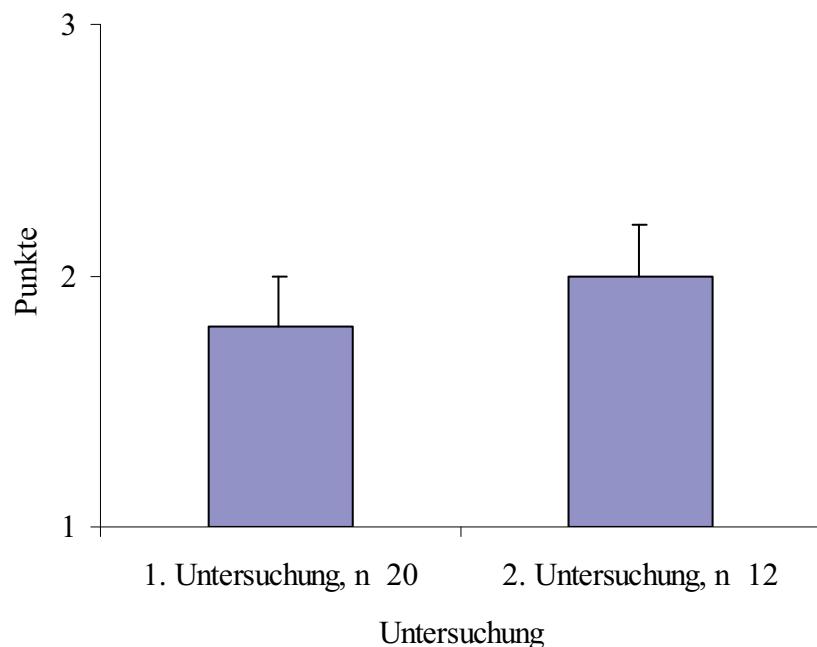


Diagramm10: Schmerzen bei der Nachuntersuchung

Aus diesem Diagramm wird ersichtlich, dass die durchschnittliche Schmerzintensität (1,8 Punkte $\pm 1,4$ Punkte; n 20) zwischen der ersten Nachuntersuchung und der zweiten Nachuntersuchung (2 Punkte $\pm 1,3$ Punkte; n 12) um 10% zugenommen hat. Dies liegt aber bei einer Skalierung von 0 mit keiner Schmerzintensität bis 10 mit maximaler Schmerzintensität im tolerablen Bereich.

Keine, beziehungsweise geringfügige Schmerzen, bei Belastung oder bestimmten Bewegungen, gaben 85% (n 17) der Patienten bei der ersten Nachuntersuchung (n 20) an. Lediglich 15% der Patienten (n 3) gaben postoperativ mäßige bis starke Schmerzen an.

Bei der zweiten Nachuntersuchung traten annähernd identische Ergebnisse auf. 83,3% der Patienten (n 10) hatten keine, beziehungsweise geringfügige Schmerzen. 16,7% der Patienten dagegen (n 2) gaben postoperativ vor allem bei Belastung starke Schmerzen an.

3.11 Zufriedenheit

Insgesamt waren von 20 Patienten bei der ersten Nachuntersuchung 85% (17 Patienten) mit dem Ergebnis der Prothesenimplantation zufrieden, 3 Patienten dagegen sahen keine Verbesserung und waren eher unzufrieden mit dem postoperativen Ergebnis.

Bei der zweiten Nachuntersuchung waren 83,3% (10 Patienten) von den 12 nachuntersuchten Patienten, mit der Operation zufrieden. 2 Patienten (16,7%) dagegen waren eher unzufrieden.

3.12 Komplikationen

Intraoperative Komplikationen traten in unserem Patientengut in keinem Fall auf. Postoperativ kam es bei einem Patienten zu einem oberflächlichen Wundinfekt, worauf eine Wundrevision durchgeführt wurde mit anschließender Ausheilung. Bei einer weiteren Patientin trat eine nosokomiale Infektion in Form einer Pneumonie auf, welche antibiotisch erfolgreich therapiert wurde, so dass die Patientin als geheilt entlassen werden konnte. Des Weiteren trat bei einer Patientin eine Darmparalyse mit Elektrolytentgleisung auf, so dass die Patientin an einem Multiorganversagen verstarb.

Bei der ersten Nachuntersuchung zeigte sich auf der konventionellen Röntgenaufnahme bei drei Patienten ein Bruch der Drahtcerclage. Ursache hierfür war ein technischer Defekt der Verplombung (Verschlußplombe). In keinem Fall konnten Lockerungszeichen der implantierten Prothese auf den Nachuntersuchungsbildern nachgewiesen werden.

4. Diskussion

Trotz der Fortschritte in der konservativen und operativen Behandlung von Humeruskopfmehrfragmentfrakturen, kommt es häufig nicht zu einem befriedigenden Ausheilungsergebnis, insbesondere im Falle von schweren Humeruskopfmehrfragmentfrakturen beim älteren Patienten. Eine Humeruskopfnekrose kann sich selbst nach mehreren Jahren einstellen und das funktionelle Resultat einschränken [73,88,89]. Zusätzlich stellen Humeruskopfmehrfragmentfrakturen eine hohe Herausforderung an den Operateur dar [90,91]. Die Literatur beschreibt viele unterschiedliche Behandlungsmöglichkeiten. Diese erstrecken sich von der konservativ-funktionellen Therapie über geschlossene oder offene Repositionen, von der Implantation unterschiedlichen Osteosynthesematerials über den primär prosthetischen Ersatz des Humeruskopfes [90,92].

Selbst durch die verbesserten Kenntnisse der funktionellen Anatomie und Biomechanik und gewisser Fortschritte durch die bildgebenden Verfahren in der initialen Diagnostik, geben komplexe Humeruskopfmehrfragmentfrakturen dem Operateur nach wie vor erhebliche Behandlungsprobleme auf [90]. Eine Empfehlung für die Wahl des Osteosyntheseverfahrens ist deshalb schwierig [6,93].

Allgemein akzeptiert ist ein operatives Vorgehen bei Luxationsfrakturen, dislozierten Mehrfragmentfrakturen, Abrissfrakturen des Tuberculum majus mit Dislokation nach kranial sowie epiphysären Frakturen mit Repositionshindernis bei jüngeren Patienten [62,94]. Bei älteren Patienten wird teilweise noch immer eher zur konservativen Behandlung geraten [62,94]. Neer, Stableforth und Svend-Hansen konnten in ihren Studien belegen, dass die konservative Behandlung von Mehrfragmentluxationsfrakturen beim älteren Patienten übereinstimmend noch zu unbefriedigenden funktionellen Ergebnissen führt [4,95,96]. Langzeitbeobachtungen ließen eine Reihe von Problemen erkennen, die im Wesentlichen in einer funktionellen Beeinträchtigung durch Inkongruenzen bestanden [97,98].

Kuner et al zeigten in ihrer Studie, dass bei Plattenosteosyntheseverfahren nach Vier-Fragment-Frakturen eine Nekroserate von 50% [88] bis 90% [4] aufgetreten ist. Kasperezyk et al dagegen zeigte, dass die Minimalosteosynthese beim älteren Patienten mit Osteoporose und Mehrfragmentfrakturen, im Vergleich zur konventionellen offenen Osteosynthese, eine geringere Humeruskopfnekroserate aufwies [88,99].

Hente et al konnten in einer prospektiven Studie mit 35 konsekutiven dislozierten Drei- und Vier-Fragment-Frakturen einschließlich der Luxationsfrakturen, welche mit einer winkelstabilen Platte versorgt wurden zeigen, dass es lediglich in 16% der Fälle (4% bei den nicht luxierten Frakturen, 80% bei den luxierten Frakturen) zu einer partiellen Humeruskopfnekrose kam [100]. Kasperezyk berichtete, dass 26 Monate nach Minimalosteosyntheseverfahren von Vier-Fragment-Frakturen 13 Patienten (mit einem Durchschnittsalter von 57,8 Jahren) einen Constant-Murley-Score von 88 Punkten aufwiesen [99]. Der Autor selbst führt aber seine günstigen Resultate auf das junge Alter und den besonderen Compliance seiner Patienten zurück [99]. Dass das Alter bei der Versorgung der Humeruskopfmehrfragmentfraktur mit einer winkelstabilen Platte eine entscheidende Rolle spielt, zeigte sich in einer prospektiven Studie von Sadowski et al. Vier von sieben Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 75 Jahren zeigten nach operativer Behandlung mit einer Plattenosteosynthese eine 100%ige Fehlerrate. Es traten bereits sieben Tage postoperativ Komplikationen in Form von Frakturdislokationen und Penetration der implantierten Schrauben durch den Humeruskopfes auf [101]. Bei Patienten mit osteoporotischen Knochen sollte daher auf die konventionelle Osteosynthese verzichtet werden, da das Ergebnis unbefriedigend sei [101]. Als Ursache für das höhere Risiko avaskulärer Knochennekrosen nach Platten- im Vergleich zur Minimalosteosynthese, führten Jakob et al die vermehrte Gefäßkompromittierung an [73,102,103,104].

Eine AO-Studie beschreibt die Inzidenz von Humeruskopfnekrosen nach Plattenosteosynthese in 44,6% und nach Minimalosteosynthese in 33,3% der Fälle [60]. Damalige Erkenntnisse über die Frakturmorphologie und Vaskularisation des proximalen Humerus haben zu dem Konzept der minimal invasiven biologischen Osteosynthese geführt und die rigide Plattenosteosynthese, mit ihrem hohen Nekroserisiko, auf wenige Indikationen reduziert [105, 106].

Das führte zu einer Senkung der Nekrosehäufigkeit [105, 106].

Rader et al vertrat in seiner Studie von 1992 die Ansicht, dass die komplett avaskuläre Nekrose des Kopffragmentes, auch bei bereits vorliegender partieller Nekrose, durch ein rasches Knochenremodeling mit Revaskularisierung oftmals vermieden werden kann [63,74,107,108].

Mathews und Lobenhoffer konnten in ihrer aktuellen prospektiven Studie mit 39 Patienten im Jahr 2004 zeigen, dass als Alternative zur konventionellen Plattenosteosynthese, auch mittels neuer winkelstabiler antegrader Marknagelsysteme bei instabilen Humeruskopfmehrfragmentfrakturen (16 Zwei-, 22 Drei- und 3 Vier-Fragment-Frakturen) gute funktionelle Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Patienten erreichten im Mittel einen Constant-Murley-Score von $57\pm12\%$. Im Vergleich zu den bisher zur Verfügung stehenden Osteosythesen, war mit dem winkelstabilen Marknagel auch bei älteren Patienten mit schlechter Compliance eine sichere und übungsstabile Versorgung instabiler Oberarmkopffrakturen (primär Zwei- und Drei-Fragment-Frakturen), ohne die sonst bekannten implantatbedingten Komplikationen, möglich [71]. Dies zeigte sich auch in einer aktuellen prospektiven Studie von Werner A. et al. Das Durchschnittsalter betrug hier 56 Jahre. Der mittlere Constant-Murley-Score bei der Nachuntersuchung (Mittel 36,4 Monate) betrug 70 Punkte [109]. Stedtfeld et al konnte dagegen in seiner Studie zeigen, dass die Hauptkomplikation der antograd implantierten intramedullären Marknägel die Protusion der Schrauben in das Glenohumeralgelenk sei [72]. Der erfolgreichen operativen Rekonstruktion des Humeruskopfes mit minimal-invasiven Techniken seien häufig Grenzen gesetzt [97]. Mit steigender Komplexität des Traumas sind den gelenkerhaltenden Maßnahmen Grenzen gesetzt, welche heute durch den primären alloplastischen Kopfersatz (Schulterendoprothesen) ergänzt werden [105,110].

In der Vergangenheiten erzielten Behandlungen der dislozierten Frakturen mit einem prothetischen Ersatz eher ernüchternde Ergebnisse [111].

Ausgangspunkt der modernen Schulterimplantate war das Neer-II-System, eine kraftschlüssige, nicht verblockte Totalendoprothese mit konformen Krümmungsradien und verbessertem Luxationsschutz [29]. Die häufigste Komplikation, welche nach Implantation einer Humeruskopfprothese auftreten kann, ist die Instabilität. In der Literatur werden Subluxations- oder Luxationsraten zwischen 0-38% geschildert. Instabilitäten können sich auf verschiedenen Wegen präsentieren, sei es als Subluxation oder freie Dislokation [112]. Im Krankengut dieser Arbeit zeigt sich bei 44 Schulterendoprothesenrevisionen nach Arthroplastik die Instabilität als häufigste Komplikation, wobei die Ergebnisse mit einem Gesamtscore nach Constant-Murley von 41,9 Punkten in keiner Weise die Werte für die Primärarthroplastiken wiederspiegeln können [111]. Kollig et al berichtete dagegen in seiner Studie von 2003 über recht gute funktionelle Ergebnisse. 46 Patienten, welche im Zeitraum von 1983 bis 1996 mit einer Neer II Prothese operativ bei Humeruskopfmehrfragmentfraktur versorgt wurden, zeigten einen Constant-Murley-Score von durchschnittlich 66,2 Punkten und eine Patientenzufriedenheit von 76,3% [113].

Verschiedene aktuelle Studien haben über gute funktionelle Resultate nach primär prothetischer Versorgung von proximalen Humeruskopfmehrfragmentfrakturen berichtet [5].

Kaspereczyk et al konnten in ihrer Studie von 1993 zeigen, dass ältere Patienten in reduziertem Allgemeinzustand und/oder mit geringer Erwartungshaltung, primär endoprothetisch versorgt werden sollten [99]. Kaspereczyk kam in seiner Studie mit 171 Patienten zu dem Ergebnis, dass Patienten nach Vier-Fragment-Frakturen des Humeruskopfes, die primär prothetisch versorgt wurden, zu 80% ein befriedigendes oder, im Vergleich mit anderen Methoden, ein besseres Resultat erzielten [6,93,95,99,115].

Bosch et al konnten ebenfalls in einer retrospektiven Studie mit 26 Patienten zeigen, dass die frühe endoprothetische Versorgung, gegenüber der späteren endoprothetischen Versorgung, zu signifikant besseren Ergebnissen im UCLA-Score und im Constant-Murley-Score führte [97].

Insbesondere war die Anteversion mit durchschnittlich $94,1^\circ$ vs. $63,0^\circ$ signifikant besser.

Der sekundäre Humeruskopfersatz nach dislozierten Mehrfragmentfrakturen des proximalen Humerus führte zu schlechteren funktionellen Ergebnissen [97]. Cofield und Tanner berichteten ebenfalls über schlechtere Resultate nach prosthetischer Versorgung von veralteten Vier-Fragment-Frakturen [6, 116,117]. Dies konnten auch Frich et al bei Patienten, welche primär bei einer Humeruskopfmehrfragmentfraktur erfolglos konservativ oder osteosynthetisch behandelt wurden, zeigen. Sie wiesen aufgrund residueller Schmerzen ein deutlich schlechteres Resultat auf [118]. Gründe für die schlechtere Prognose nach verspäteter und/oder sekundärer prosthetischer Versorgung sind die schlechteren Weichteilverhältnisse, Retraktionen von Sehnen und Muskeln, Kontrakturen und Vernarbungen der Muskulatur, in Fehlstellung anfixierte Tuberositates, begleitende Verletzungen von Nerven und Verkürzungen des Humerusschafts [5,17]. Bei Verletzungen bzw. Schäden der Rotatorenmanschette, ist mit einem bleibenden funktionellen Defizit zu rechnen. Hier muss die Erlangung einer Schmerzfreiheit als akzeptables Resultat beurteilt werden [5].

In der Studie von Hawkins und Switlyk betrug, nach primärer Versorgung von mit einer Humeruskopfendoprothese versorgten Drei- und Vier-Fragment-Frakturen, die durchschnittliche Punktzahl im U.C.L.A.-Score 24 [119]. Auch in unserem Patientengut betrug der U.C.L.A.-Score durchschnittlich nach einem Jahr 26 Punkte.

Moeckel et al fanden bei 22 Patienten (Durchschnittsalter 70 Jahre) eine Elevation von 119° [120]. Tanner und Cofield fanden bei 16 Patienten (Durchschnittsalter 69 Jahre) eine Elevation von 101° [6]. Compito fand bei 64 Patienten (Durchschnittsalter 62 Jahre) eine aktive Elevation von 124° , wobei diese bei knapp der Hälfte sogar über 140° betrug [115]. Hawkins berichtete von 20 Fällen (Durchschnittsalter 64 Jahre), wobei diese eine Elevation von 72° erreichten [119]. Nach einem Jahr betrug die Elevation in unserem Patientengut 82° .

Dass das Alter des Patienten eine entscheidende Rolle für das zu erwartende funktionelle Resultat spielt, hat Moeckels Untersuchung gezeigt [120]. Je jünger der Patient war, umso günstiger war das zu erwartende funktionelle Resultat. [120]

Dies belegten auch Kasperezyk und Sadowski in ihren Studien [99, 101]. Letzteres war auch umso günstiger, je kleiner das zeitliche Intervall zwischen Unfall und operativer Versorgung war. Frakturtyp und das Geschlecht des Patienten spielten keine relevante Rolle [99].

Schai et al und Moeckel et al untersuchten das Ergebnis verschiedener Therapieverfahren und fanden bei den Vier-Fragment-Frakturen die höchsten Werte im Constant-Murley-Score bei den primär prothetisch versorgten Patienten, währenddem diese bei den sekundär prothetisch versorgten Patienten deutlich tiefer lagen [120,121]. Bei den Drei-Fragment-Frakturen hingegen schnitt die Plattenosteosynthese besser ab, während die sekundär implantierte Humeruskopfendoprothese die schlechteren Resultate aufwies [120]. Die von Schai et al aufgeführte Studie konnte von Boss und Hintermann bestätigt werden. In ihrer prospektiven Studie mit 27 Patienten, wurden komplexe Humeruskopffrakturen beim älteren Menschen primär mit einer Humeruskopfprothese versorgt, die, gegenüber den anderen Verfahren, eine geeignete Alternative sei [122]. Im Rahmen einer von Schmal, Klemt und Südkamp durchgeführten aktuellen Fall-Kontroll-Studie, an 20 primär implantierten Humeruskopfprothesen mit vorausgegangener dislozierten Vier-Fragment-Fraktur, betrug der mittlere Constant-Murley-Score, nach 14 Monaten, 52 Punkte [123]. In der von Christoforakis et al durchgeführten Studie an 16 Patienten, erreichten die Patienten, nach 45,7 Monaten, sogar einen Constant-Murley-Score von 75,8 Punkten [124].

In unserem Patientengut erreichten die Patienten nach einem Jahr einen Constant-Murley-Score von 56 Punkten.

Insbesondere bei älteren Patienten sollte daher der Entschluss zum prothetischen Humeruskopfersatz von Vier-Fragment-Frakturen des Humeruskopfes primär erfolgen, wobei Einschränkungen hinsichtlich Mobilität und Funktion zu berücksichtigen sind [112,123,125]. Die Positionierung der Tubercula und ihre Osteosynthese ist kritisch hinsichtlich der Einheilung zu betrachten. Eine ausbleibende Konsolidierung der Tubercula lässt nach Habermeyer und Ebert kein befriedigendes Endresultat erwarten [29,126]. Mighell et al (2003) konnte in seiner prospektiven Studie zeigen, dass es, wenn das Tuberculum majus um mehr als 2mm vom Humeruskopf disloziert war, zu einer Malnutrition kam [127].

Aus diesem Grund fordert Hessmann et al ein besseres Verständnis für die Probleme dieser Verletzung [65,66,67]. Bei prothetischem Ersatz des Oberarmkopfes, muss daher auf eine sichere Fixation geachtet werden, um deren Migration mit nachfolgender Frakturheilung in Fehlstellung vorzubeugen [112].

Das funktionelle Resultat hängt dabei von der Operationstechnik, der Qualität der Rotatorenmanschette und der Schulterbeweglichkeit vor dem Unfall ab [5,6,91,118,119]. Fehlposition der Humeruskopfprothese bezüglich Höhe und Rotation, inadäquate Fixation der Tubercula mit sekundärer Dislokation, Prothesenlockerung, inadäquate Rehabilitation, Instabilität des Schultergelenks mit Subluxation oder Luxation des Prothesenkopfes, Lockerung der Prothese, Infekt und periartikuläre Ossifikation, residuelle Instabilität und Insuffizienz der Rotatorenmanschette sind weitere mögliche Komplikationen, häufig ausgehend von ungenügender Erfahrung des Operateurs und mangelnder Technik [115, 128].

Eine prospektive Studie von Parsch et al und Wittner et al mit 70 Patienten (> 65 Jahre) zeigte, dass die Prävalenz intraoperativ identifizierter Rotatorenmanschettendefekte nach dislozierter Humeruskopfmehrfragmentfraktur beim älteren Patienten wesentlich geringer ist, als dies anhand von kernspintomographischen, sonographischen und Sektionsstudien an Patienten gleichen Alters zu erwarten wäre. Die Rotatorenmanschette steht demnach als stabiler Retentionsanker für osteosynthetische Verfahren und für den endoprothetischen Ersatz auch bei älteren Patienten in den meisten Fällen zur Verfügung [129]. Für die Stabilität und die Beweglichkeit ist neben der Muskulatur auch die Erhaltung der Humeruslänge entscheidend [5].

In den letzten Jahren wurde vor allem beim älteren Patienten vermehrt die primär prothetische Versorgung der Humeruskopfmehrfragmentfraktur gefordert [74,88,99,101]. Aus diesem Grund sollte bei älteren Patienten die Implantation einer Humeruskopfprothese als primäres Verfahren der Wahl favorisiert werden. Trotzdem wird von verschiedener Seite noch immer große Zurückhaltung zur primären Implantation einer Humeruskopfprothese geübt, und diese Methode wird weiterhin eher als Option für Folgeeingriffe gesehen [74,88,99,101,125].

Als mögliche Indikationen für eine primäre Implantation einer Humeruskopfendoprothese bei Frakturen wurden Vier-Fragment-Frakturen, Mehrfragmentluxationsfrakturen, Humeruskopftmehrfragmentfrakturen, ausgedehnte Humeruskopfimpressionsfrakturen mit mehr als 50% Kopfdefekt und, beim älteren Patienten mit schlechter Knochenqualität und extensiver Trümmerzone, auch Drei-Fragment-Frakturen sowie Zwei-Fragment-Frakturen mit großer Dislokation genannt [115,120,130,131].

Die Prothesenimplantation kann zwar die Gelenkflächen ersetzen, die Knochenlänge des Humerus kann weitgehend wieder hergestellt werden, die Muskulatur dagegen kann nicht ersetzt werden. Sie kann gegebenenfalls repariert werden [57,119]. Die Wünsche und Vorstellungen des Patienten bei der Auswahl der Therapieform spielen zudem eine sehr große Rolle und sollten berücksichtigt werden [119,132,133]. Ohne eine entsprechende Motivation beziehungsweise Compliance des Patienten, werden selbst bei optimalen physischen Bedingungen aufgrund der intensiven Nachbehandlung keine befriedigenden Ergebnisse zu erzielen sein [119,132,133]. Physiotherapeutische Maßnahmen sind oft bis zu einem Jahr notwendig. Moeckel forderte gar, vor der Krankenhausentlassung, eine passive Flexion von 140° [120,134,135].

In mehreren Studien wie zum Beispiel von Tingart et al [136] und von Werner et al konnte an einem Patientengut von 29 Patienten gezeigt werden, dass nach operativer Versorgung dislozierter Humeruskopfmehrfragmentfrakturen eine Diskrepanz zwischen der subjektiven Einschätzung des Patienten und ihrem dazugehörigen Constant-Murley-Score bestand [109]. In der subjektiven Bewertung beurteilten 57% der Patienten ihre Schulterfunktion als „sehr gut“ bzw. „gut“, in der Score basierten Bewertung erreichten nur 37% der Patienten nach Constant-Murley ein entsprechendes Ergebnis [109]. Mighell et al (2003) konnte dagegen in seiner prospektiven Studie mit 71 Patienten, welche mit einer Humeruskopfprothese versorgt wurden zeigen, dass 93% (66 Patienten) komplett schmerzfrei waren.

In unserem Patientengut beurteilten 83,3% der Patienten ihre Schulterfunktion nach einem Jahr als „sehr gut“ bzw. „gut“. Was die Schmerzen anbelangt, so waren 83,3% der Patienten nach einem Jahr komplett schmerzfrei.

Auch wenn gelegentlich ein Funktionsverlust der Schulter zurückbleibt, ist dieser für die Bewältigung der täglichen Anforderungen an den älteren Patienten nicht relevant, insbesondere was die Erhaltung der Selbständigkeit anbelangt. Unsere Ergebnisse lassen uns auch in Zukunft daran festhalten, dislozierte Humeruskopftmehr-fragmentfrakturen beim älteren Patienten primär mit einer Humeruskopfprothese zu behandeln.

5. Zusammenfassung

Einleitung:

Nach wie vor stellt die dislozierte oder instabile proximale Humerusmehrfragmentfraktur ein unzureichend gelöstes Problem dar. Die Humeruskopffraktur stellt mit einer Prävalenz von 4-5% eine der häufigsten Frakturen des Menschen, vor allem im höheren Lebensalter dar. Die primäre Hemiarthroplastik nimmt neben der konservativen Behandlung oder osteosynthetischen Verfahren einen noch geringen aber wachsenden Stellenwert bei der Versorgung der Humeruskopfmehrfragmentfraktur ein. Ziel dieser prospektiven Studie bestand in der Evaluation der mittelfristigen Ergebnisse bei der Behandlung der dislozierten Humeruskopfmehrfragmentfraktur mit einer modularen Schulterendoprothese (EPOCA C.O.S., Fa.Argomedical, Gifhorn, Deutschland).

Material und Methoden:

Von November 2000 bis August 2002 wurden an der Universität Rostock in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie 22 Patienten, die sich eine dislozierte Humeruskopfmehrfragmentfraktur (IV/4, V/4, VI/4 nach NEER und head split fraktur) zugezogen hatten, mit einer modularen Humeruskopfprothese (Schulterhemiprothese des Typs EPOCA C.O.S.) versorgt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 75,3 Jahre (52 - 92). Die Patienten wurden nach einem halben und nach einem Jahr zu einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung einbestellt. Bei dem ersten Nachuntersuchungstermin konnten 20 Patienten, bei dem zweiten Nachuntersuchungsterminen 12 Patienten gesehen werden. Bei der Untersuchung wurde der Score nach Constant und Murley (max.100 Punkte) und das UCLA Rating System (max. 35 Punkte) zur Beurteilung der Funktion der Rotatorenmanschette erhoben.

Ergebnisse:

Der Score nach Constant and Murley verbesserte sich von 48,9 ($\pm 15,8$) nach einem halben Jahr auf 56 ($\pm 21,9$) bei der zweiten Nachuntersuchung nach einem Jahr. Ebenso verbesserte sich die Funktion der Schulter gemessen am UCLA Rating System (24,2 ($\pm 4,5$); 26,2 ($\pm 5,6$)).

10 Patienten (83,3%) waren ein Jahr nach der Operation schmerzfrei und mit dem Ergebnis sehr zufrieden. In Anbetracht der Schwere dieser Verletzungen mit von vornherein ungünstiger Prognose sind die Resultate dieser Studie positiv zu werten, insbesondere was die erreichte Schulterfunktion bezüglich Anforderungen des Alltags anbelangt.

Schlussfolgerung:

Der osteoporotische Knochen des alten Menschen erlaubt oftmals keine übungsstabile osteosynthetische Versorgung einer Humeruskopfmehrfragmentfraktur. In diesen Fällen ist die primäre Hemiarthroplastik das Verfahren der Wahl und erlaubt eine sofortige aktive wie passive Übungsbehandlung.

6. Literaturverzeichnis

1. **Swanson AB, de Groot Swanson G, Sattel AB, Cendo RD, Hynes D, Jar-Ning W.** Bipolar implant shoulder arthroplasty. Long-term results. Clin Orthop. 1989 Dec;(249):227-47.
2. **Barrett WP, Franklin JL, Jackins SE, Wyss CR, Matsen FA 3rd.** Total shoulder arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1987 Jul;69(6):865-72.
3. **Cofield RH.** Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis. J Bone Joint Surg Am. 1984 Jul;66(6):899-906.
4. **Neer CS 2nd.** Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. J Bone Joint Surg Am. 1970 Sep;52(6):1090-103.
5. **Neer CS 2nd, Watson KC, Stanton FJ.** Recent experience in total shoulder replacement. J Bone Joint Surg Am. 1982 Mar;64(3):319-37.
6. **Tanner MW, Cofield RH.** Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. Clin Orthop. 1983 Oct;(179):116-28.
7. **Wiedemann N.** Schulter- und Ellenbogengelenkprothesen. 1996: Dissertation an der Medizinischen Fakultät der freien Universität Berlin.
8. **Bigliani LU, McCluskey GM 3rd.** Prosthetic replacement in acute fractures of the proximal humerus. Semin Arthroplasty. 1990 Oct;1(2):129-37.
9. **Pean JE.** The classic: On prosthetic methods intended to repair bone fragments. Clin Orthop. 1973 Jul-Aug;94:4-7.
10. **Feldman F.** The radiology of total shoulder prostheses. Semin Röntgenol. 1986 Jan;21(1):47-65.

11. **Gristina AG, Romano RL, Kammire GC, Webb LX.** Total shoulder replacement. *Orthop Clin North Am.* 1987 Jul;18(3):445-53.
12. **Schauffler RM.** Transplant of the upper extremity of the fibula to replace the upper extremity of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1926; 8:723.
13. **Schiller K, Schweiberer L, Habermeyer P, Krueger P, Wiedemann E.** Current status of ligament injuries of the large joints. *Chirurg.* 1988 Nov;59(11):689-96.
14. **Groves EWH.** Methods and results of transplantation of bone in the repair of defects caused by injury or disease. *Br J Surg.* 1917, 5:185.
15. **Richard A, Judet R, Rene L.** Reconstruction of the humerus with acrylic prosthesis with special reference to fractures-luxations. *J Chir (Paris).* 1952 Aug-Sep;68(8-9):537-47.
16. **Lynn TA, Alexakis PG, Bechtol CO.** Stem prosthesis to replace lost proximal humerus. *Clin Orthop.* 1965 Nov-Dec;43:245-7.
17. **Neumann K, Muhr G, Breitfuss H.** Primary humerus head replacement in dislocated proximal humeral fracture. Indications, technique, results. *Orthopäde.* 1992 Apr;21(2):140-7.
18. **Boron R, Sevin L.** Acrylic prosthesis of the shoulder. *Presse Med.* 1951 Nov 10;59(71):1480.
19. **Edelmann G.** Immediate therapy of complex fractures of the upper end of the humerus by means of acrylic prosthesis. *Presse Méd.* 1951; 59:1777.
20. **Van der Ghinst M, Houssa P.** Acrylic prostheses in fractures of the proximal ends of the extremities. *Acta Chir Belg.* 1951 Jan;50(1):31-40.

21. **Krueger FJ.** A vitallium replica arthroplasty on the shoulder: A case report of aseptic necrosis of the proximal end of the humerus. *Surgery*. 1951; 30:1005-1011.
22. **Neer CS 2nd.** Indications for replacement of the proximal humeral articulation. *Am J Surg*. 1955 Apr;89(4):901-7.
23. **Venable CS.** An elbow and an elbow prosthesis; case of complete loss of the lower third of the humerus. *Am J Surg*. 1952 Mar;83(3):271-5.
24. **Neer CS 2nd.** Articular replacement for the humeral head. *Clin Orthop*. 1994 Oct(307):3-6.
25. **Neer CS 2nd.** Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. By Charles S. Neer, I, 1970. *Clin Orthop*. 1987 Oct;(223):3-10.
26. **Neer CS 2nd.** Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 1974 Jan;56(1):1-13.
27. **Neer CS 2nd.** Prosthetic replacement of the humeral head: Indications and operative technique. *Surg Clin North Am*. 1963 Dec;43:1581-97.
28. **Neer CS 2nd.** Follow-up notes on articles previously published in the journal: Articular replacement for the humeral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1964 Oct;46:1607-10.
29. **Habermeyer P, Ebert T.** Current status and perspectives of shoulder replacement. *Unfallchirurg*. 1999 Sep;102(9):668-83.
30. **Mathys R.** Standing position for handling of synthetics for artificial joints. *Aktuell Traumat*. 1973; 3:253.

31. **Mathys R, Mathys R Jr.** Isoelastic prostheses of the shoulder joint. 1. Raw materials instrumentation-prostheses models. *Aktuelle Probl Chir Orthop.* 1977;1:9-16.
32. **Habermeyer P, Schweiberer L.** Corrective interventions subsequent to humeral head fractures. *Orthopäde.* 1992 Apr;21(2):148-57.
33. **Mackay DC, Hudson B, Williams JR.** Which primary shoulder and elbow replacement? A review of the results of prostheses available in the UK. *Ann R Coll Surg Engl.* 2001 Jul, 83(4):258-65.
34. **Cockx E, Claes T, Hoogmartens M, Mulier JC.** The isoelastic prosthesis for the shoulder joint. *Acta Orthop Belg.* 1983 Jan-Apr;49(1-2):275-85.
35. **Habermeyer P, Schweiberer L.** Alloplastic of the shoulder joint. *Schulterchirurgie, Urban und Schwarzenberg, 2. Aufl.* 1996: 305-325.
36. **Boileau P, Walch G.** The three-dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Sep;79(5):857-65.
37. **Habermeyer P, Schweiberer L.** Fractures of the humeral head. Conservative and surgical differential therapy. *Unfallchirurg.* 1991 Sep;94(9):438-46.
38. **Lill H, Sangmeister M, Hillrichs B, Lange K, Echtermeyer V.** Bilateral luxatio erecta of the shoulder joint-a rare injury. Management and therapy in polytrauma patients. *Unfallchirurg.* 1996 Oct;99(10):801-5.
39. **Voss H, Herrlinger R.** Paperback of the anatomy. Urban & Fischer, Mchn. 1985 Feb.

40. **Poppen NK, Walker PS.** Normal and abnormal motion of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1976 Mar;58(2):195-201.
41. **Post M, Jablon M, Miller H, Singh M.** Constrained total shoulder joint replacement: a critical review. *Clin Orthop.* 1979 Oct;(144):135-50.
42. **Franke R.** Untersuchungsergebnisse von operativen mit Minimal-osteosynthesen versorgten proximalen Humerusfrakturen. 1996: Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Heinrich Heine Universität Düsseldorf.
43. **Skrudies B, Wening JV, Jungbluth KH.** Humerus head resection as therapy of compound fracture of the upper arm-results. *Langenbecks Arch Chir.* 1990;375(4):225-30.
44. **Laing PG.** The arterial supply of the adult humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1956 Oct;38-A(5):1105-16.
45. **Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS.** The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Dec;72(10):1486-94.
46. **Brooks CH, Revell WJ, Heatley FW.** Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures. An anatomical cadaver study. *J Bone Joint Surg Br.* 1993 Jan;75(1):132-6.
47. **Menck J, Dobler A, Döhler JR.** Vascularization of the humerus. *Langenbecks Arch Chir.* 1997;382(3):123-7.
48. **Frick H, Leonhardt H, Starck D.** General anatomy, special anatomy. Thieme, 2. Aufl. 1980.

49. **Kuner EH, Siebler G.** Dislocation fractures of the proximal humerus--results following surgical treatment. A follow-up study of 167 cases. *Unfallchirurg.* 1987 Apr;13(2):64-71.
50. **Wiendl HJ.** Osteosynthesis of the humerus. *Unfallchirurg.* 1994;113-24.
51. **Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM.** The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 2001 Aug;72(4):365-71.
52. **Bosch U, Skutek M, Fremerey RW, Tscherne H.** Outcome after primary and secondary hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 Sep-Oct;7(5):479-84.
53. **Codman EA.** Rupture of the supraspinatus tendon. 1911. *Clin Orthop.* 1990 May;(254):3-26.
54. **Pütz MA.** Med-World AG, Aktiengesellschaft zur Darstellung von Medizin und Gesundheit im Internet. 2004 Feb.
55. **Bosch U, Fremerey RW, Skutek M, Lobenhoffer P, Tscherne H.** Hemiarthroplasty--primary or secondary measure for 3- and 4-fragment fractures of the proximal humerus in the elderly. *Unfallchirurg.* 1996 Sep;99(9):656-64.
56. **Damanakis K, Schaal O, Mann J, Muller KH.** Modified treatment concept in fractures of the humeral head in elderly patients. *Unfallchirurg.* 1996 Aug;99(8):561-8.
57. **Jensen GF, Christiansen C, Boesen J, Hegedus V, Transbol I.** Relationship between bone mineral content and frequency of postmenopausal fractures. *Acta Med Scand.* 1983;213(1):61-3.

58. **Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-Madsen J, Grum B, Horsnaes MW, Aalberg JR.** Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1987 Feb;58(1):75-7.
59. **Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L.** Dislocated multiple fragment fractures of the head of the humerus. Does dislocation of the humeral head fragment signify a worse prognosis. *Unfallchirurg.* 1997 Feb;100(2):105-10.
60. **Neer CS 2nd, Welsh RP.** The shoulder in sports. *Orthop Clin North Am.* 1977 Jul;8(3):583-91.
61. **Siebler G, Walz H, Kuner EH.** Minimal osteosynthesis of fractures of the head of the humerus. Indications, technic, results. *Unfallchirurg.* 1989 Apr;92(4):169-74.
62. **Wiedemann E, Schweiberer L.** Closed treatment of fractures of the humeral head. Indications, technique, limits. *Orthopäde.* 1992 Apr;21(2):106-14.
63. **Gautier E, Slongo T, Jakob RP.** Treatment of subcapital humerus fracture with the Prevot nail. *Z Unfallchir Versicherungsmed.* 1992;85(3):145-55.
64. **Robinson CM, Christie J.** The two-part proximal humeral fracture: a review of operative treatment using two techniques. *Injury.* 1993 Feb;24(2):123-5.
65. **Hessmann MH, Rommens PM.** Osteosynthesis techniques in proximal humeral fractures. *Chirurg.* 2001 Nov;72(11):1235-45.
66. **Lill H, Josten C.** Conservative or operative treatment of humeral head fractures in the elderly. *Chirurg.* 2001 Nov;72(11):1224-34.

67. **Resch H, Hubner C, Schwaiger R.** Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head. *Injury.* 2001 May;32 Suppl 1:SA25-32.
68. **Kohler A, Simmen HP, Duff C, Kach K, Trentz O.** Osteosynthesis of subcapital humerus fractures with unconventional use of implants. *Swiss Surg.* 1995;(2):114-7.
69. **Speck M, Lang FJ, Regazzoni P.** Proximal humeral multiple fragment fractures-failures after T-plate osteosynthesis. *Swiss Surg.* 1996;(2):51-6.
70. **Koval KJ, Blair B, Takei R, Kummer FJ, Zuckerman JD.** Surgical neck fractures of the proximal humerus: A laboratory evaluation of ten fixation techniques. *J Trauma.* 1996 May;40(5):778-83.
71. **Mathews J, Lobenhoffer P.** Results of the provision of unstable proximal humeral fractures in geriatric patients with a new angle stabilizing antegrade nail system *Unfallchirurg.* 2004 May;107(5):372-80.
72. **Stedtfeld HW, Attmanspacher W, Thaler K, Frosch B.** Fixation of humeral fractures with antegrade intramedullary nailing. *Zentralbl Chir.* 2003 Jan; 128(1):6-11.
73. **Jakob RP, Miniaci A, Anson PS, Jaberg H, Osterwalder A, Ganz R.** Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 Mar;73(2):295-8.
74. **Rader CP, Keller HW, Rehm KE.** Surgical treatment of dislocated 3 and 4-segment fractures of the proximal humerus. *Unfallchirurg.* 1992 Dec;95(12):613-7.
75. www.wikiservice.at/wikimed

76. **Post M, Haskell SS, Jablon M.** Total shoulder replacement with a constrained prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1980 Apr;62(3):327-35.
77. **Levy RN, Volz RG, Kaufer H, Matthews LS, Capozzi J, Sturm P, Sherry H.** Progress in arthritis surgery. With special reference to the current status of total joint arthroplasty. *Clin Orthop.* 1985 Nov;(200):299-321.
78. **Poll RG, Rozing PM.** Use of the Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991 Sep;73(8):1227-33.
79. **Hertel R, PD Dr.Univ. of Berne, Inselspital.** EPOCA Custom Offset, shoulder prosthesis. Argomedical. Nov. 1999.
80. **Neer CS 2nd.** Fracture classification systems: do they work and are they useful? *J Bone Joint Surg Am.* 1994 May;76(5):789-90.
81. **Habermeyer P, Schweiberer L.** Fractures of the proximal humerus. *Orthopäde.* 1989 Jun;18(3):200-7.
82. **Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H.** Manual der Osteosynthese. AO - Technik. Berlin Heidelberg New York. Springer Verlag,1992.
83. **Karnofsky DA.** Clinical evaluation of anticancer drugs. *DANN Monograph,* 1967, 2: 223-231.
84. **Constant CR, Murley AH.** A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop.* 1987 Jan;(214):160-4.
85. **Kay SP, Amstutz HC.** Shoulder hemiarthroplasty at U.C.L.A.. *Clin Orthop.* 1988 Mar;(228):42-8.

86. **Ellman H, Hanker G, Bayer M.** Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 1986 Oct;68(8):1136-44.
87. **Menche N**, Pflege Heute, Urban und Fischer, 3. Aufl. 2004:478.
88. **Kuner EH.** Fractures of the proximal humerus. Classification and treatment principles. *Z Unfallchir Versicherungsmed.* 1992;85(3):156-62.
89. **Berberat C, Gerber C.** Die klinische Bedeutung der posttraumatischen Humeruskopfnekrose. Inauguraldissertation Humanmedizin, Universität Bern. (1991).
90. **Siebenrock KA, Gerber C.** Classification of fractures and problems in proximal humeral fractures. *Orthopäde.* 1992 Apr;21(2):98-105.
91. **Babst R, Rikli DA.** New concepts for stabilizing proximal humeral fractures. *Ther Umsch.* 2003 Dec;60(12):737-43.
92. **Kollig E, Kutscha-Lissberg F, Roetman B, Dielenschneider D, Muhr G.** Complex fractures of the humeral head: Which long-term results can be expected? *Zentralbl Chir.* 2003 Feb;128(2):111-8.
93. **Gerber C, Hersche O, Berberat C.** The clinical relevance of post-traumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 Nov-Dec;7(6):586-90.
94. **Ruedi T, Schweiberer L.** Fractures of the proximal humerus. In: Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willeneger H (eds). *Manual of internal fixation*, 3rd edn., Berlin Heidelberg New York, Springer, (1991), pp438-441.
95. **Stableforth PG.** Four-part fractures of the neck of the humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1984 Jan;66(1):104-8.

96. **Svend-Hansen H.** Displaced proximal humeral fractures. A review of 49 patients. *Acta Orthop Scand.* 1974;45(3):359-64.
97. **Bosch U, Skutek M, Fremerey RW, Tscherne H.** Outcome after primary and secondary hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 Sep-Oct;7(5):479-84.
98. **Rüter A.** Indication and technique for shoulder endoprostheses in fractures. *Chirurg.* 2001 Nov;72(11):1246-52. Erratum in: *Chirurg* 2002 Mar;73(3):222.
99. **Kasperezyk WJ, Engel M, Tscherne H.** 4-fragment fracture of the proximal upper arm. *Unfallchirurg.* 1993 Aug;96(8):422-6.
100. **Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Füchtmeier B, Nerlich M.** Treatment of displaced 3- and 4-part fractures of the proximal humerus with fixator plate comprising angular stability *Unfallchirurg.* 2004 Sep;107(9):769-82.
101. **Sadowski C, Riand N, Stern R, Hoffmeyer P.** Fixation of fractures of the proximal humerus with the Plant Tan Humeus Fixator Plate: early experience with new implant. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003 Mar-Apr;12(2):148-51.
102. **Ko JY, Yamamoto R.** Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop.* 1996 Jun;(327):225-37.
103. **Sturzenegger M, Fornaro E, Jakob RP.** Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1982;100(4):249-59.
104. **Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P, Cundy PJ.** Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop.* 1993 Jul;(292):13-25.

105. **Habermeyer P.** The humeral head fracture. *Unfallchirurg.* 1997 Okt;100(10):820-37.
106. **Munst P, Kuner EH.** Osteosynthesis in dislocated fractures of the humerus head. *Orthopäde.* 1992 Apr;21(2):121-30.
107. **Jaberg H, Jakob RP.** Compound fractures of the proximal humerus. *Orthopäde.* 1987 Aug;16(4):320-35.
108. **Lee CK, Hansen HR.** Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures. *J Trauma.* 1981 Sep;21(9):788-91.
109. **Werner A, Böhm D, Ilg A, Gohlke F.** Die intramedulläre Drahtosteosynthese nach Kapandji bei der proximalen Humerusfraktur. *Unfallchirurg.* 2002 Apr;105(4):332-37.
110. **Speck M, Regazzoni.** 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus. Alternative Strategien der chirurgischen Behandlung. *Unfallchirurg.* 1997 May;100(5):349-53.
111. **Löhr JF, Flören M, Schwyzer HK, Simmen BR, Gschwend N.** Shoulder instability after primary joint replacement. *Orthopäde.* 1998 Sep.,27(8):571-75.
112. **Heers G, Torchia ME.** Schulterhemiarthroplastik bei proximalen Humerusfrakturen. *Orthopäde.* 2001 Jun.,30(6):386-49.
113. **Kollig E, Kutscha-Lissberg F, Roetman B, Mielke E, Muhr G, Hahn MP.** Primary hemiarthroplasty after complex fracture of the humeral head- Functional late results. *Zentralbl Chir.* 2003 Feb;128(2):125-30.

114. **Frich LH, Sojbjerg JO, Sneppen O.** Shoulder arthroplasty in complex acute and chronic proximal humeral fractures. *Orthopedics.* 1991 Sep;14(9):949-54.
115. **Compito CA, Self EB, Bigliani LU.** Arthroplasty and acute shoulder trauma. Reasons for success and failure. *Clin Orthop.* 1994 Oct;(307):27-36.
116. **Cofield RH.** Degenerative and arthritic problems of the glenohumeral joint. In: Rockwood CA, Matsen FA (eds),*The shoulder.* Saunders, Philadelphia London, 1990, pp678-749.
117. **Neer CS 2nd.** Fractures. In: Neer II CS *Shoulder reconstruction.* Saunders, Philadelphia London, 1990, pp363-398.
118. **Frich LH, Sojbjerg JO, Sneppen O.** Shoulder arthroplasty in complex acute and chronic proximal humeral fractures. *Orthopedics.* 1991 Sep;14(9):949-54.
119. **Hawkins RJ, Switlyk P.** Acute prosthetic replacement for severe fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop.* 1993 Apr;(289):156-60.
120. **Moeckel BH, Dines DM, Warren RF, Altchek DW.** Modular hemiarthroplasty for fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1992 Jul;74(6):884-9.
121. **Schai P, Imhoff A, Staubli AE.** Differential diagnosis and therapy of multi-fragment humeral head fracture--an analysis of three clinical studies. *Z Unfallchir Versicherungsmed.* 1993;86(1):27-39.
122. **Boss A, Hintermann B.** Primary endoprosthesis in comminuted humeral head fractures in elderly patients. *Unfallchirurg.* 1997 Nov;100(11):867-73.

123. **Schmal H, Klemt C, und Südkamp NP.** Evaluation of shoulder arthroplasty in treatment of four-fragment fractures of the proximal humerus. *Unfallchirurg.* 2004 July;107(7):575-82.
124. **Christoforakis JJ, Kontakis GM, Katonis PG, Maris T, Voloudaki A, Prassopoulos P, Hadjipavlou AG.** Relevance of the restoration of humeral length and retroversion in hemiarthroplasty for humeral head fractures. *Acta Orthop Belg.* 2003 Jun;69(3):226-32.
125. **Schittko A, Ruter A.** Proximal humeral fracture in the elderly. Primary head replacement as one alternative. *Chirurg.* 2003 Nov;74 (11):990-3.
126. **Demirhan M, Kilicoglu O, Altinel L, Eralp L, Akalin Y.** Prognostic factors in posthetic replacement for acute proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2003 Mar;17(3):181-8; discussion 188-9.
127. **Mighell MA, Kolm GP, Collinge CA, Frankle MA.** Outcomes of hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003 Nov-Dec;12(6):569-77.
128. **Wirth MA, Rockwood CA Jr.** Complications of shoulder arthroplasty. *Clin Orthop.* 1994 Oct;(307):47-69.
129. **Parsch D, Wittner B.** Die Prävalenz von Rotatorenmanschettendefekten bei der dislozierten Humeruskopffraktur des älteren Menschen. *Unfallchirurg.* 2000 Nov;103(11):945-48.
130. **Hawkins RJ.** Displaced proximal humeral fractures. *Orthopedics.* 1993 Jan;16(1):49-53.
131. **Huten D, Duparc J, Olivier H, Anract P, Fitoussi F.** Prostheses in recent and old complex injuries of the shoulder. *Chirurgie.* 1991;117(5-6):460-8.

132. **Lervick GN, Carroll RM, Levine WN.** Complications after hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. Instr. Course Lect. 2003;52:3-12.
133. **Coleman SH, Craig EV.** Hemiarthroplasty for complex fractures of the proximal humerus: Surgical technique and results with the Atlas trimodular prosthesis. Am J Orthop. 2002 Jan;31(1 Suppl):11-7.
134. **Christoforakis JJ, Kontakis GM, Katonis PG, Stergiopoulos K, Hadjipavlou AG.** Shoulder hemiarthroplasty in the management of humeral head fractures. Acta Orthop Belg. 2004 Jun;70(3):214-8.
135. **Schmidt-Wiethoff R, Wolf P, Lehmann M, Habermeyer P.** Shoulder arthroplasty Clinical results in 171 patients. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 2002 Jul-Aug;140(4):409-14.
136. **Tingart M, Bäthis H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T.** Constant-Score und Neer-Score. Unfallchirurg. 2001 Nov;104(11):1048-54.

7. Abbildungsverzeichnis

- a1. **Fu HF, Ticker BJ, Imhoff BA.** An Atlas of shoulder surgery. Appleton & Lange. Stamford, Ct, 1998, 320 pp.
- a2. **Fu HF, Ticker BJ, Imhoff BA.** An Atlas of shoulder surgery. Appleton & Lange. Stamford, Ct, 1998, 320 pp.
- b1. **Gohlke F, Hedtmann A.** Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Schulter; Georg Thieme Verlag 2002. Abb. 1.29a; S. 28.
- b2. **Gohlke F, Hedtmann A.** Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Schulter; Georg Thieme Verlag 2002. Abb. 6.10 c; S. 181.
- b3. **Gohlke F, Hedtmann A.** Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Schulter; Georg Thieme Verlag 2002. Abb. 18.2; S. 533.
- c4. - c16. **Hertel R.** PD Dr. Univ. of Berne, Inselspital. EPOCA-C.O.S. Prothese. EPOCA Custom Offset, shoulder prosthesis. Argomedical. Nov. 1999.
- d. **Friedl W.** Traumatologie. Georg Thieme Verlag 1997. Abb. 33; S. 31.
- e1. **Ruedi TP, Murphy WM.** AO Principles of fracture management. Fig. 4.2.1-1a. Georg Thieme Verlag 2000. S. 271.
- e2. **Ruedi TP, Murphy WM.** AO Principles of fracture management. Fig. 4.2.1-1a. Georg Thieme Verlag 2000. S. 272.
- f1. - f4. **Ilmer Ch.** Originalfotos des Verfassers. Postoperative Nachuntersuchung. Klinik und Poliklinik für Chirurgie Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie der Universität Rostock.

8. Selbstständigkeitserklärung

Ich, Christian Ilmer, geboren am 29.01.1975 in Bremervörde, erkläre:

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die ich wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen habe, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen, habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Universität Rostock zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

9. Danksagungen

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Th. Mittlmeier für die Überlassung dieses Themas. Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Dr. med. Philip Gierer bedanken, welcher sich die Zeit und Geduld nahm mich während dieser Studie zu betreuen, zu führen und zu leiten.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, welche mich immer uneingeschränkt unterstützt haben, mir mit Rat und Tat zur Seite standen und mir den nötigen Halt in meinem bisherigen Leben gaben.

10. Thesen

Thesen der Promotionsarbeit mit dem Thema

Die Humeruskopfmehrfragmentfraktur - Versorgung mit einer Humeruskopfprothese

Ergebnisse einer modularen Humeruskopfprothese im Rahmen einer prospektiven
Studie

Die dislozierten oder instabilen proximalen Humerusmehrfragmentfrakturen
stellen bis dato ein unzureichend gelöstes Problem dar.

Die primäre Hemiarthroplastik nimmt neben der konservativen Behandlung oder
osteosynthetischen Verfahren einen noch geringen aber stetig wachsenden
Stellenwert ein. Konkurrierend zum Gelenkteilersatz werden unterschiedliche
Operationsverfahren zum Kopferhalt empfohlen.

Vor allem im osteoporotischen Knochen ist eine übungsstabile osteosynthetische
Versorgung einer Humeruskopfmehrfragmentfraktur oftmals nicht möglich.

Für die Bewältigung der täglichen Anforderungen an den älteren Patienten, sowie
den Erhalt, der Selbständigkeit stellt die primäre endoprothetische Versorgung das
Verfahren der Wahl dar.

Die primäre endoprothetische Versorgung erlaubt eine sofortige aktive wie
passive Übungsbehandlung.

12. Anhang

Nachuntersuchungsbogen

Stationärer Aufenthalt

Name:

—————

Vorname:

—————

Geb.- Datum:

—————

Adresse:

—————

Tel.:

—————

Unfalldatum:

—————

Diagnose:

—————

betroffene Seite:

—————

Klassifikation nach Neer:

—————

Klassifikation nach AO:

—————

Voroperationen:

—————

Karnofsky - Index vor Fraktur:

Indikation zur Prothesenimplantation:

primäre Prothesenimplantation
Prothese zementiert
Prothese unzementiert
Osteosynthese
Sonstige

OP - Datum:

OP - Dauer:

Transfusion:

Erythrozytenkonzentrate (EK)

Komplikationen intraoperativ:

Komplikationen postoperativ:

Entlassungsdatum:

Entlassung nach:

Nachuntersuchung:

Name: _____

Vorname: _____

Nachuntersuchungsdatum: _____

Karnofski - Index bei der Nachuntersuchung:

Komplikationen bis zur Nachuntersuchung: _____

Constant - Score

1. Punkteschema für die Schmerzempfindung

	operative versorgte Seite
keine	
leichte	
mäßige	
starke	

gesunde Seite

2. Punkteschema für Alltagsaktivitäten

	operative versorgte Seite	
Voll arbeitsfähig	Ja / Nein	
Sport uneingeschränkt:	Ja / Nein	
Ungestörter Schlaf	Ja / Nein	

gesunde Seite	
Ja / Nein	
Ja / Nein	
Ja / Nein	

	o.p. - Seite	g
Hand bis ...		
Gürtellinie		
Xiphoid		
Hals		
Stirn		
Über den Kopf		
Total für Alltagsaktivitäten		

3. Punkteschema für Abduktion und Anteversion

operierte Seite

operierte Seite, aktiv			
Elevation/Retroversion			
Abduktion/Adduktion			
Innenrotation:			
Außenrotation			

operierte Seite, passiv			
Elevation/Retroversion			
Abduktion/Adduktion			
Innenrotation:			
Außenrotation			

operierte Seite	
gesunde Seite	

Abd.-pkt

gesunde Seite

gesunde Seite, aktiv			
Elevation/Retroversion			
Abduktion/Adduktion			
Innenrotation:			
Außenrotation			

gesunde Seite, passiv			
Elevation/Retroversion			
Abduktion/Adduktion			
Innenrotation:			
Außenrotation			

4. Punkteschema für die Außenrotation

Hand am Hinterkopf Ellenbogen nach vorne
 Hand am Hinterkopf Ellenbogen zur Seite
 Hand auf den Kopf Ellenbogen nach vorne
 Hand auf den Kopf Ellenbogen zur Seite
 Volle Elevation vom Scheitel ausgehend

operierte Seite	gesunde Seite
Ja / Nein	Ja / Nein
Ja / Nein	Ja / Nein
Ja / Nein	Ja / Nein
Ja / Nein	Ja / Nein
Ja / Nein	Ja / Nein

5. Punkteschema für die Innenrotation

Mit dem Handrücken der operierten Schulter

Außenseite Oberschenkel	
Gesäß	
lumbosacraler Übergang	
Gürtellinie (LWK 3)	
BWK 12 (Bauchnabelhöhe)	
zwischen den Schulterblättern	

Mit dem Handrücken der gesunden Schulter

Außenseite Oberschenkel	
Gesäß	
lumbosacraler Übergang	
Gürtellinie (LWK 3)	
BWK 12	
zwischen den Schulterblättern	

6. Punkteschema für die Kraftmessung

Kraftmessung

	operierte Seite	gesunde Seite
Elevation		
Abduktion		

Allgemeine Funktionen

Schürzengriff
Nackengriff

Ja	Nein
Ja	Nein

UCLA

	o.p. Seite
1. Schmerzen:	
ständig, starker, immer Schmerzmittel (stark)	
ständig, gelegentlich Schmerzmittel (mäßig)	
nur bei Bewegung (mäßig), häufig ASS	
nur bei starker Belastung (leicht)	
gelegentlich, geringfügig	
keine	
2. Funktion:	o.p. Seite
Keine Tätigkeiten mit dem Arm möglich	
nur leichte Tätigkeiten möglich	
leichte Hausarbeiten Tätigkeiten möglich	
Einkaufen, Anziehen, Frisieren, Hausarbeit möglich	
Tätigkeiten über Schulterniveau möglich	
Normal beweglich, keine Einschränkungen	
3. aktive Bewegung	o.p. Seite
Elevation:	
150 Grad und mehr	
120- 150 Grad	
90 - 120 Grad	
45 - 90 Grad	
30 - 45 Grad	
weniger als 30 Grad	

4. Bewegungsskala für Kraftaktivität

	o.p. Seite	gesunde Seite
1. Normale Kraft		
2. Bewegung gegen leichten Widerstand		
3. Anheben gegen die Schwerkraft		
4. schwache Muskelbewegungen nur unter Aufhebung der Schwerkraft		
5. sichtbare Muskelkontarktion		
6. keine Muskelaktivität		

5. Zufriedenheit des / der Patient/ -in

	Punkte
zufrieden	5
nicht zufrieden	0

Visuelle analoge Schmerzskala

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1 keine Schmerz
10 unerträgliche Schmerz

	operierte Seite	gesunde Seite
Punkte UCLA:		
Punkte Constant:		