

Aus der
Klinik und Poliklinik für
Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Zentrum für Operative Medizin
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Direktor: Prof. Dr. med. Johannes M. Rueger

Evaluation eines neuen intramedullären Nagelsystems zur Versorgung dislozierter proximaler Humerusfrakturen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Behrus Kurosch Hassunizadeh

aus Hamburg

Hamburg, 2005

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg:

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende:

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in:

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Frakturmechanismus und Unfallursache.....	5
1.2	Vaskularisation des Humerus.....	5
1.3	Komplikationen und Prognose.....	7
1.4	Frakturklassifikation.....	7
1.5	Therapie.....	11
1.6	Zielsetzung.....	12
2	Material und Methoden.....	13
2.1	Studienaufbau.....	13
2.2	Patienten und Nachuntersuchungsrate.....	14
2.3	Implantat.....	14
2.4	Operationstechnik.....	15
2.5	Bewertungsverfahren.....	18
3	Ergebnisse.....	20
3.1	Gesamtes Patientenkollektiv.....	20
3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	20
3.1.2	Unfallmechanismus.....	21
3.1.3	Frakturlokalisierung und Frakturklassifikation.....	21
3.1.4	Krankenhausaufenthaltsdauer.....	23
3.1.5	Operationszeitpunkt und Operationsdauer.....	23
3.2	Nachuntersuchtes Patientenkollektiv.....	23
3.2.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	24
3.2.2	Frakturklassifikation.....	24
3.2.3	Komplikationen.....	26
3.3	Scoreergebnisse.....	27
3.3.1	Scoreergebnisse zum 1. Nachuntersuchungszeitpunkt.....	27

3.3.2	Scoreergebnisse zum 2. Nachuntersuchungszeitpunkt.....	28
3.3.3	Scoreergebnisse zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt.....	28
3.3.4	Qualitative Bewertung der Scoreergebnisse.....	29
3.3.5	Scoreergebnisse nach Alter.....	30
3.3.6	Scoreergebnisse nach Geschlecht.....	32
3.3.7	Scoreergebnisse nach Frakturtyp.....	32
3.4	Fragebogenanalyse.....	34
3.4.1	Schmerzempfinden.....	34
3.4.2	Kraft.....	34
3.4.3	Lebensqualität.....	35
3.4.4	Bewegungsausmaß.....	36
3.4.5	Subjektive Zufriedenheit.....	37
4	Kasuistik.....	39
5	Diskussion.....	42
5.1	Allgemeine Betrachtung.....	42
5.2	Probleme der Vergleichbarkeit mit Daten anderer Studien.....	43
5.3	Der Targon-PH-Nagel, ein Fortschritt in der Versorgung proximaler Humerusfrakturen?.....	46
6	Zusammenfassung.....	54
7	Literaturverzeichnis.....	55
8	Anhang – Fragebogen.....	64
9	Danksagung.....	66
10	Lebenslauf.....	67
11	Eidesstattliche Versicherung.....	68

1 EINLEITUNG

Die proximale Humerusfraktur stellt mit einem Anteil von 4-5 Prozent an allen Frakturen des Erwachsenen (11;21;49) bzw. 30-40 Prozent aller Humerusfrakturen (42) eine häufige Verletzung dar. Neben den Frakturen des koxalen Femurs und der distalen Radiusfraktur ist sie der dritthäufigste Knochenbruch des älteren Menschen (21;58).

Mit steigendem Alter kommt es zu einer Zunahme der Inzidenz mit einem Altersgipfel im 6. und 7. Dezenium (88). Ca. 75 Prozent der Frakturen in diesem Bereich ereignen sich bei Patienten über dem 40. Lebensjahr (88). Frauen haben nach dem 50. Lebensjahr eine sehr viel höhere Inzidenz als Männer. Sie sind im Durchschnitt zwei- bis dreimal so häufig betroffen, was sich häufig mit dem typischen Bild der osteoporotischen Fraktur zeigt (4;54;88). Eine 60-jährige Frau mit einer Lebenserwartung von 81 Jahren hat ein geschätztes Restrisiko von 8 Prozent für eine proximale Humerusfraktur (59). Verschiedene Studien zeigen zudem einen stetigen Anstieg der Inzidenz von Frakturen des proximalen Humerus im Verlauf der Jahre, insbesondere in der älteren Population (6).

Bis zu 85 Prozent aller proximaler Humerusfrakturen sind nicht oder nur gering dislozierte Frakturen (78;88). Sie betreffen bevorzugt das höhere Lebensalter. Ihre konservativ-frühfunktionelle Therapie führt in der Regel zu guten Ausheilungsergebnissen (21;84;100).

15-20 Prozent aller proximaler Humerusfrakturen sind dislozierte, oft mehrfragmentäre Frakturen. Da sowohl die konservative als auch die operative Therapie dieser Frakturen nach wie vor zu unbefriedigenden funktionellen Ergebnissen führt, wird die Versorgung solcher Frakturen weiter kontrovers diskutiert (11;21;38;62;64;76). Die häufig schlechten Ausheilungsergebnisse veranlassten Chirurgen weltweit zur Suche nach geeigneten operativen Verfahren. Obwohl mittlerweile verschiedene chirurgische Interventionsmöglichkeiten existieren, stellen dislozierte proximale Humerusfrakturen nach wie vor Problemfrakturen dar (58). Die große Herausforderung für den Chirurgen ist das Verhindern der Humeruskopfnekrose und die Wiederherstellung einer schmerzfreien Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Extremität (57).

1.1 Frakturmechanismus und Unfallursache

Eine proximale Humerusfraktur entsteht meist durch einen Sturz auf die ausgestreckte Hand, einen Direktanprall oder durch eine Aussenrotationsbewegung auf den abduzierten Arm. Beim jüngeren Patienten ist der Kapsel-Band-Apparat in Relation zur Knochenstruktur schwächer ausgeprägt, so dass bei diesem Unfallmechanismus häufiger Schulterluxationen auftreten (100). Bei Patienten unter 50 Jahre ist meist ein Hochenergietrauma, bei Patienten über 50 Jahre häufiger ein Niedrigenergietrauma ursächlich für die proximale Humerusfraktur (48).

Towfigh und Mitarbeiter (105) fanden heraus, dass sich die Hälfte der Unfälle in häuslicher Umgebung ereigneten, gefolgt von Verkehrsunfällen, während Munst et al. bei einer Serie von Luxationsfrakturen Verkehrsunfälle als häufigste Unfallursache ausmachten (75). Darüber hinaus treten im Bereich des proximalen Humerus häufig pathologische Frakturen auf (34).

Hinsichtlich der einwirkenden Kraft werden Kompressionsbrüche, Scherbrüche und Bieungsbrüche unterschieden (31).

1.2 Vaskularisation des Humerus

Die Gefäßversorgung des Humeruskopfes ist von entscheidender Bedeutung für die Prognose der Verletzung am proximalen Humerus. Die Durchblutungssituation wird nicht nur durch das Unfallgeschehen kompromittiert, sondern auch durch das therapeutische Vorgehen und die Wahl des Implantates.

Laing (57), Moseley und Goldie (72) zeigten in Ihren anatomischen Studien, dass die arterielle Versorgung des Humeruskopfes primär durch die Arteria circumflexa anterior erfolgt. Von dieser Arterie zweigt der Ramus ascendens ab. Er unterkreuzt die lange Bizepssehne und gibt hier einige Äste an das Tuberculum minus ab. Dem Verlauf lateral des Sulcus bicipitalis nach proximal folgend, tritt er auf Höhe des Tuberculum majus medial in den Humeruskopf ein (29;109). (vgl. Abb. 1, S. 6)

Diese sich intraossär fortsetzende Arteria arcuata (25) bildet intraossäre Anastomosen mit der Arteria circumflexa humeri posterior über kleine Gefäße am posteromedialen Anteil des Humerus und mit metaphysären Gefäßen sowie mit Ge-

fäßen des Tuberculum majus und minus (14). Die Arteria arcuata, die nach Gerber eine Enderterie ist, versorgt nahezu 2/3 der Epiphyse (25).

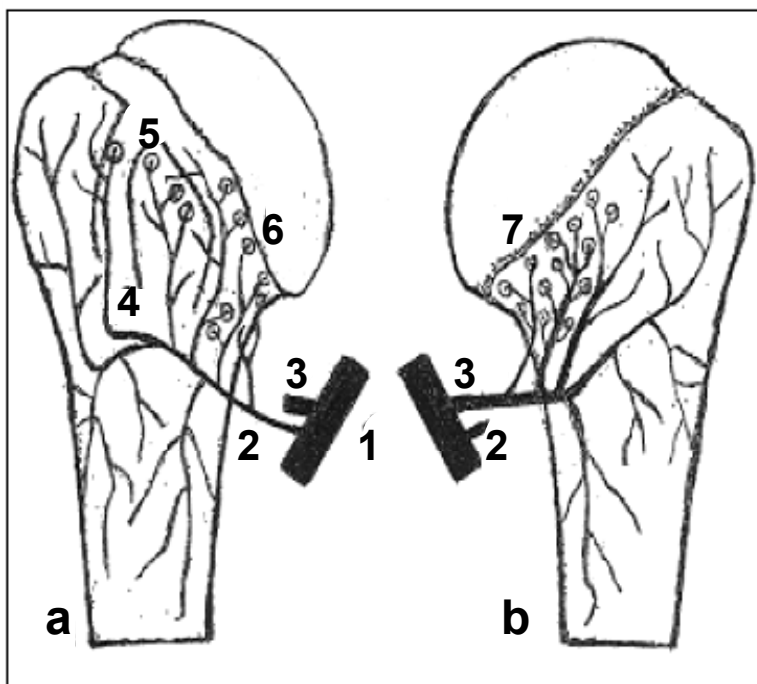


Abb. 1: Schema der arteriellen Gefäßversorgung des Humeruskopfes (27):

a) ventrale Ansicht, b) dorsale Ansicht, 1 = A. axillaris, 2 = A. circumflexa humeri anterior, 3 = A. circumflexa humeri posterior, 4 = A. ascendens der A. circumflexa humeri anterior, 5 = Eintrittsstelle der A. arcuata in den Humeruskopf, 6 = anteromediale periostale Arme der A. circumflexa humeri anterior, 7 = posteromediale periostale Arme der A. circumflexa humeri posterior mit Eintrittsstelle in den Humeruskopf im Bereich des Collum anatomicum

Durch die Anastomosen kann der bei einer proximalen Humerusfraktur häufige Ausfall einer Arteria circumflexa teilweise durch die andere kompensiert werden (68). Bei den Mehrfragmentfrakturen können die aus der Arteria circumflexa posterior hervorgehenden posteromedialen Gefäße eine Restdurchblutung des Humeruskopfes gewährleisten und sind somit entscheidend für das Frakturmanagement (14). Wie von Laing et al. bestätigt wurde, sind die beiden aus der Arteria axillaris stammenden Arteriae circumflexae die einzigen, die in den Humeruskopf eintreten. Er konnte keine perforierenden Äste identifizieren, die über die Rotatorenmanschette den Humeruskopf durchbluten (57). Während die Arteriae circumflexae bei einem Frakturverlauf am chirurgischen Hals unversehrt bleiben, sind sie bei einer Fraktur im Collum anatomicum hochgradig gefährdet (29), so dass das Risiko für die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose steigt.

1.3 Komplikationen und Prognose

Mit zunehmendem Alter und zunehmender Fragmentanzahl verschlechtert sich die Prognose der proximalen Humerusfraktur (29).

Ein Hauptproblem der proximalen Humerusfraktur bezüglich der Prognose stellt die potentielle Verletzung der arteriellen Versorgung des Humeruskopfes dar (101). Das Risiko der Entwicklung einer Humeruskopfnekrose ist im wesentlichen abhängig von der Anzahl der Fragmente, von der Nähe des Frakturverlaufs zum anatomischen Hals aber auch vom therapeutischen Vorgehen und der Wahl des Implantates (109). Bei 4-Fragmentfrakturen, insbesondere mit Frakturverlauf im Collum anatomicum, sind Kopfnekroseraten bis zu 90 Prozent beschrieben worden (32;78;86). Vor allem für den alten Menschen bedeuten die daraus resultierenden schlechten funktionellen Ergebnisse den Verlust seiner Unabhängigkeit, die bis zur Pflegebedürftigkeit führen können (11;17;21).

Ein weiteres wichtiges Problem ist die durch Osteoporose bedingte schlechte Verankerungsmöglichkeit für Implantate im proximalen Humerus, die die operative Versorgung solcher Frakturen zusätzlich erschweren (5). Neben der Osteoporose beeinflussen Arthrose, Degeneration der Rotatorenmanschette und die Multimorbidität bei häufig hohem Lebensalter entscheidend das Endergebnis (75).

Komplikationen bei der Behandlung der proximalen Humerusfrakturen sind in Abhängigkeit vom Frakturtyp in erster Linie die sekundäre Dislokation, Pseudarthrosen, Humeruskopfnekrosen, Kapselschrumpfung, Verwachsungen der Gleitschichten, Rotatorenmanschettenläsionen, verbliebene Achsfehlstellungen und Subluxationen sowie Infekte (75).

1.4 Frakturklassifikation

Die Klassifikation von Frakturen ist sinnvoll, wenn über die morphologische Beschreibung hinaus Aussagen über Prognose und Therapie gemacht werden können. Dies ist besonders am proximalen Humerus von Bedeutung, da eine Verletzung der Gefäßversorgung des Humeruskopfes Ursache für die häufigste Komplikation, die avaskuläre Kopfnekrose, ist (31;36).

Malgaigne und Kocher (94) stellten bereits Ende des 19. Jahrhunderts eine Frakturklassifikation für proximale Humerusfrakturen vor. Bereits 1855 unterschied Malgaigne intra- von extraartikulären Frakturen des proximalen Humerus. Kocher (1896) berücksichtigte einerseits die Lage der Fraktur nach anatomischen Gesichtspunkten, andererseits die Lage der Fragmente zueinander, damals ohne Hilfe der Röntgendiagnostik. Er beschrieb sie als supratuberculäre (entsprechend dem Collum chirurgicum), pertuberculäre und infratuberculäre Brüche (entsprechend dem Collum anatomicum) sowie als Abduktions-, Adduktions- und Kompressionstypen (51).

Böhler (10) 1929 und Codman (16) 1934 erkannten Regelmäßigkeiten, die nach den Bruchlinien zwischen vier Hauptfragmenten, dem Kopffragment, dem Schaftfragment, Tuberculum majus und Tuberculum minus, unterscheiden. Böhler und Codman waren mit dieser Einteilung die Vorreiter zukünftiger Klassifikationen (100).

Die 4-Fragment-Einteilung stellte auch die Basis für die 1970 von Neer (77;78) publizierte Klassifikation dar. Sie berücksichtigt neben den vier Hauptfragmenten auch ihren Dislokationsgrad und hat sich im klinischen Alltag durchgesetzt. Sie ist bis heute eine der am häufigsten verwendeten Klassifikationen zur Beurteilung proximaler Humerusfrakturen. Die Einteilung ergibt sich aus dem Frakturverlauf, der Fragmentanzahl und dem Dislokationsgrad. (vgl. Abb. 2, S. 9).

Nach Neer gilt eine Verschiebung der Hauptfragmente um mehr als 1 cm bzw. eine Abkipfung um mehr als 45° als Dislokation. Durch die Berücksichtigung des Ausmaßes der Frakturverschiebung wird explizit der Problematik der Gefäßversorgung des Humeruskopfes Rechnung getragen. Zu den nach Neer als nicht operationswürdig geltenden *One-Part-Fractures* werden die nicht oder nur gering dislozierten Frakturen gezählt – unabhängig von der Anzahl ihrer Fragmente. Zusätzlich werden 2-, 3- und 4-Fragmentbrüche unterschieden. Luxationsfrakturen werden hinsichtlich ihrer Luxationsrichtung und der Anzahl der Fragmente klassifiziert. Impressionsfrakturen und Splittersprünge werden von Neer getrennt aufgeführt. Da mit zunehmender Anzahl der dislozierten Fragmente sich linear die Prognose der Fraktur mit Erhöhung der Gefahr der Kopfavaskularität verschlechtert, können daraus wiederum therapeutische Richtlinien abgeleitet werden. So wurden von Neer für die *3-Part-Fractures* die offene Reposition oder Kopfprothese, für die *4-Part-Fractures* die Hemiarthroplastik empfohlen.

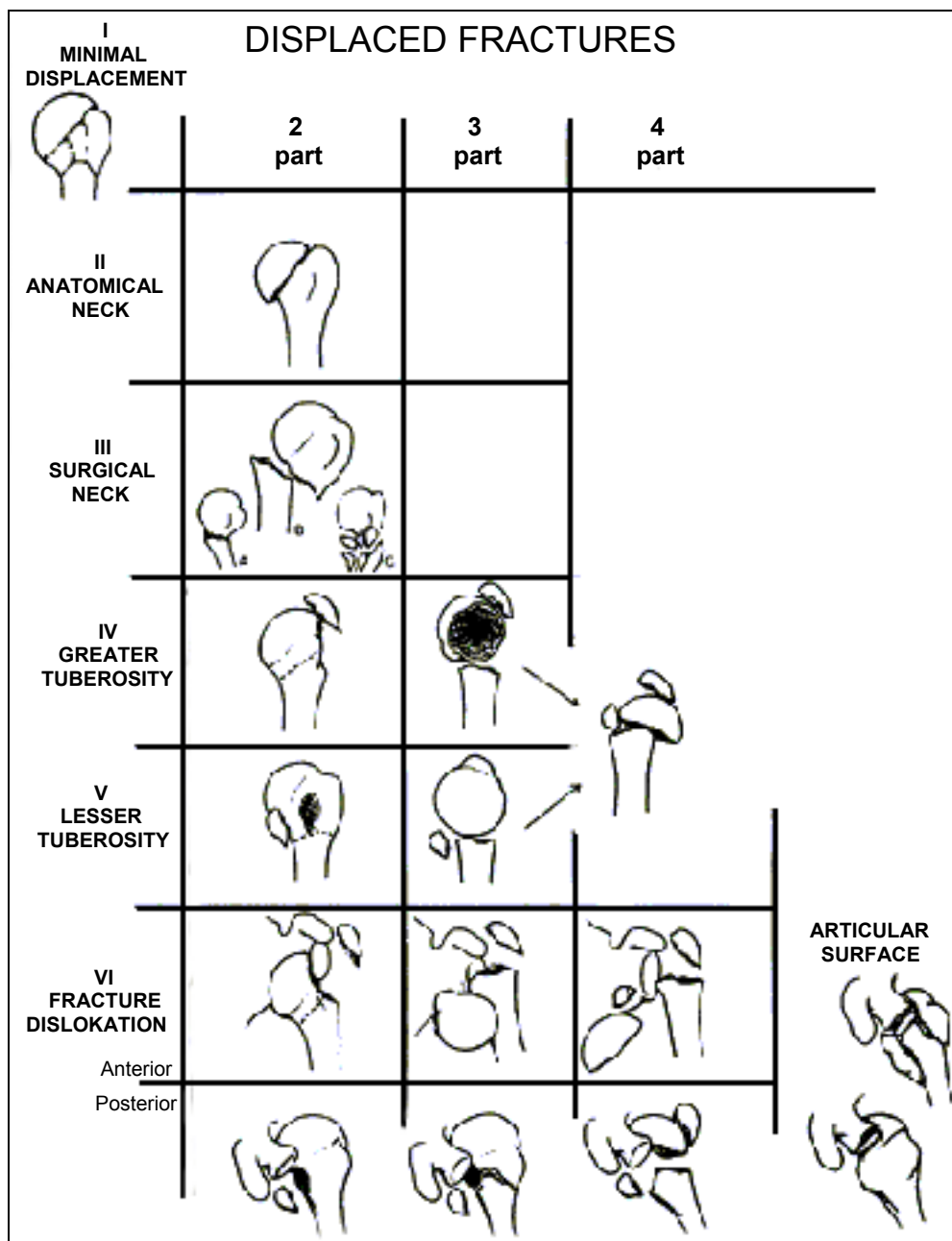


Abb. 2: Neer-Klassifikation (77)

Mit der AO/ASIF-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese/Association for the Study of Internal Fixation) nach M. Müller (74) wurde 1984 eine weitere Klassifikation veröffentlicht. Sie wurde anhand von 730 chirurgisch behandelten Oberarmkopffrakturen entwickelt. Sie entspricht der ABC-Klassifikation, die auch in anderen Extremitätenregionen breite Anwendung findet. Es werden 3 Frakturtypen unterschieden. (vgl. Abb. 3, S. 10)

Typ-A umfasst extraartikuläre Frakturen mit zwei Hauptfragmenten, bei denen das Risiko einer avaskulären Nekrose gering ist. Typ-B-Frakturen sind teilweise extra- und teilweise intraartikulär gelegene Frakturen mit drei Hauptfragmenten. In dieser

Gruppe wird ein fakultatives Risiko für die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose angegeben. Typ-C-Frakturen sind solche, die intraartikulär verlaufen. Hier besteht das höchste Risiko einer Durchblutungsstörung des Humeruskopfes. Jeder Typ kann in drei Gruppen mit steigendem Schweregrad unterteilt werden. In jeder Gruppe bestehen wiederum Untergruppen, die das Ausmaß der Dislokation oder Varus- bzw. Valgusfehlstellungen bestimmen. Es können so 27 Frakturtypen unterschieden werden.

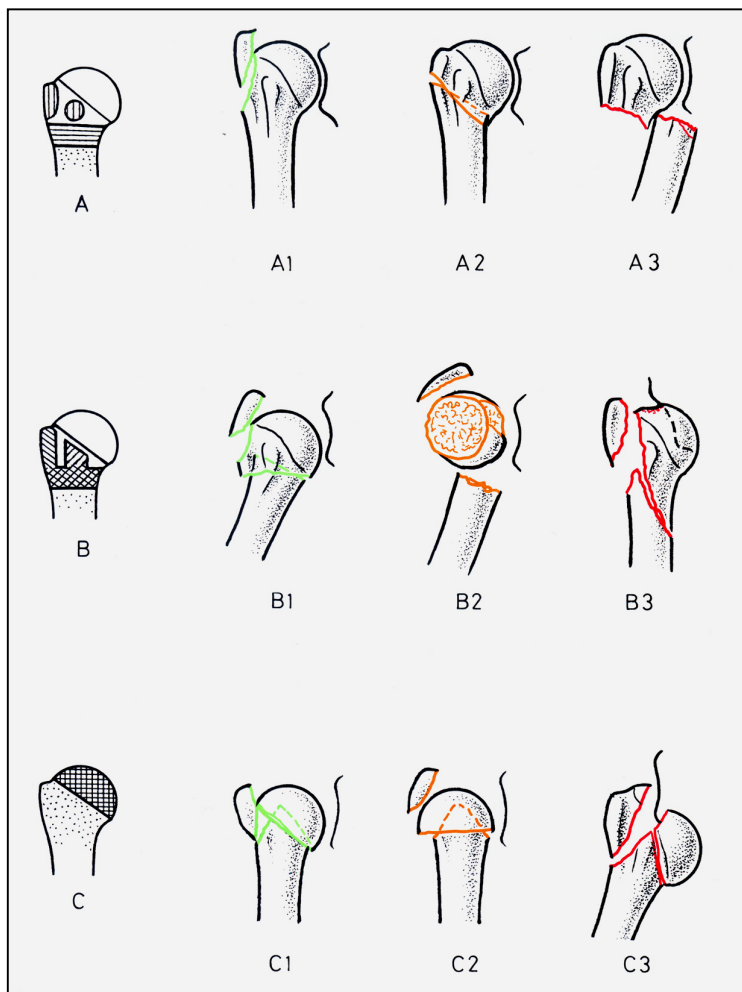


Abb. 3: AO-Klassifikation (74)

Zur Zeit beziehen sich die meisten Studien auf die Klassifikation der AO und auf die Neer-Klassifikation.

1.5 Therapie

Die Entscheidungsfindung hinsichtlich der Therapieform ist von mehreren Faktoren abhängig. Ob ein konservatives oder operatives Vorgehen gewählt wird, hängt einerseits von der Frakturmorphologie, andererseits von individuellen Parametern wie vom biologischen Patientenalter, der Knochenqualität sowie der *Compliance* und den Aktivitätsanforderungen des Patienten ab (100).

Während hinsichtlich der vorwiegend konservativ-frühfunktionellen Therapie der nicht oder nur gering dislozierten Frakturen (60–85 Prozent) Einigkeit besteht (21;31;100), stellt die Therapie der dislozierten proximalen Humerusfraktur nach wie vor ein ungelöstes Problem dar (69). Das Therapiespektrum reicht hierbei von der rein konservativen Therapie (43;61;61;115;116) bis zur primären Hemiarthroplastik (11;13;41;98;109).

Die bis Ende der 80er Jahre nahezu standardmäßig eingesetzten Plattenosteosynthesen bieten zwar eine hohe mechanische Stabilität, dabei können jedoch große Weichteil- und Periostverletzungen die Durchblutungssituation des Humeruskopfes beeinflussen. In 30 bis über 70 Prozent der Frakturen kam es dadurch zu Humeruskopfnekrosen (55).

Alternativ boten sich meist nur Endoprothesen an, die sich aber oftmals bei der Mehrzahl der Patienten mit schlechten funktionellen Resultaten zeigten (28;55;99). Dies führte in den letzten Jahren zunehmend zur Anwendung der Minimalosteosynthese (75;81). Hierunter werden zahlreiche Implantate und Osteosyntheseverfahren, wie z.B. (percutane) Spickdrähte, Draht- oder PDS-Cerclagen, (kanülierte) Schrauben, *Helix wire* oder retrograd oder antegrad eingebrachte flexible Nägel, zusammengefasst (103). Gemeinsames Ziel dieser verschiedenen Implantate, die auch in Kombination eingesetzt werden können (29;100;111), ist eine größtmögliche Weichteilschonung mit maximalem Schutz der Durchblutung des Kopfkalottensegmentes. Insbesondere beim älteren Patienten mit schlechter Knochenqualität führen diese jedoch nicht zwangsläufig zu besseren funktionellen Ergebnissen als die konservative Therapie (116). Alternativ bot sich die intramedulläre Nagelung an, die zunächst auf retrograd eingebrachte elastische Nägel beschränkt war, häufig aber nicht eine ausreichende Rotationsstabilität des Humeruskopfes gewährleisten konnte (104;114). Mittlerweile existieren auch verschiedene Typen antegrad eingebrachter Verriegelungsnägel.

Weber und Matter zeigten in einer internationalen Multicenterstudie auch weiterhin eine Vielfalt hinsichtlich der angewandten Implantate und Behandlungsverfahren (111). Es scheint sich allmählich jedoch ein Trend zu minimalinvasiven Osteosynthesetechniken abzuzeichnen (15;63;85;100).

1.6 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist, aufbauend auf der Frakturklassifikation von Neer und der Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, die klinische Evaluation eines neuen Behandlungskonzeptes zur Versorgung von proximalen Humerusfrakturen mittels eines neuen intramedullären Verriegelungsnagels (Targon-PH-Nagel). Die durch die folgende prospektive Studie, anhand eines Kollektivs von 119 konsekutiv in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg–Eppendorf mit diesem Implantat osteosynthetisch versorgten Patienten, ermittelten funktionellen und klinischen Ergebnisse sollen mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen werden. Dabei sollen die Ergebnisse mittels zweier etablierter und standardisierter Scores (Neer-Score, Constant-Murley-Score) objektiviert werden.

2 Material und Methoden

2.1 Studienaufbau

Im Zeitraum von April 2000 bis Juni 2002 wurden in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf insgesamt 119 Patienten mit dislozierten proximalen Humerusfrakturen mit dem Targon-PH-Nagel operativ versorgt. Der postoperative Verlauf wurde prospektiv verfolgt und dokumentiert.

Zugelassen zur Studie waren sowohl Patienten mit Einzelfrakturen, als auch solche mit Mehrfachfrakturen und polytraumatisierte Patienten.

Die Röntgenbilder wurden in Form von Unfallbildern als antero-posteriore und laterale sowie teilweise transaxilläre Aufnahmen angefertigt und zunächst befundet. Die Frakturen wurden dann gemäß den Klassifikationen nach Neer und nach der AO eingeteilt und schließlich digital archiviert. Die Frakturen wurden zur Sicherstellung der Reliabilität immer von denselben drei Personen klassifiziert.

Die osteosynthetische Stabilisierung erfolgte immer mit dem von der Firma Aesculap® (Am Aesculap-Platz, 78532 Tuttlingen) in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. med. Hans-Werner Stedtfeld (Nürnberg) entwickelten Targon-PH-Nagel. 14 verschiedene Operateure hatten die Eingriffe durchgeführt.

Am 1. postoperativen Tag wurden zur Kontrolle des operativen Ergebnisses Röntgenbilder in zwei Ebenen angefertigt. Noch während des stationären Aufenthaltes wurden die Patienten über die Studie und über die geplanten Nachuntersuchungen informiert und ihre Daten und Telefonnummern registriert, sofern die Patienten ihr Einverständnis gaben.

Die Patienten wurden nach 3, 6 und 12 Monaten post operationem nachuntersucht. Um dies rechtzeitig zu erreichen, wurden die Patienten sowohl schriftlich als auch telefonisch benachrichtigt. Bei der Nachuntersuchung erfolgte zunächst die Anamneseerhebung, anschliessend die vergleichende klinische Untersuchung beider Schultern mit Bestimmung des Constant-Murley- und des Neer-Scores zur Beurteilung der Schulterfunktion. Die Patienten wurden zusätzlich

gebeten, ihre Schulterfunktion anhand der vier Kategorien „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“, „schlecht“ zu benoten. Von den Patienten wurden aktuelle Röntgenaufnahmen der betroffenen Schulter in zwei Ebenen angefertigt und digital archiviert sowie eine Videodokumentation des funktionellen Ergebnisses vorgenommen. Die statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel 2000 Professional sowie mit SPSS für Windows 10.0.

2.2 Patienten und Nachuntersuchungsrate

Von den oben genannten 119 Patienten waren 90 weiblich und 29 männlich. Das Durchschnittsalter betrug 70,6 Jahre (29-97 Jahre). Die linke Seite war mit 52,9 Prozent etwas häufiger betroffen, bei einem Anteil von Rechtshändern von 95,2 Prozent. Unfallursache waren überwiegend Niedrigenergietraumata (n=108).

7 Patienten waren im Untersuchungszeitraum verstorben, 11 Patienten waren unbekannt verzogen. 38 Patienten wollten nicht an der Studie teilnehmen. Somit konnten 63 Patienten zu mindestens einem der Nachuntersuchungszeitpunkte klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Abzüglich der verstorbenen Patienten ergibt sich eine Nachuntersuchungsrate von 56,3 Prozent (63/112).

2.3 Implantat

Bei dem in der Studie verwendeten Targon-PH-Nagel handelt es sich um ein intramedulläres Nagelsystem für proximale Humerusfrakturen. (vgl. Abb. 4, S. 15)

Der in Titanlegierung gefertigte Standardnagel hat eine Länge von 150mm und einen proximalen Durchmesser von 10mm. Der distale Durchmesser beträgt 8mm. Der Nagel ist ausserdem in Längen von 220mm, 250mm und 280mm für kombinierte meta-/diaphysäre Frakturen des proximalen Humerus erhältlich.

Der Targon-PH-Nagel besitzt vier proximale und zwei distale Verriegelungsmöglichkeiten. Die vier proximalen Verriegelungsmöglichkeiten sind so angeordnet, dass sie entsprechend den anatomischen Verhältnissen am Hume-

ruskopf die Fixation der Fragmente (Kopffragmente, Tuberculum majus- und Tuberculum minus-Fragment) ermöglichen. Ein spezielles Gewindedesign in den Verriegelungslöchern dient einer winkel- und gleitstabilen osteosynthetischen Versorgung des proximalen Humerus. Die distalen Verriegelungsmöglichkeiten dienen der Stabilisierung der Fraktur distal des Frakturspaltes und ermöglichen die Aufrechterhaltung der Rotationsstabilität.

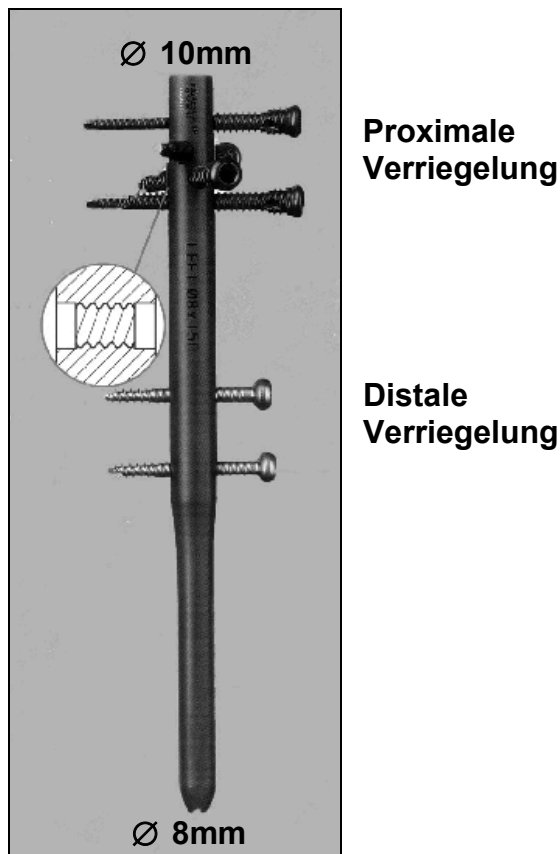


Abb. 4: Der Targon-PH-Nagel

2.4 Operationstechnik

Alle Patienten wurden in Rückenlage und mit 30° aufgerichtetem Oberkörper in der Beach-Chair-Technik mit einer leichten Elevation der verletzten Schulter auf dem strahlendurchlässigen Teil des Operationstisches gelagert.

(vgl. Abb. 5, S. 16)



Abb. 5: Lagerung des Patienten in der Beach-Chair-Position

Der Deltoid-Split-Zugang ausgehend vom Vorderrand des Acromion mit Spaltung des M. deltoideus in Faserverlauf wurde als Standardzugang gewählt.

Anschliessend erfolgte die Eröffnung der Bursa subacromialis. Bei intakter Rotatorenmanschette wurde diese 1cm dorsal des ertasteten Sulcus bicipitis (intertubercularis) in Faserverlauf nach medial inzidiert. Nach dem Anschlingen der Inzisionsränder und Darstellung des Humeruskopfes erfolgte die Reposition der Fragmente. Bei defekter Rotatorenmanschette und dislozierten Tubercula wurde eine Erweiterung des Rotatorenmanschettenrisses durch Schnitt in Faserverlauf durchgeführt.

Der Tellerführungsspiess wurde anschliessend apikal des Humeruskopfes unter Bildwandlerkontrolle positioniert. (vgl. Abb. 6 und Abb. 7, S. 16)

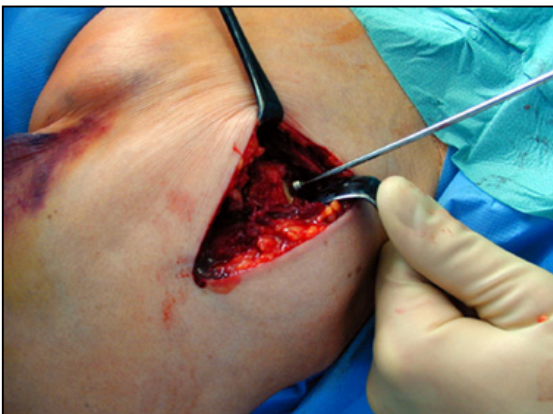


Abb. 6 und Abb. 7: Zentrale Positionierung des Tellerführungsspiesses

Im nächsten Schritt erfolgte die Eröffnung des Humeruskopfes mittels einer Hohlfräse. Der Nagel wurde mit dem Zielgerät in den Oberarmschaft eingetrieben. Die Eindringtiefe des Nagels, die 3 bis 4mm unterhalb der Oberfläche liegen sollte, konnte mit Hilfe der Tiefenmesslatte abgelesen werden. (vgl. Abb. 8 und Abb. 9, S. 17)

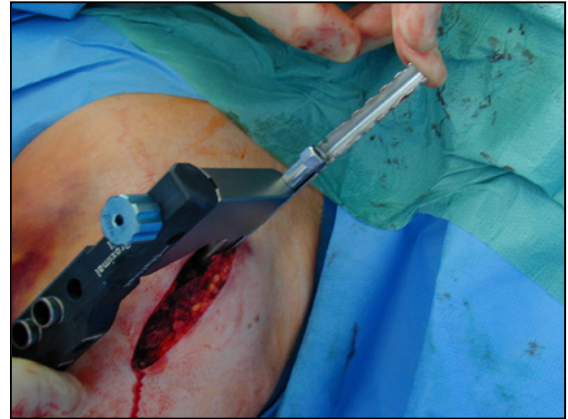


Abb. 8 und Abb. 9: Eröffnung des Humeruskopfes mit der Hohlfräse und Ablesen der Eindringtiefe mit der Tiefenmesslatte

Das Einbringen der ersten proximalen Verriegelungsschraube erfolgte zunächst durch Vorantreiben des Zentrierbohrers bis zum Anschlag mit anschließendem Aufbohren des Schraubenkanals mit dem Spiralbohrer und Einbringen der ersten Schraube. Je nach Frakturtyp wiederholte sich dieser Vorgang bis zu viermal, wenn die Option der vierfachen proximalen Verriegelung gewählt wurde. (vgl. Abb. 10, S. 17)



Abb. 10: Einbringen der ersten Fixierschraube über das Zielgerät

Bei Bedarf konnten Unterlegscheiben zum Fixieren einzelner Fragmente verwendet werden. Die Besetzung der Transfixationslöcher erfolgte ebenfalls über das Zielgerät. Anschliessend wurde das Zielgerät entfernt, die Rotatorenmanschette und der M. deltoideus adaptiert und nach Einlage einer subkutanen Wunddrainage die Haut verschlossen. Unmittelbar postoperativ wurden die Patienten mit einem Gilchrist-Verband versorgt. In Abhängigkeit von der vom Operateur eingeschätzten Stabilität wurde zwischen dem 3. und 10. postoperativen Tag mit der Krankengymnastik begonnen.

2.5 Bewertungsverfahren

Der Neer-Score und der Constant-Murley-Score sind 2 bekannte und gebräuchliche Bewertungsverfahren zur Evaluation der Schulterfunktion (20;77). (vgl. Anhang - Fragebogen, S. 64)

Während der Neer-Score ursprünglich zur Beurteilung der Schulterfunktion nach konservativer oder operativer Therapie proximaler Humerusfrakturen entwickelt wurde (77), wurde der Constant-Murley-Score zur Bewertung der Schulterfunktion nach verschiedenartigen Verletzungen und Erkrankungen der Schulter erstellt (19;20). In beiden Scores können maximal 100 Punkte erreicht werden. Sie setzen sich aus subjektiven und objektiven Parametern zusammen. Für die qualitative Bewertung wurden die von Neer angegebenen Punktgrenzen für den Neer-Score herangezogen. Da Constant und Murley auf eine Einteilung in Bewertungsgruppen verzichteten, wurden die Punktgrenzen analog dem Neer-Score in die gleichen 4 Kategorien eingeteilt. Demnach ergeben sich folgende Punktgrenzen:

> 89 Punkte	„sehr gut“
89-80 Punkte	„gut“
79-70 Punkte	„befriedigend“
< 70 Punkte	„schlecht“

Beim Constant-Score teilen sich diese in 35 Punkte für subjektive und 65 Punkte für objektive Parameter auf. Das Ausmaß der vom Patienten angegebenen Schmerzen sowie Einschränkungen im täglichen Leben werden als subjektive

Parameter bewertet. Als objektive Parameter wird der aktive schmerzfreie Bewegungsumfang in 4 Ebenen mittels eines einfachen Goniometers und die Schulterkraft mit Hilfe einer 25-Pfund-Federwaage gemessen (19;20).

Der Neer-Score basiert auf vergleichbaren Parametern wie der Constant-Murley-Score (Kraft, Alltagsaktivität, Bewegungsumfang, Anatomie). Im Gegensatz zum Constant-Murley-Score besitzt er ein genau entgegengesetztes Verhältnis zwischen subjektiven und objektiven Parametern, nämlich 65 Punkte / 35 Punkten. Ausserdem berücksichtigt Neer die Anatomie, um Fehlstellungen oder Inkongruenzen der Gelenkpartner Rechnung zu tragen (77).

3 ERGEBNISSE

3.1 Gesamtes Patientenkollektiv

Von April 2000 bis Juni 2002 kam der Targon-PH-Nagel bei 119 Patienten mit proximalen Humerusfrakturen in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf zur Anwendung.

3.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Unter den 119 Patienten befanden sich 90 Patienten weiblichen und 29 männlichen Geschlechts. Das Geschlechtsverhältnis betrug 3,1:1 (w:m).

Das Durchschnittsalter bezogen auf beide Geschlechter lag zum Zeitpunkt der Operation bei 70,6 Jahren, wobei der jüngste Patient 29, der älteste 97 Jahre alt waren. (vgl. Abb. 11, S. 20 und Abb. 12, S. 21)

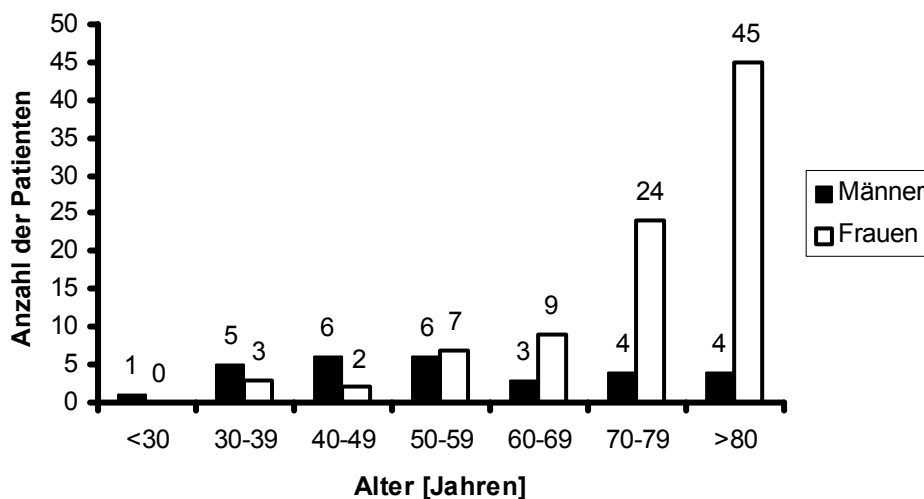


Abb. 11: Altersstruktur der jeweiligen Geschlechter des gesamten Patientenkollektives

Bei den Frauen lag das Durchschnittsalter bei 75,6 Jahren (30-97 Jahre), bei den Männern bei 55,3 Jahren (29-81 Jahre).

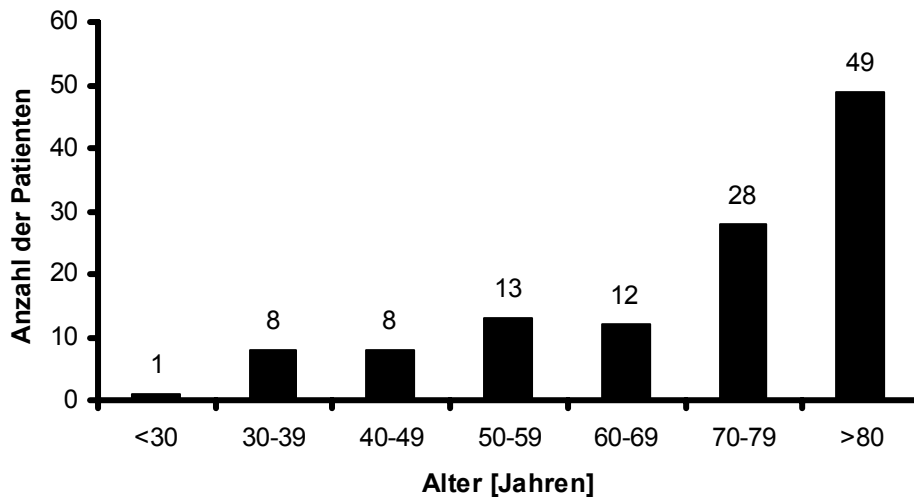


Abb. 12: Altersstruktur des gesamten Patientenkollektives

3.1.2 Unfallmechanismus

Bei der Analyse der Unfallursachen überwogen die Stürze aus niedriger Höhe bei weitem mit 90,8 Prozent ($n=108$). Als Verkehrsunfälle wurden die Traumata zusammengefasst, die als Folge der Teilnahme am Strassenverkehr, sei es mit dem Fahrrad, dem Motorrad oder dem Auto, entstanden sind. Sie folgten an zweiter Stelle mit 8,4 Prozent ($n=10$). Bei einem Patienten war die Fraktur auf einen Sportunfall zurückzuführen, wobei hier ein Sturz beim Snowboardfahren ausschlaggebend war.

Von den 119 Patienten erlitten 12 Patienten zusätzliche Frakturen. In einem Fall handelte es sich um ein Polytrauma.

3.1.3 Frakturlokalisierung und Frakturklassifikation

Die Rechts-/Links-Zuordnung der Frakturen zeigt kein Überwiegen einer bestimmten Seite.

Die Frakturklassifikation erfolgte sowohl nach der AO als auch nach Neer.

Nach der AO lag in 39,5 Prozent (n=47) der Fälle eine Fraktur vom A-Typ vor. 37,8 Prozent (n=45) der Frakturen gehörten zum B-Typ und 22,7 Prozent (n=27) zum C-Typ. (vgl. Abb. 13, S. 22)

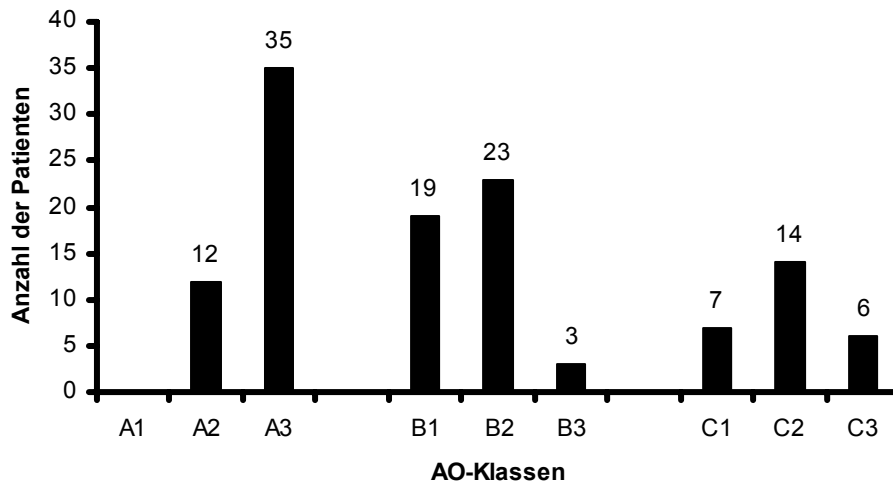


Abb. 13: Verteilung der Frakturen des gesamten Patientenkollektives auf die AO-Klassifikation

Von den 119 Patienten erlitten 42,0 Prozent (n=50) eine Zweifragmentfraktur, 50,4 Prozent (n=60) eine Dreifragmentfraktur und 7,6 Prozent der Patienten (n=9) eine Vierfragmentfraktur. (vgl. Abb. 14, S. 22)

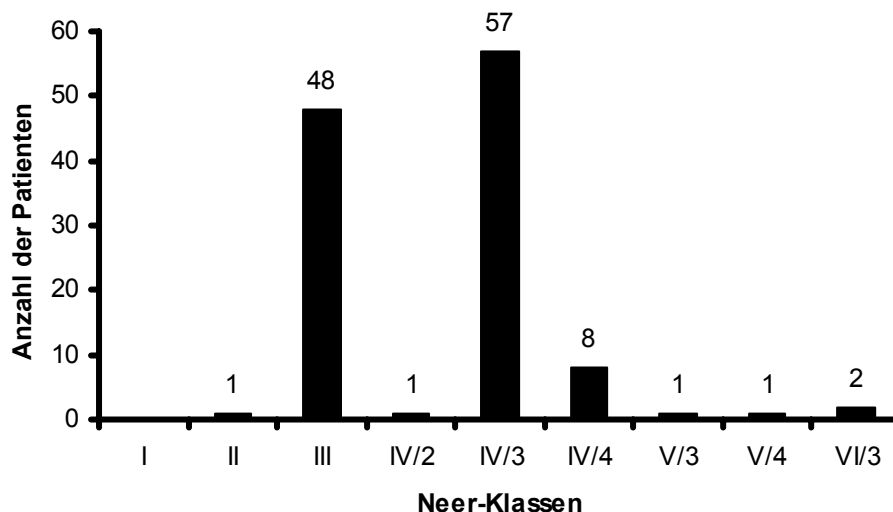


Abb. 14: Verteilung der Frakturen des gesamten Patientenkollektives auf die Neer-Klassifikation

Es handelte sich in allen Fällen um geschlossene Frakturen mit einem Weichteilschaden nach Tscherne und Oestern (82) von maximal 2.

3.1.4 Krankenhausaufenthaltsdauer

Die Krankenhausaufenthaltsdauer der 119 Patienten betrug im Durchschnitt 11,1 Tage. Der längste Aufenthalt betrug 61 Tage, der kürzeste nur 3 Tage.

3.1.5 Operationszeitpunkt und Operationsdauer

Die operative Versorgung der Patienten erfolgte durchschnittlich am 1,5. (0.-11.) Tag nach dem Trauma. Insgesamt wurden 87/119 (73,1 Prozent) Patienten innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Trauma versorgt.

Für die Operationszeiten wurde jeweils die Zeit vom Hautschnitt bis zur letzten Naht gerechnet. Die Operationsdauer betrug demnach im Durchschnitt 71,3 (29-143) Minuten. 13,4 Prozent (n=16) der Patienten benötigten im Durchschnitt 3 (2-15) Erythrozytenkonzentrate während der Operation.

3.2 Nachuntersuchtes Patientenkollektiv

Im Zeitraum von April 2000 bis Juni 2002 wurden 63 der 119 Patienten mindestens zu einem der drei Zeitpunkte durch den Autor klinisch und radiologisch an der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf nachuntersucht. Die Nachuntersuchungsrate wurde in Kapitel 2.2 aufgezeigt.

Zum ersten Nachuntersuchungszeitpunkt erschienen nach durchschnittlich 3,2 Monaten (0,5-4 Monate) 30 Patienten, zum zweiten Nachuntersuchungszeitpunkt nach durchschnittlich 6,5 Monaten (5-9 Monate) ebenfalls 30 Patienten und zum

dritten Nachuntersuchungszeitpunkt nach durchschnittlich 13,6 Monaten (10-24 Monate) 37 Patienten.

3.2.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der 63 nachuntersuchten Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag bei 67,2 Jahren (30-89 Jahre).

Unter den nachuntersuchten Personen befanden sich 48 Frauen und 15 Männer. Das Geschlechterverhältnis betrug somit 3,2:1. Bei den Frauen lag das Durchschnittsalter bei 71,5 Jahren (30-89 Jahre), bei den Männern bei 53,3 Jahren (32-81 Jahre). (vgl. Abb. 15, S. 24)

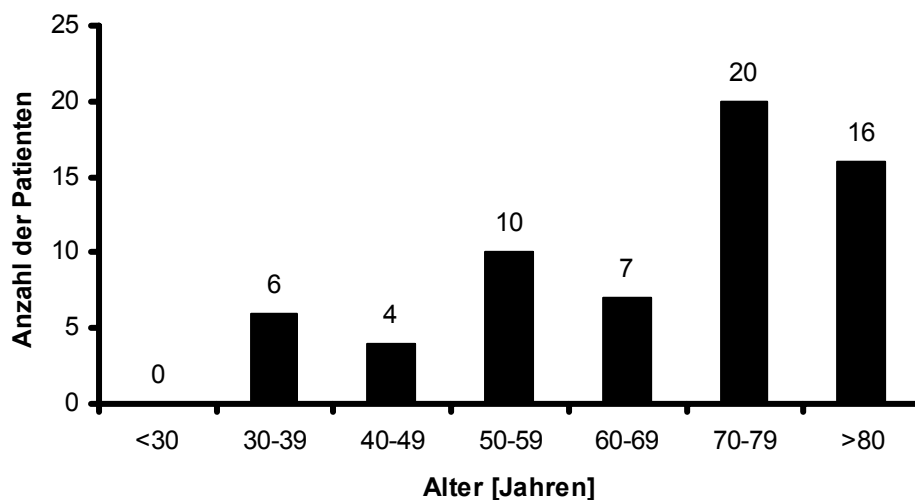


Abb. 15: Altersstruktur des nachuntersuchten Patientenkollektives

3.2.2 Frakturklassifikation

Nach der AO-Klassifikation hatten 23 von 63 (36,5 Prozent) nachuntersuchten Patienten eine Typ-A-Fraktur, 26 Patienten (41,3 Prozent) hatten eine Typ-B-Fraktur und 14 Patienten (22,2 Prozent) eine Typ-C-Fraktur. (vgl. Abb. 16, S. 25)

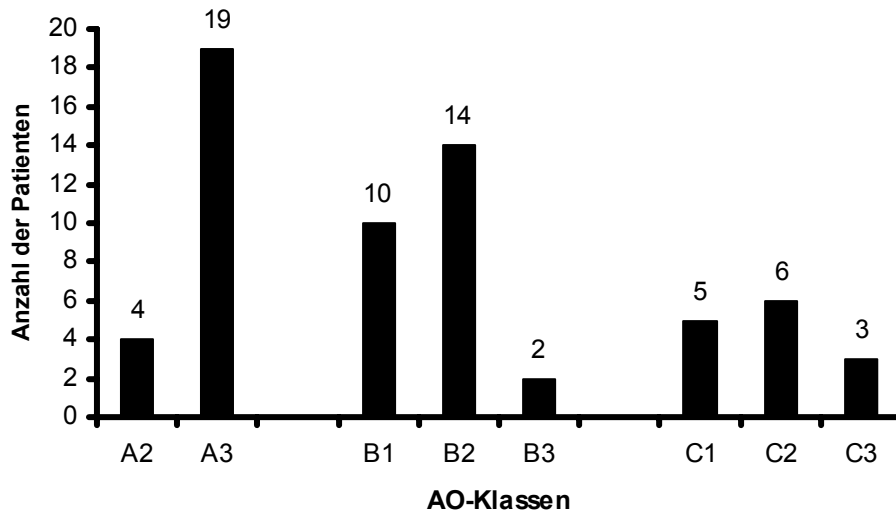


Abb. 16: Verteilung der Frakturen des nachuntersuchten Patientenkollektives auf die AO-Klassifikation

Hinsichtlich der Neer-Klassifikation ergaben sich 26 Zweifragment-, 32 Dreifragment- und 5 Vierfragmentfrakturen. (vgl. Abb. 17, S. 25)

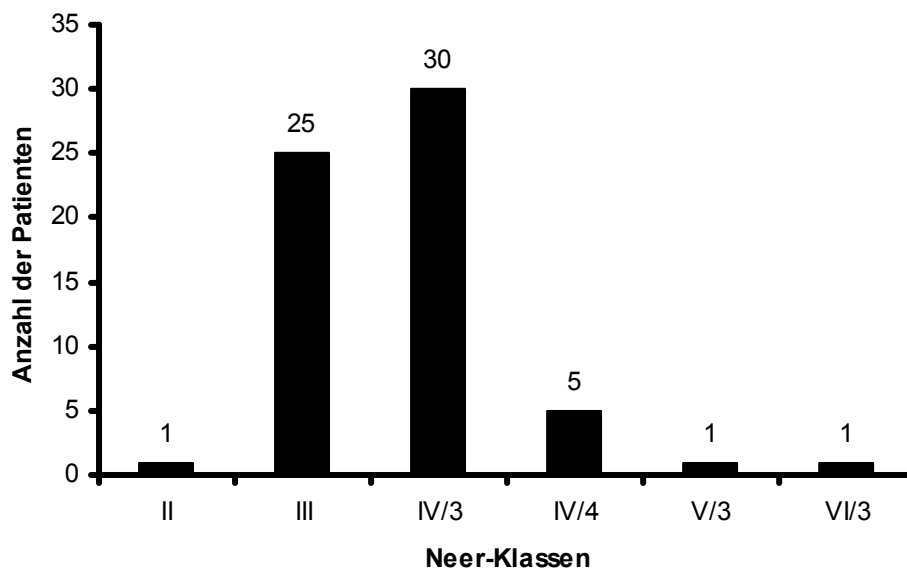


Abb. 17: Verteilung der Frakturen des nachuntersuchten Patientenkollektives auf die Neer-Klassifikation

3.2.3 Komplikationen

Insgesamt kam es zu 22 postoperativen Komplikationen. Dies entspricht bei einer Anzahl von 63 nachuntersuchten Patienten einer durchschnittlichen Komplikationsrate von 34,9 Prozent (22/63).

In 9 Fällen kam es zur Ausbildung von Humeruskopfnekrosen. Sekundäre Dislokationen wurden in 8 Fällen beobachtet, dabei zeigte sich in 3 Fällen das typische Bild eines *Cut-out* des Nagels. Bei 5 Patienten kam es zu Schraubenlockerungen. (vgl. Abb. 18, S. 26)

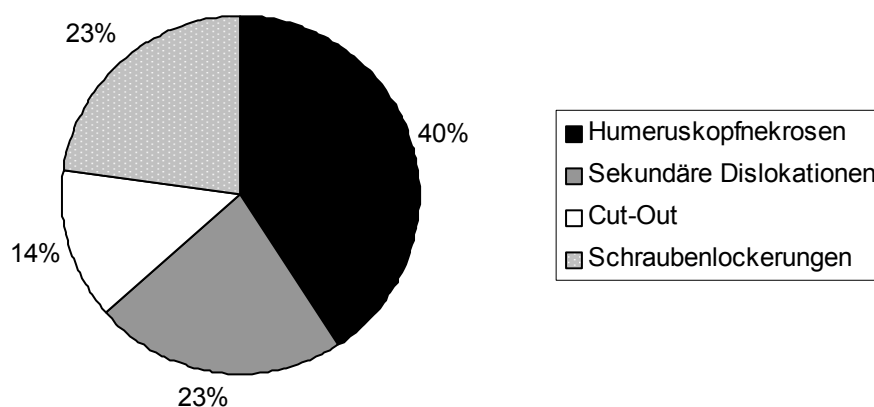


Abb. 18: Prozentuale Verteilung der postoperativen Komplikationen des nachuntersuchten Patientenkollektives

Die Komplikationen erforderten zum Teil Revisionseingriffe. Dabei kam es in 7 Fällen zu einer Entfernung des Implantates. Bei 3 Patienten wurde eine Prothese implantiert und in 4 Fällen wurde eine Resektionsarthroplastik durchgeführt.

3.3 Scoreergebnisse

Die Einstufung des funktionellen Ergebnisses zu den drei Untersuchungszeitpunkten erfolgte anhand der Bewertungsschemata nach Neer und nach Constant-Murley.

3.3.1 Scoreergebnisse zum 1. Nachuntersuchungszeitpunkt

Zu dem frühen Nachuntersuchungszeitpunkt von durchschnittlich 3,2 Monaten (0,5-4 Monate) konnten 30 Patienten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden.

Unter Anwendung des Constant-Murley-Scores konnten von den 100 möglichen Punkten zu diesem frühen Zeitpunkt auf der operierten Seite durchschnittlich $52,2 \pm 12,2$ Punkte (31-75 Punkte), unter Verwendung des Neer-Scores durchschnittlich $65,1 \pm 12,7$ Punkte (35-87 Punkte) erzielt werden. Auf der gesunden Gegenseite betrug der durchschnittliche Constant-Murley-Score $82,5 \pm 11,0$ (56-100), der durchschnittliche Neer-Score $95,2 \pm 3,4$ (86-100) Punkte. Setzt man das Scoreergebnis der verletzten Seite ins Verhältnis zum Scoreergebnis der gesunden Seite, erhält man den relativen Constant-Murley- bzw. relativen Neer-Score. Der relative Constant-Murley-Score betrug somit zum ersten Nachuntersuchungszeitpunkt $63,7 \pm 14,4$ Prozent (37-96 Prozent), der relative Neer-Score $68,5 \pm 13,6$ Prozent (39-98 Prozent). (vgl. Tab. 1, S. 27 und Abb. 19, S. 29)

Patientenanzahl	Alter	CS V	CS N	rel. CS	NS V	NS N	rel. NS
30	66,1	52,2	82,5	63,7	65,1	95,2	68,5

Tab. 1: Durchschnittliche Scoreergebnisse zum 1. Nachuntersuchungszeitpunkt; durchschnittlicher Constant-Murley-Score der verletzten Seite (CS V) und der nicht-verletzten Seite (CS N), durchschnittlicher Neer-Score der verletzten Seite (NS V) und der nicht-verletzten Seite (NS N), relativer Constant-Murley-Score [%] (rel. CS) und relativer Neer-Score [%] (rel. NS)

3.3.2 Scoreergebnisse zum 2. Nachuntersuchungszeitpunkt

Zum zweiten Nachuntersuchungszeitpunkt konnten 30 Patienten nach durchschnittlich 6,5 Monaten (5-9 Monate) post operationem untersucht werden. Im Vergleich zum ersten Nachuntersuchungszeitpunkt ergaben sich fast identische Ergebnisse.

Auf der verletzten Seite ergab sich ein durchschnittlicher Constant-Murley-Score von $52,7 \pm 18,9$ Punkten (20-86 Punkte) und ein durchschnittlicher Neer-Score von $65,1 \pm 21,2$ Punkten (19-98 Punkte). Der durchschnittliche Constant-Murley-Score auf der gesunden Seite betrug $78,1 \pm 14,5$ Punkte (35-97 Punkte) und der durchschnittliche Neer-Score $90,9 \pm 13,1$ Punkte (39-100 Punkte). Somit ergab sich zum zweiten Nachuntersuchungszeitpunkt ein relativer Constant-Murley-Score von $66,1 \pm 19,7$ Prozent (30,9-100 Prozent) und ein relativer Neer-Score von $70,4 \pm 21,9$ Prozent (20,8-100 Prozent). (vgl. Tab. 2, S. 28 und Abb. 19, S. 29)

Patientenanzahl	Alter	CS V	CS N	rel. CS	NS V	NS N	rel. NS
30	69,3	52,7	78,1	66,1	65,1	90,9	70,4

Tab. 2: Durchschnittliche Scoreergebnisse zum 2. Nachuntersuchungszeitpunkt; durchschnittlicher Constant-Murley-Score der verletzten Seite (CS V) und der nicht-verletzten Seite (CS N), durchschnittlicher Neer-Score der verletzten Seite (NS V) und der nicht-verletzten Seite (NS N), relativer Constant-Murley-Score [%] (rel. CS) und relativer Neer-Score [%] (rel. NS)

3.3.3 Scoreergebnisse zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt

Zu diesem späten Nachuntersuchungspunkt von durchschnittlich 13,6 (10-24) Monaten post operationem konnten 37 Patienten erfasst und ausgewertet werden.

Nach Constant-Murley wurden auf der operierten Seite durchschnittlich $66,3 \pm 15,8$ Punkte (32-94 Punkte), auf der nicht betroffenen Seite durchschnittlich $83,5 \pm 9,6$ Punkte (54-100 Punkte) erreicht, nach Neer durchschnittlich $78,1 \pm 15,1$ Punkte (31-97 Punkte) auf der verletzten Seite und $94,9 \pm 7,4$ Punkte (54-100 Punkte) auf der gesunden Seite. Somit konnte zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt ein relativer Constant-Murley-Score von $79,0 \pm 14,9$ Prozent (41,0-97,8 Prozent) und ein relativer Neer-Score von sogar $82,0 \pm 13,8$ Prozent (51,0-100 Prozent) erzielt werden. (vgl. Tab. 3, S. 29 und Abb. 19, S. 29)

Patientenanzahl	Alter	CS V	CS N	rel. CS	NS V	NS N	rel. NS
37	66,2	66,3	83,5	79,0	78,1	94,9	82,0

Tab. 3: Durchschnittliche Scoreergebnisse zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt; durchschnittlicher Constant-Murley-Score der verletzten Seite (CS V) und der nicht-verletzten Seite (CS N), durchschnittlicher Neer-Score der verletzten Seite (NS V) und der nicht-verletzten Seite (NS N), relativer Constant-Murley-Score [%] (rel. CS) und relativer Neer-Score [%] (rel. NS)

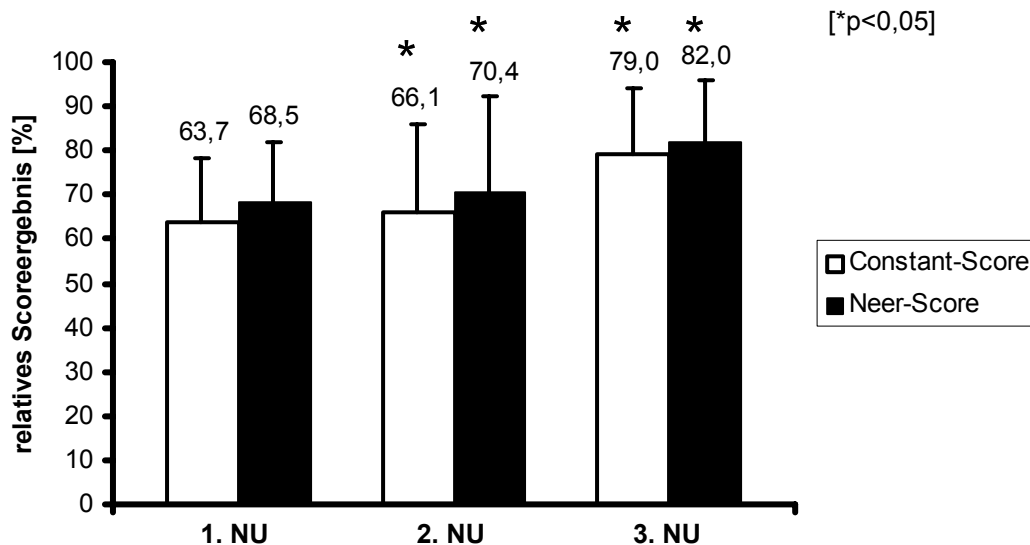


Abb. 19: Durchschnittliche relative Scoreergebnisse [%] zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten (1.NU, 2. NU, 3. NU)

Es kommt zu einer signifikanten Zunahme ($p < 0,05$) der relativen Scoreergebnisse vom 1. zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt.

3.3.4 Qualitative Bewertung der Scoreergebnisse

Zur Einteilung der Scoreergebnisse in die 4 Bewertungsgruppen wurden die in Kapitel 2.5 aufgezeigten Punktgrenzen verwendet. Bei der qualitativen Betrachtung des Constant-Murley-Score zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt erzielten von den 37 nachuntersuchten Patienten 14 Patienten ein sehr gutes Ergebnis und 7 Patienten ein gutes Ergebnis. Somit erzielten 56,8 Prozent (21/37) der Patienten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. Ein befriedigendes Ergebnis zeigte sich nach Constant-Murley bei 6 Patienten und ein schlechtes Ergebnis bei 10 Patienten.

Nach Neer erzielten sogar 23/37 (62,2 Prozent) Patienten zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt ein gutes bzw. ein sehr gutes Ergebnis. 6 Patienten erreichten ein befriedigendes und 8 Patienten ein schlechtes Ergebnis. (vgl. Abb. 20, S. 30)

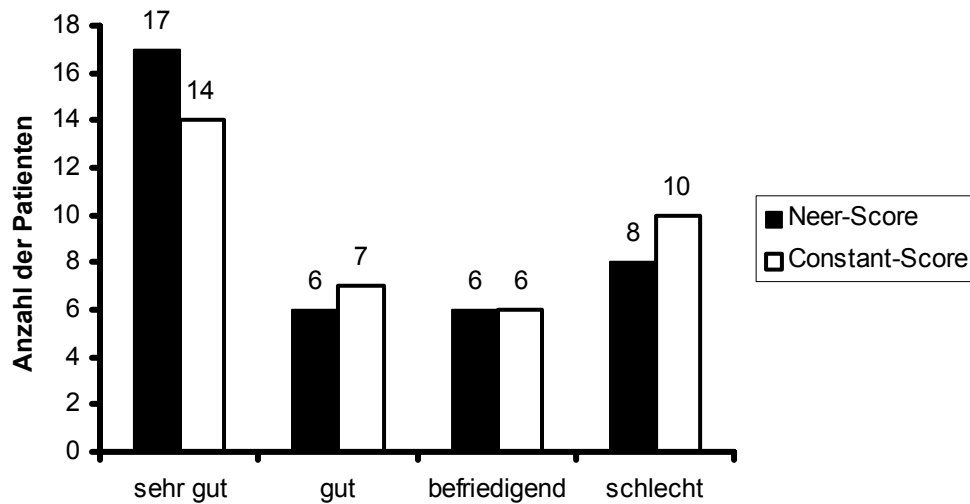


Abb. 20: Qualitative Ergebnisse nach Constant-Murley- und nach Neer-Score zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt

3.3.5 Scoreergebnisse nach Alter

Zur Überprüfung einer Altersabhängigkeit auf das Scoreergebnis des Patienten wurden die Patienten in 2 Gruppen eingeteilt. Die Altersgrenze wurde bei 60 Jahren gelegt. (vgl. Abb. 21, S. 30 und Abb. 22, S. 31)

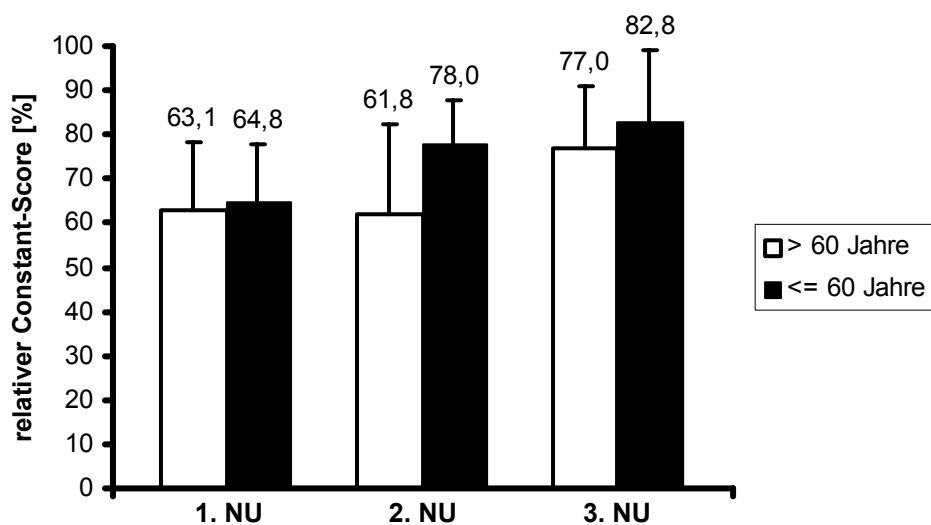


Abb. 21: Durchschnittlicher relativer Constant-Murley-Score [%] in Abhängigkeit vom Patientenalter zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten

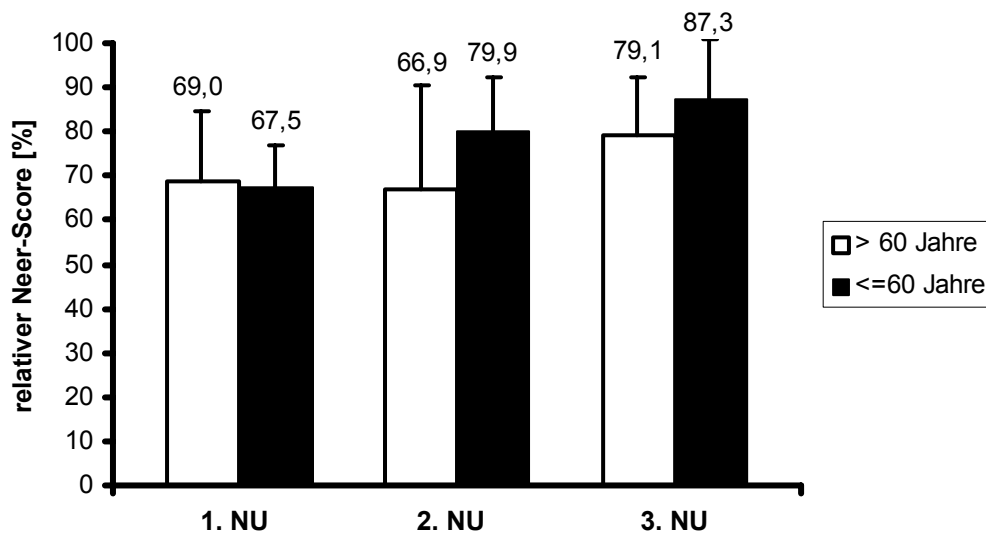


Abb. 22: Durchschnittlicher relativer Neer-Score [%] in Abhängigkeit vom Patientenalter zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten

Hierbei zeigt sich, dass im jüngeren Patientenkollektiv bessere Scoreergebnisse zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten erzielt wurden. Zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt wurde bei den unter 60-jährigen ein relativer Constant-Murley-Score von $82,8 \pm 16,2$ Prozent (Gruppe 2: $77,0 \pm 14,0$ Prozent) und ein relativer Neer-Score von $87,3 \pm 13,7$ Prozent (Gruppe 2: $79,1 \pm 13,2$ Prozent) erreicht. Einen Einfluss des Patientenalters auf das Ergebnis wird auch bei Betrachtung der qualitativen Bewertungsgruppen deutlich. (vgl. Abb. 23, S. 31)

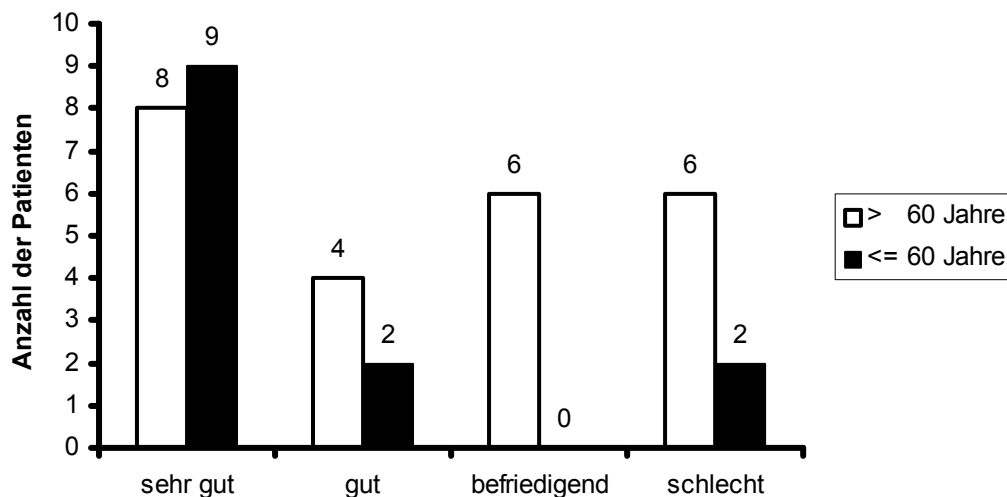


Abb. 23: Qualitative Ergebnisse nach Neer zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit vom Patientenalter

Zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt erzielten 11 der 13 nachuntersuchten unter 60-jährigen Patienten (84,6 Prozent) ein sehr gutes bzw. gutes Ergebnis nach Neer, bei den über 60-jährigen jeder Zweite (12/24).

3.3.6 Scoreergebnisse nach Geschlecht

Zur Untersuchung des Einflusses des Geschlechtes auf das Scoreergebnis des Patienten wurden die gemittelten Scoreergebnisse nach Constant-Murley und nach Neer zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt bezüglich männlichen und weiblichen Patienten getrennt betrachtet. (vgl. Abb. 24, S. 32)

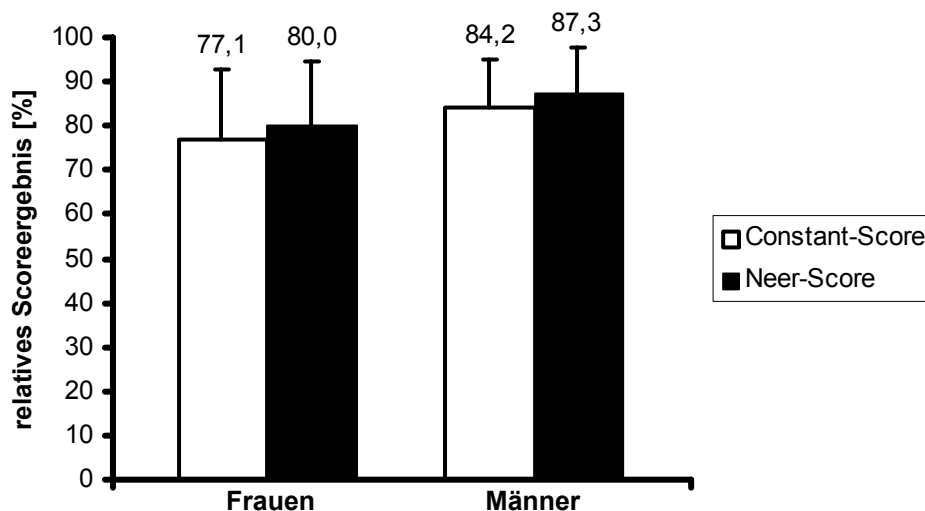


Abb. 24: Durchschnittliche relative Scoreergebnisse [%] zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit vom Geschlecht

Bei den männlichen Patienten zeigen sich zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt bessere Scoreergebnisse als bei den weiblichen Patienten. Die ermittelten Ergebnisse zeigen jedoch keine signifikanten Veränderungen.

3.3.7 Scoreergebnisse nach Frakturtyp

Zur Darstellung der Scoreergebnisse des Patienten unter dem Einfluss der jeweiligen Frakturschwere wurden die Scoreergebnisse zum 3. Nachuntersuchungs-

zeitpunkt getrennt der Frakturtypen nach der AO und der Frakturtypen nach Neer betrachtet. (vgl. Abb. 25, S. 33 und Abb. 26, S. 33)

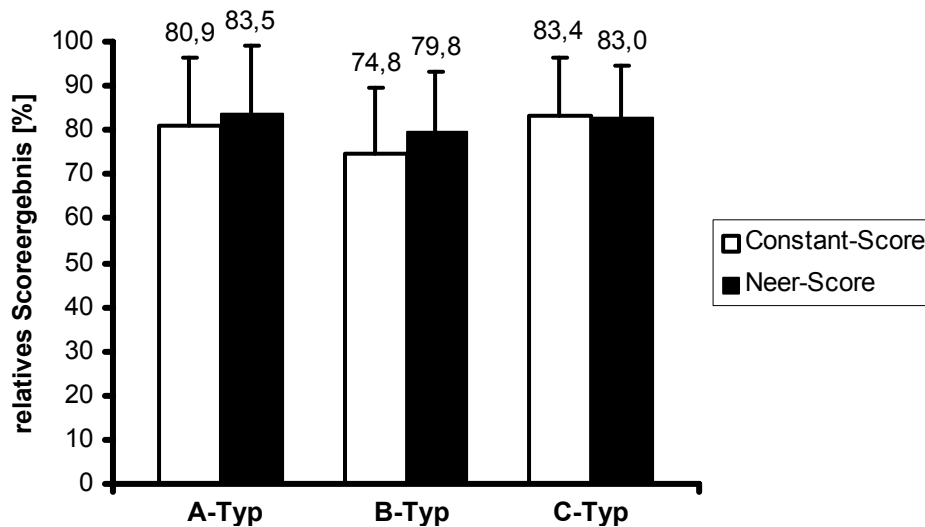


Abb. 25: Durchschnittliche relative Scoreergebnisse [%] zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit vom Frakturtyp der AO-Klassifikation

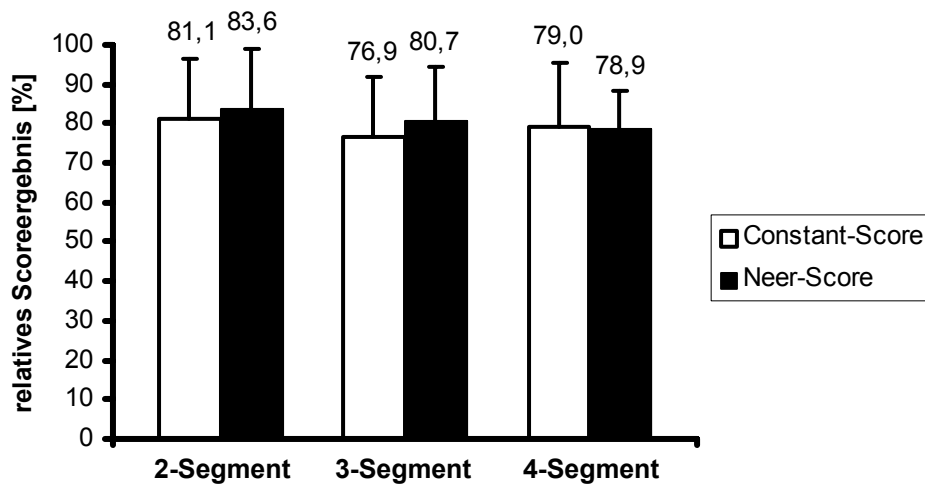


Abb. 26: Durchschnittliche relative Scoreergebnisse [%] zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit vom Frakturtyp der Neer-Klassifikation

Die Analyse der relativen Scoreergebnisse bezüglich der Frakturtypen zeigen weder für die AO-Klassifikation noch für die Neer-Klassifikation signifikante Veränderungen.

3.4 Fragebogenanalyse

Unterteilt man den Constant-Murley-Score nach inhaltlichen Kriterien, so entstehen vier funktionelle Gruppen:

1. Fragen zur Schmerzhaftigkeit
2. Fragen zur groben Kraft
3. Fragen zur Lebensqualität
4. Fragen zur Beweglichkeit

Da die wesentlichen Gesichtspunkte bei der klinischen Beurteilung nach Schulterverletzungen in den gebräuchlichen Scores diese vier Kriterien darstellen, trennen wir diese im folgenden auf.

3.4.1 Schmerzempfinden

Die Schmerzanalyse ergibt, dass Schmerzen zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt im Gegensatz zum 1. und 2. Nachuntersuchungszeitpunkt keine wesentliche Rolle mehr spielen. So verursachten Alltagsbewegungen in alle Richtungen bei 92 Prozent der Patienten zu diesem späten Nachuntersuchungszeitpunkt keine Schmerzen mehr. 8 Prozent der Patienten berichteten über leichten Schmerz. Mittelstarke oder starke Schmerzen wurden nicht angegeben. (vgl. Tab. 4, S. 34)

Schmerz	Nachuntersuchungszeitpunkt		
	1. FU	2. FU	3. FU
Kein	25,0%	46,2%	92,0%
Leichter	57,1%	30,8%	8,0%
Mittelstarker	17,9%	23,0%	0%
Starker	0%	0%	0%

Tab. 4: Prozentuale Verteilung der Schmerzempfindung zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten

3.4.2 Kraft

Zur Beurteilung der Kraft im Schultergelenk wurde entsprechend den Empfehlungen nach Constant mit einer Federwaage in 90 Grad Abduktion im Schulter-

gelenk und 90 Grad Flexion im Ellenbogengelenk gemessen. Im Constant-Murley-Score ist zum Erreichen der maximalen Punktzahl von 25 Punkten eine Kraft im Schultergelenk von mehr als 12 kg nötig. Dies ist selbst auf der nicht-frakturierten Seite nur sehr selten erzielt worden. Zum dritten Nachuntersuchungszeitpunkt wurde auf der verletzten Seite nur von einem Patienten, auf der nicht verletzten Seite nur von drei Patienten die maximale Punktzahl von 25 Punkten erzielt. (vgl. Abb. 27, S. 35)

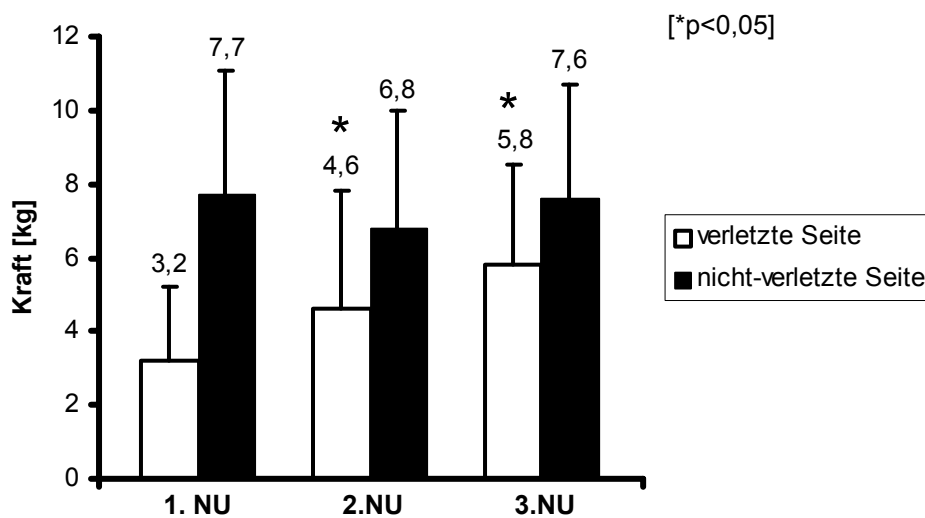


Abb. 27: Durchschnittliche Kraft im Schultergelenk [kg] zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten (1. NU, 2. NU, 3. NU)

Bei der Kraftanalyse zeigt sich eine kontinuierliche Steigerung der Kraft im Schultergelenk der verletzten Seite vom 1. bis zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt.

3.4.3 Lebensqualität

Zur Beurteilung der Lebensqualität wurde der Bereich Schlaf einzeln betrachtet. Dieser subjektive Parameter wurde mit Hilfe eines standardisierten Interviews in Anlehnung an den Constant-Murley-Score ermittelt und ausgewertet. (vgl. Tab. 5, S. 36)

Schlaf	Nachuntersuchungszeitpunkt		
	1. FU	2. FU	3. FU
Ungestört	75,0%	67,9%	81,1%
Eingeschränkt	25,0%	28,6%	16,2%
Stark eingeschränkt	0%	3,5%	2,7%

Tab. 5: Prozentuale Verteilung der Schlafqualität zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten

Proximale Humerusfrakturen führen in unserem Patientenkollektiv generell nur zu einer gering bleibenden Beeinträchtigung des Schlafes und der damit verbundenen Lebensqualität.

3.4.4 Bewegungsausmaß

Bei der klinischen Untersuchung des Bewegungsausmaßes wurden die Bewegungsrichtungen Anteversion, Abduktion und Aussenrotation einzeln betrachtet und ausgewertet. Die folgenden Abbildungen stellen die Mittelwerte der Anteversion, Abduktion und Aussenrotation sowohl der verletzten als auch der nicht-verletzten Seite zu den drei Nachuntersuchungszeitpunkten dar. (vgl. Abb. 28, S. 36, Abb. 29, S. 37 und Abb. 30, S. 37)

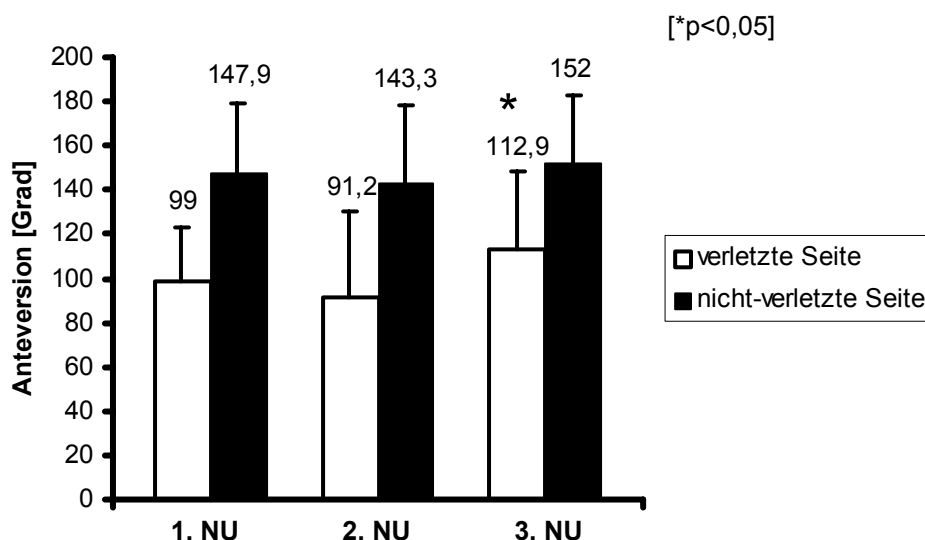


Abb. 28: Durchschnittliche Anteversion der verletzten und nicht-verletzten Seite zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten (1. NU, 2. NU, 3. NU)

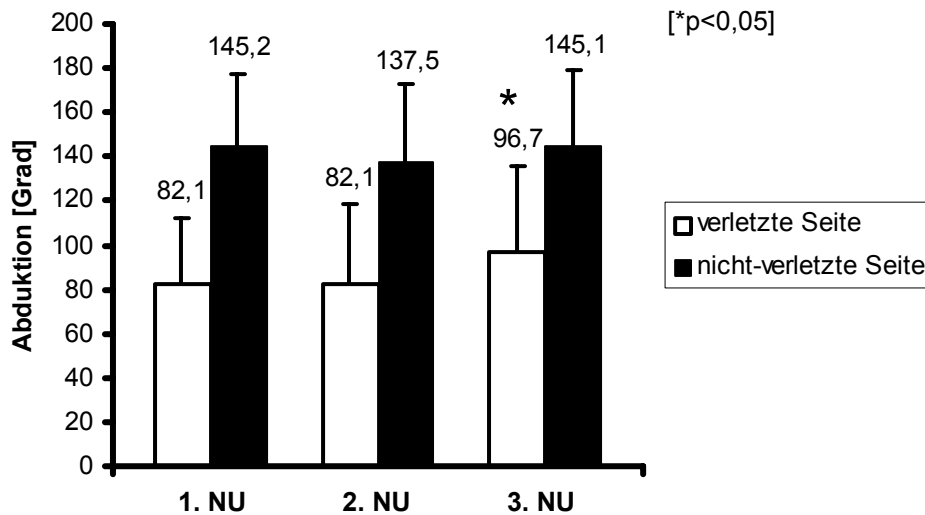


Abb. 29: Durchschnittliche Abduktion der verletzten und nicht-verletzten Seite zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten (1. NU, 2. NU, 3. NU)

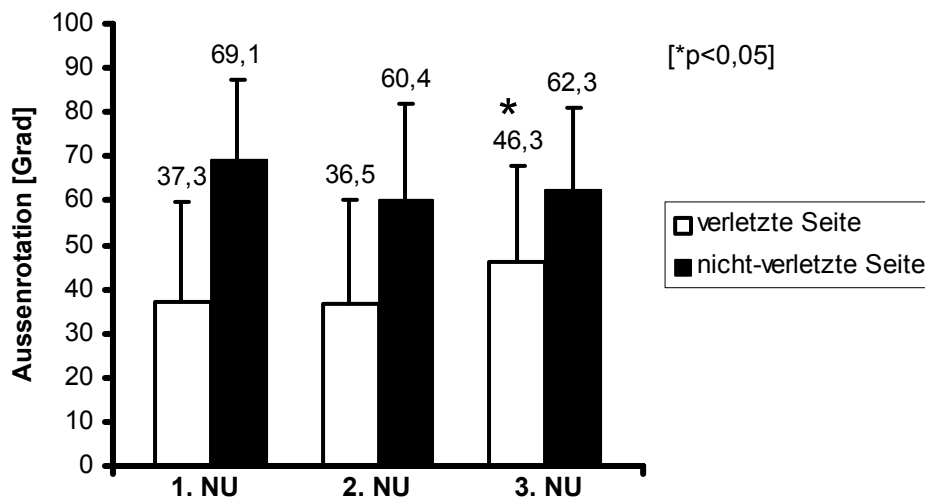


Abb. 30: Durchschnittliche Aussenrotation der verletzten und nicht-verletzten Seite zu den 3 Nachuntersuchungszeitpunkten (1. NU, 2. NU, 3. NU)

Setzt man die verletzte Seite in Relation zur nicht-verletzten Seite ergibt sich zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt eine relative Anteversion von 74,3 Prozent, eine relative Abduktion von 66,6 Prozent und eine relative Aussenrotation von 74,3 Prozent.

3.4.5 Subjektive Zufriedenheit

Zur Ermittlung der subjektiven Zufriedenheit wurden die Patienten gebeten, ihre Schulterfunktion eine der vier Bewertungsgruppen „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“, „schlecht“ zuzuordnen. (vgl. Tab. 6, S. 38)

	Neer-Score [%]	Subjektive Zufriedenheit [%]
Sehr gut	46,0	10,8
Gut	16,2	43,3
Befriedigend	16,2	24,3
Schlecht	21,6	21,6

Tab. 6: Prozentuale Verteilung der subjektiven Zufriedenheit der Patienten mit dem Ausheilungsergebnis zum dritten Nachuntersuchungszeitpunkt im Vergleich zu den qualitativ bewerteten Neer-Scoreergebnissen

Bei der Altersanalyse dieser Ergebnisse fiel auf, dass Patienten mit besserer subjektiver Einschätzung des Ergebnisses mit einem Durchschnittsalter von 80,7 Jahren deutlich älter sind als Patienten mit schlechterer Einschätzung (Durchschnittsalter: 60,5 Jahre).

4 Kasuistik

Die Anwendung des Targon-PH-Nagels wird anhand eines Fallbeispiels exemplarisch dargestellt. Neben kurzen Angaben zum Unfallgeschehen wird der Therapieverlauf durch Röntgenbilder der verschiedenen Heilungsstadien veranschaulicht.

Patient: I. L., 81 Jahre, weiblich

- Die Patientin erlitt im Rahmen eines Sturzes aus niedriger Höhe eine Neer 3.2 bzw. eine AO A3 Fraktur
- Operative Versorgung durch einen Standard-Targon-PH-Nagel mit dreifacher proximaler und zweifacher distaler Verriegelung am 1. Tag nach dem Unfallereignis
- Keine intraoperativen Komplikationen
- Ruhigstellung im Gilchrist-Verband für 3 Tage mit anschliessender frühfunktioneller Physiotherapie
- Patientin nahm an der Nachuntersuchung teil und erzielte zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt einen relativen Neer-Score von 96,7 Prozent und einen relativen Constant-Score von 93,2 Prozent



Abb. 31 und Abb. 32: Röntgenbilder in 2 Ebenen am Unfalltag

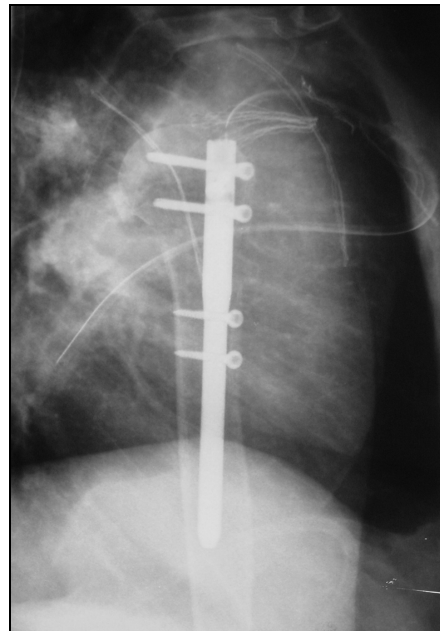
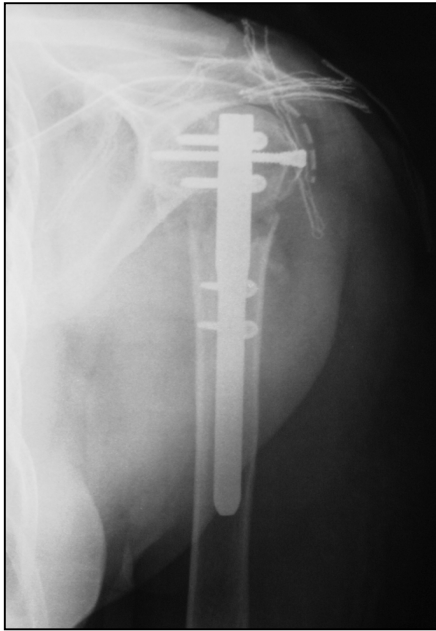


Abb. 33 und Abb. 34: Röntgenbilder in 2 Ebenen am 1. postoperativen Tag

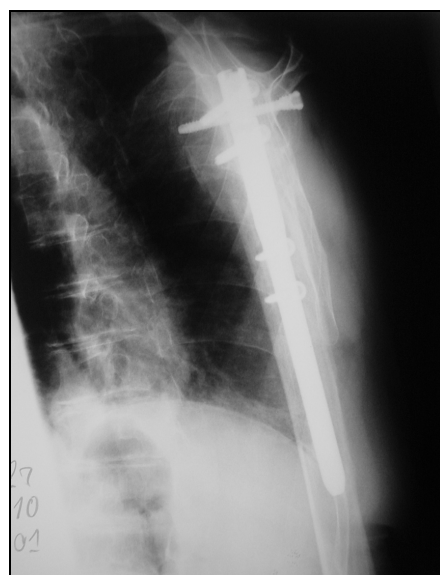
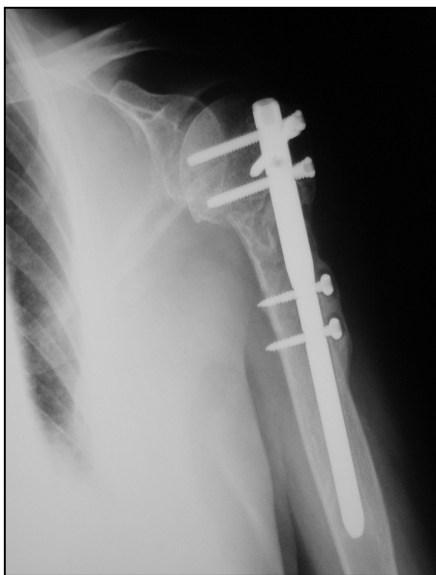


Abb. 35 und Abb. 36: Röntgenbilder in 2 Ebenen 12 Monate post operationem



Abb. 37 – Abb. 40: Funktionsbilder 12 Monate post operationem

5 DISKUSSION

5.1 Allgemeine Betrachtung

Die Betrachtung unserer Untersuchungsergebnisse bestätigt, was sich auch in zahlreichen anderen Veröffentlichungen gezeigt hat, dass es sich bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen um eine Verletzungsart handelt, die vorwiegend ältere Menschen betrifft (42;88). Das Durchschnittsalter liegt in vielen Untersuchungen in der Mitte des fünften Dezeniums (24;75;83;105). Andere Studien berichten über ein höheres Durchschnittsalter von 61 bis 71 Jahren (21;56;117). In unserem Kollektiv lag bei einem kontinuierlichen Anstieg der Inzidenz der Gipfel in der Altersgruppe von 70 bis 80 Jahren bei einem Altersdurchschnitt von 70,6 Jahren. Mögliche Erklärungen sind neben den im Senium auftretenden osteoporotischen Veränderungen, Einschränkungen der Beweglichkeit und der damit verbundenen Schwierigkeit, Stürze zu vermeiden oder durch Schutzreflexe abzuschwächen.

Auch das überwiegende Auftreten beim weiblichen Geschlecht in unserem Patientengut mit einem Geschlechtsverhältnis von 3,1:1 (w:m) deckt sich mit den in der Literatur angegebenen Werten (24;56;83). Die höhere Lebenserwartung der Frau und die postmenopausalen, osteoporotischen Veränderungen bieten eine Erklärung. In unserem Patientenkollektiv zeigt sich, wie auch in anderen Kollektiven (75;88), mit 75,6 Jahren ein sehr viel höherer Altersdurchschnitt der weiblichen Patienten im Vergleich zum männlichen Geschlecht (55,3 Jahre).

Die Seitenverteilung der Frakturen zeigte sich mit 53:47 Prozent (L:R) in unserem Patientenkollektiv nahezu ausgeglichen, bei einem Auftreten von Rechtshändigkeit von über 95 Prozent. In vergleichbaren Untersuchungen zeigte sich im Gegensatz dazu, dass 2/3 der Oberarmkopffrakturen, die Rechtshänder erlitten, die linke Schulter betrafen. Es wurde daraufhin angenommen, dass der Körper zum Zeitpunkt des Unfallgeschehens durch Reflexbewegungen eine zwangsläufige Linksdrehung vollzieht und folglich die linke Körperhälfte zuerst aufschlägt (66). Diese Aussage konnte in unserer Arbeit nicht bestätigt werden.

5.2 Probleme der Vergleichbarkeit mit Daten anderer Studien

Der Vergleich unserer Untersuchungsergebnisse mit den Daten anderer Forschungsgruppen gestaltet sich schwierig. Die Gründe hierfür liegen in erster Linie in den verwendeten Frakturklassifikationen und Scoringssystemen.

Eine verwertbare Frakturklassifikation muss grundsätzlich reproduzierbar und umfassend sein. Sie bildet die Grundlage für eine Vergleichbarkeit verschiedener therapeutischer Verfahren und sollte prognostische Aussagen erlauben. Die Tatsache, dass es zahlreiche Ansätze zur Klassifikation von proximalen Humerusfrakturen gibt, zeigt, dass die klinische Anwendbarkeit und Reliabilität eingeschränkt ist. Nach wie vor ist die Klassifikation der proximalen Humerusfraktur in verschiedenen Studiengruppen uneinheitlich (94;95).

Aufgrund der häufig unbefriedigenden nativradiologischen Darstellbarkeit des proximalen Humerus ergeben sich Schwierigkeiten bei der Beurteilung des Frakturverlaufs (94). Nur in wenigen Publikationen werden die notwendigen Standardprojektionen definiert. Röntgenaufnahmen des verletzten Schultergelenkes in 2 Ebenen sind als Basis für eine Fraktуреinteilung essentiell. Die Computertomographie erlaubt eine genauere pathoanatomische Beschreibung und erleichtert die Klassifikation der Fraktur. Sie wird von verschiedenen Autoren in der Diagnostik der proximalen Humerusfraktur zunehmend empfohlen (8;50;90). Aus unserer Sicht reichen Röntgenaufnahmen der Schulter in 2 Ebenen in den allermeisten Fällen zur Darstellbarkeit aus. Nur in speziellen Fällen und bei unklarem Frakturverlauf haben wir die Diagnostik durch eine Computertomographie ergänzt.

In mehreren Studien wird die Reproduzierbarkeit der Frakturklassifikationen am proximalen Humerus kritisch betrachtet. Ursache sind die Komplexität der Einteilungen, mangelnde bildgebende Darstellung und geringe Erfahrungen auf Seiten der Untersucher (8;90;95;97).

Der *K*-Koeffizient zur Beurteilung der Variation unter den Untersuchern lag bei Kristiansen et al. (53) bei der Klassifizierung von 100 proximalen Humerusfrakturen nach Neer durch 5 Untersucher immer unter dem kritischen Wert von 0,5. Siebenrock et al. (95) stellten eine unzufriedenstellende *intra*- und *interobserver* Reliabilität sowohl für Neer als auch für das AO/ASIF-Klassifikations-

system fest. Bezüglich der *interobserver* Reliabilität betrug der *K*-Wert 0,40 für die Neer-Klassifikation und 0,53 für das AO-System. Diese höhere Verlässlichkeit für das AO-System verschlechterte sich jedoch deutlich bei Verwendung der Subgruppen der AO. Die *intraobserver* Reliabilität zeigte *K*-Werte von 0,6 für Neer und 0,58 für die AO. In einer Studie von Sidor et al. (93) klassifizierten 5 Orthopäden und Radiologen proximale Humerusfrakturen anhand derselben Röntgenaufnahmen lediglich in 30 Prozent im Abstand von 6 Monaten gleichermaßen. Dennoch werden die Neer-Klassifikation und die AO-Klassifikation von den meisten Autoren bevorzugt. Zur Verbesserung der Reliabilität fordern Siebenrock et al. (95), dass bei wissenschaftlichen Studien alle Klassifizierungen von denselben Personen vorgenommen werden sollten. Dies haben wir in unserer Studie berücksichtigt.

Als spezifischer Nachteil der Neer-Klassifikation wird von vielen Autoren die Subsummierung verschiedener dislozierter 4-*Part*-Frakturen gesehen (30;46). Jakob et al. (47) konnten in einer Studie die abweichend günstige Prognose „valgus-impakterter“ 4-*Part*-Frakturen aufzeigen, welche in der Neer-Klassifikation nicht gesondert berücksichtigt wird. Habermeyer et al. (30) kritisieren die zu geringe Abgrenzung von Frakturen mit hohem Kopfnekroserisiko (Collum anatomicum) von den prognostisch sehr günstigen undislozierten Frakturen.

Mit der AO-Klassifikation wurde eine Unterteilung vorgenommen, die auch verstärkt die Frakturverlaufshöhe berücksichtigt. Die Unterteilung in insgesamt 27 Gruppen ist jedoch aufwendig und wenig übersichtlich. Eine lineare Prognoseverschlechterung mit Zunahme der Typen- und Gruppeneinteilung wird nicht erreicht (1;30). Undislozierte wie auch Luxationsfrakturen finden sich dabei über alle 3 Hauptgruppen verteilt (91;94).

Wir können in unsere Studie keine Klassifikation proximaler Humerusfrakturen empfehlen, da grundsätzliche Anforderungen und Ziele bei keiner bestehenden Einteilung befriedigend verwirklicht sind. Aufgrund dieser Ergebnisse fordern wir die Entwicklung neuer Darstellungsmodalitäten und die Durchsetzung einheitlicher und einfacher Klassifikationssysteme .

Ein weiterer Grund für die schlechte Vergleichbarkeit unserer Daten mit denen anderer Forschungsgruppen liegt in der häufig unterschiedlichen Bestimmung des

Patienten-*Outcome*. Gängige *Scores* zur Beurteilung der Schulterfunktion sind der häufig verwendete Constant-Murley- und der Neer-Score.

Generell findet sich ein breiter Konsens hinsichtlich der Notwendigkeit, orthopädisch-unfallchirurgische Therapieverfahren mittels entsprechender Studien auf den Prüfstand zu stellen. Einigkeit besteht auch dahingehend, dass die Bewertungskriterien nicht ausschliesslich klinischen Parametern unterworfen werden dürfen, wie der Beurteilung des Bewegungsumfanges oder der Infektionsrate eines Operationsverfahrens, sondern auch subjektive Parameter wie die Lebensqualität stärkere Berücksichtigung finden sollte (106-108). Bewertungsverfahren sollen komplexe klinische Situationen auf einen einzigen Zahlenwert reduzieren (18;108).

Tingart et al. (102) untersuchten den Zusammenhang zwischen subjektiver und Score-basierter Bewertung der Schulterfunktion, indem Sie 51 Patienten, 1-6 Jahre nach operativ versorgter proximaler Humerusfraktur, unter Verwendung des Neer- und Constant-Scores analysierten und mit der subjektiven Bewertung des Patienten in den Kategorien „sehr gut“ bis „schlecht“ verglichen. Beide Scoresysteme zeigten demnach eine gute Übereinstimmung mit einer linearen Korrelation von $r=0,97$. Die Spearman-Rangkorrelation zwischen der subjektiven und der Score-basierten Einschätzung war jedoch mit 0,50 (Constant) und 0,55 (Neer) nur mäßig. In unserer Studie betrug die lineare Korrelation zwischen den Scores 0,91, die Spearman-Rangkorrelation 0,37 für den Constant-Murley-Score und 0,51 für den Neer-Score. Auffallend war, dass bei älteren Patienten (>60 Jahre) die subjektive Beurteilung insgesamt positiver als die Score-Bewertung war, so dass die Diskrepanz zwischen subjektiver und Score-basierter Einschätzung durch die Ergebnisse insbesondere für ältere Patienten bestätigt werden konnte (102). Dies konnten wir auch in unserem Patientenkollektiv feststellen, indem wir bei den Patienten mit besserer subjektiver Einschätzung des Ergebnisses ein wesentlich höheres Durchschnittsalter (80,7 Jahre) beobachten konnten als bei Patienten mit schlechterer Einschätzung.

Damit das Ergebnis nicht nur unter Umständen für Kenner des Scores verständlich ist, ist eine Einteilung in Ergebnisgruppen wünschenswert. Im Gegensatz zum Neer-Score wird von Constant-Murley allerdings keine Rängeinteilung für einzelne Ergebnisgruppen angegeben (19;20;77). Durch unter-

schiedliche Ranggrenzen wird in den einzelnen Arbeiten die Vergleichbarkeit der Constant-Scoreergebnisse erschwert. Insgesamt werden nur in wenigen Arbeiten Angaben über die Gruppengrenzen gefunden (11;12;64;79). In einigen Arbeiten (11;12;64) gilt beispielsweise ein funktionelles Ergebnis im Constant-Score von mehr als 70 Punkten als „sehr gut“ bzw. „gut“. In einer anderen Arbeit (79) wird eine „sehr gute“ bzw. „gute“ Schulterfunktion bei allen Patienten mit einem Scorewert von mehr als 50 Punkten erzielt. In anderen Studien erfolgt keine Angabe der gesetzten Gruppengrenzen (117) oder es werden nur Durchschnittswerte angegeben (60). In unserer Arbeit übernahmen wir für den Constant-Murley-Score die von Neer angegebenen Gruppengrenzen (>89 „sehr gut“, 89-80 „gut“, 79-70 „befriedigend“, <70 schlecht) für die qualitative Bewertung.

5.3 Der Targon-PH-Nagel, ein Fortschritt in der Versorgung proximaler Humerusfrakturen?

Zur Frage der Therapie nicht- oder gering-dislozierter Humerusfrakturen existieren keine prospektiven Untersuchungen. Vorliegenden retrospektive Untersuchungen zeigen weitgehend übereinstimmend, dass eine konservativ-frühfunktionelle Therapie sinnvoll ist (9;23;44;77). Vorteile der konservativen Therapie liegen insbesondere in der Ausschaltung des operativen Traumas.

Mehrere Autoren untersuchten auch die konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen (61;84;113).

Lill et al. (61) untersuchten 52 Patienten mit dislozierten proximalen Humerusfrakturen nach konservativer Therapie, wobei die Kriterien nach Neer hinsichtlich der Dislokation berücksichtigt wurden. Nach der Neer-Klassifikation lagen bei den 37 nachuntersuchten Patienten 19 Zweifragmentfrakturen, 12 Dreifragmentfrakturen und 6 Vierfragmentfrakturen vor. Die Beurteilung der Schulterfunktion erfolgte mittels des Constant-Scores im Median 20 Monate nach dem Frakturereignis. 23 Patienten erzielten demnach ein sehr gutes bzw. gutes Ergebnis, 7 Patienten ein befriedigendes und 7 Patienten ein schlechtes Ergebnis. Im Gegensatz zu unserer Studie wurden die Punktgrenzen für die Bewertungsgruppen allerdings weniger streng gehandhabt. So war ein gutes Ergebnis schon mit 71

Punkten möglich, in unserer Studie erst mit 80 Punkten. Würde man hier unsere Grenzen anlegen, würde sich ein wesentlich schlechteres Ergebnis zeigen. Auch die Komplikationsrate stellte sich wesentlich höher dar als in unserem Patientenkollektiv (34,9 Prozent). 9 der 37 Patienten wiesen ein klinisch manifestes subacromiales Impingementsyndrom auf, bei 23 Patienten konnte radiologisch eine Achsfehlstellung größer 50 Grad nachgewiesen werden, bei 14 Patienten lag eine deutliche glenohumerale Arthrose vor und 8 Patienten litten unter einer Humeruskopfnekrose. Besonders die Ergebnisse bei den Vierfragmentfrakturen stellten sich mit einem durchschnittlichen Constant-Score von 61 Punkten und einer hohen Komplikationsrate schlecht dar. Wir konnten mit dem Targon-PH-Nagel bei den Vierfragmentfrakturen einen durchschnittlichen Constant-Score von 74,5 Punkten erzielen.

Rasmussen et al. (84) wiesen in ihrer Studie mit 42 konservativ behandelten dislozierten proximalen Humerusfrakturen bei vergleichbarem Patientengut zu der Arbeit von Lill et al. (61) bezugnehmend auf den Neer-Score 2 Jahre nach dem Trauma bei 55 Prozent der Patienten ein schlechtes Ergebnis auf. In unserer Studie erzielten nach durchschnittlich 13,6 Monaten post operationem 21,6 Prozent der Patienten ein schlechtes Ergebnis. Betrachtet man diese Ergebnisse unter dem Aspekt der langen Ruhigstellung der Schulter im Gilchrist-Verband oder *Hanging Case* sowie der langen Schmerzhaftigkeit der Schulter ist die konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen kritisch zu betrachten.

Die Plattenosteosynthese erlaubt eine sofortige Übungsstabilität bzw. eine frühe passive und aktive Bewegungstherapie (83;101). Moda et al. (70) erzielten bei 25 Patienten mit dislozierten 2- und 3-Fragmentfrakturen unter Verwendung von AO T-Platten und AO semitubulären Platten bei überwiegend männlichen Patienten unter 40 Jahren in 84 Prozent der Fälle sehr gute bis zufriedenstellende Ergebnisse nach dem Neer-Score. Eine genaue Frakturklassifikation wurde nicht durchgeführt, so dass eine eingeschränkte Vergleichsmöglichkeit mit unseren Daten gegeben ist. In unserem Kollektiv lagen die erzielten Ergebnisse bei den Patienten unter 40 Jahren (n=10) bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungspunkt von 14 Monaten mit einem relativen Neer-Score von 92,1 Prozent im sehr guten Bereich.

Damanakis et al. (21) beschreiben in Ihrer Studie über 69 operativ versorgte Patienten mittels AO T- oder L-Platten sehr gute bis befriedigende Ergebnisse in 82,6 Prozent der Fälle unter Verwendung des Neer-Scores. Das Durchschnittsalter der Patienten und die Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation sind mit denen der vorliegenden Studie vergleichbar. Damanakis et al. führten allerdings regelhaft eine Materialentfernung nach 3 Monaten post operationem durch und in 34 Prozent der Fälle musste ein vorliegender Knochensubstanzdefekt mit autologer Spongiosa aus dem vorderen Beckenkamm oder mit autoklavierter homologer Spongiosa aufgefüllt werden. Ziel der frühzeitigen Materialentfernung war eine Beeinträchtigung des Gleitvorganges des Oberarmkopfes unter dem Schulterdach durch die Plattenlage zu verhindern. Unter Verwendung der T-Platte wird über 30 Prozent zu kranial gelegener Platten berichtet (99), anderenorts war bei 63 Prozent der Patienten mindestens einer der 3 klassischen Impingementtests positiv (64). Das mit einer Materialentfernung verbundene höhere Operationsrisiko entfällt bei der Verwendung des Targon-PH-Nagels. Eine Materialentfernung wird an unserer Klinik nur auf ausdrücklichen Wunsch des Patienten bzw. bei Komplikationen (Schraubenlockerungen, Sekundärdислоkationen oder Humeruskopfnekrosen) durchgeführt. Auch traten Nerven- und Plexusläsionen sowie vaskuläre Alterationen der Kopfkalotte im Sinne einer Humeruskopfteil- oder Humeruskopftotalnekrose mit einem Anteil von ca. 22 Prozent häufiger auf als in unserer Verlaufsstudie mit 14,3 Prozent. Kuner und Siebler (55) berichten im Rahmen einer großen AO-Sammelstudie, dass Kopfnnekrosen bei der Nachuntersuchung von 167 dislozierten proximalen Humerusfrakturen in 44,6 Prozent nach Plattenosteosynthese und in 33,3 Prozent nach minimalosteosynthetischer Stabilisierung aufgetreten seien.

Lill et al. (64) stellten in Ihrer Nachuntersuchung über die T-Plattenosteosynthese dislozierter proximaler Humerusfrakturen bei 33 nachuntersuchten Patienten sechs Implantatlockerungen, in 50 Prozent der Fälle postoperative Achsenfehlstellungen sowie bei 72 Prozent Fragmentdislokationen fest. Die Humeruskopfnekroserate nach median 22 Monaten betrug 33 Prozent überwiegend nach 4-Segmentfrakturen. Diese Ergebnisse stimmten mit den Erfahrungen der AO-Sammelstudie von Kuner und Siebler (55) sowie anderer Autoren (87;99) überein. Neue winkelstabile Platten sollen die fehlende Winkel- und Gleitstabilität der Schrauben gegenüber der Platte verbessern (5). Durch den Einsatz der

winkelstabilen Platten soll vor allem im osteoporotischen Knochen eine ausreichende Stabilisierung des Kopffragments gegenüber dem Schaft erzielt werden. Erste Studien zeigen vergleichbar gute Ergebnisse bezüglich der Funktion (5;40). Hintermann et al. (40) untersuchten in Ihrer Studie 38 mit winkelstabilen Platten versorgte Patienten mit einem Durchschnittsalter von 72 Jahren 3,4 Jahre post operationem und erzielten einen durchschnittlichen Constant-Score von 73 Punkten. Wir erreichten bei vergleichbarem Alter und Frakturtyp der Patienten zum letzten Nachuntersuchungszeitpunkt einen durchschnittlichen Constant-Score von 66,3 Punkten. Die Rekonstruktion eines mehrfachfrakturierten Kopfhalsfragmentes stellt allerdings mit diesem Implantat eine große operative Herausforderung dar. Ob sich die guten ersten Erfahrungen bestätigen, müssen weitere prospektive Studien ergeben.

Aufgrund der häufig enttäuschenden Resultate nach primärer Osteosynthese von Humeruskopfmehrfragmentfrakturen wurde in den letzten Jahren vor allem bei älteren Patienten zunehmend die primäre Prothesenimplantation propagiert (11;13;21;41;116). Dabei wird die Schmerzreduktion regelhaft als Vorteil der Hemiarthroplastik nach Fraktur genannt (26;35;71;112). Norris und Mitarbeiter (80) konnten nach Schulterprothetik dislozierter proximaler Humerusfrakturen bei 95 Prozent ihrer Patienten eine Schmerzreduktion beobachten. Ein weiterer Vorteil der Prothesenimplantation wird vor allem beim älteren Patienten in der sicheren primär definitiven Versorgung ohne Risiko für einen Revisionseingriff infolge Humeruskopfnekrose, Pseudarthrose oder sekundärer Dislokation gesehen (3).

Hoellen et al. (41) verglichen im Rahmen einer prospektiv randomisierten Studie bei proximalen Humerusmehrfragmentfrakturen (4-Segmentfrakturen nach Neer) älterer Patienten (Durchschnittsalter 74 Jahre) die Rekonstruktion des Humeruskopfes durch Minimalosteosynthese mit der primären Implantation einer Humeruskopfprothese. In beiden Gruppen waren jeweils 15 Patienten vertreten. Sie hoben hervor, dass der primär prothetische Kopfersatz der Forderung nach einem Behandlungskonzept mit der Möglichkeit der raschen schmerzfreien Mobilisierung und Entlassung in die häusliche Umgebung erfüllen würde.

Trotz ihrer langen Entwicklungsgeschichte (erste durchgeführte Schulterarthroplastik 1893 von Pean) steht die Schulterendoprothetik jedoch im Vergleich zur

Endoprothetik vom Hüft- und Kniegelenk bezüglich Implantationshäufigkeit und Funktionserfolg hinten an (13;34;67;73).

Die Prognose für die Funktion wird sowohl von der Zahl der Fragmente, deren Dislokationsgrad, einer eventuellen Luxation, als auch vom Weichteilschaden bestimmt (30). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die für die Plattenosteosynthese erforderlichen Zugänge zu einer beträchtlichen Störung der Durchblutung des Humeruskopfes führen und damit die Kopfnekroserate deutlich erhöhen (96). Die AO-Sammelstudie von Kuner und Siebler (55) leitete 1987 einen Paradigmenwechsel in der osteosynthetischen Versorgung der Humeruskopffrakturen von den mit hohen Kopfnekroseraten einhergehenden Plattenosteosynthesen zu den Minimalosteosynthesen ein. Es zeigte sich bezüglich der avaskulären Humeruskopfnekrose, dass nicht nur die Verletzung alleine verantwortlich zu machen ist, sondern auch die operative Behandlung in erheblichen Masse dazu beitragen kann. Seitdem wurde eine Vielzahl minimalosteosynthetischer Versorgungskonzepte unter häufig kombinierter Verwendung von Nähten (86), Drähten (31;49;100;109), Schrauben (49;100;101;109), Zerklagen und Zuggurtungen (55;100;101;109) oder intramedullären Bündelnagelungen (87;110) erarbeitet.

Häufig verwendet wird die Kirschner-Drahtosteosynthese. Das Kopfkallottenfragment wird in der von Jaberg beschriebenen Technik mit drei 2,5 mm dicken Gewindedrähten am Schafffragment fixiert (45). Zusätzliche Drähte werden verwendet für die Retention von Tuberculumfragmenten. Mit dieser Technik fand Jaberg gute Ergebnisse bei 34 von 48 Patienten (70 Prozent). Allerdings handelte es sich in dieser Studie bei 60 Prozent um 2-Segmentfrakturen. Signifikante Fehlheilungen fanden sich bei 9 Patienten (18 Prozent).

Kocialkowski untersuchte in seiner Studie die Kirschner-Drahtosteosynthese, allerdings in anderer Technik als von Jaberg beschrieben, bei einem Patientenkollektiv mit einem Durchschnittsalter von 61 Jahren (52). Nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 19 Monaten fand Kocialkowski bei den unter 50-jährigen zwar in 100 Prozent (n=5) der Fälle sehr gute Ergebnisse unter Verwendung des Neer-Scores. Die Ergebnisse der über 50-jährigen waren jedoch bei 69 Prozent der Patienten (n=11) nur im schlechten Bereich.

Lahm und Roesgen (56) untersuchten 63 Patienten mit dislozierten proximalen Humerusfrakturen, wovon 46 (73 Prozent) unter Verwendung einer Minimal-

osteosynthese versorgt wurden. Es wurde nur eine Humeruskopfnekrose beobachtet und die funktionelle Bewertung der Patienten nach dem Constant-Score wird von den Autoren im Gesamtdurchschnitt als zufriedenstellend bewertet.

Ein Problem der minimalinvasiven Verfahren stellt jedoch die Implantatverankerung und die Frakturstabilität im osteoporotischen Knochen dar. Zifko et al. (114) beschreiben in ihrer Studie über 35 operativ versorgte Patienten mittels intramedullärer Bündelnagelung bei 19 nachuntersuchten Patienten nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 15 Monaten ein sehr gutes bis gutes Ergebnis in 11 Fällen nach dem Neer-Score. Eine weitere Aufteilung nach befriedigenden bzw. schlechten Ergebnissen erfolgte nicht. Bei den Frakturen handelte es sich in der überwiegenden Zahl um Zweifragmentfrakturen des chirurgischen Halses, nur in neun Fällen um Dreifragmentfrakturen. Bei jüngerem Durchschnittsalter der Patienten im Vergleich zu unserer Studie und dem geringeren Auftreten der komplexen Drei- und Vierfragmentfrakturen stellten eine häufige Komplikation der Bündelnagelung nach Ender und Zifko das Auswandern der Drähte nach ante- oder retrograd sowie die Beeinträchtigung der Ellenbogenextension dar (33;114). Eine andere Studie stellt bei einer Untersuchung von 22 mit perkutan eingebrachten K-Drähten behandelten Patienten eine hohe Rate an Sekundärdisklokationen und Drahtlockerungen besonders beim älteren Patienten fest (52). Drahtdislokationen wurden bei 41 Prozent, Infekte entlang der Eintrittspunkte bei 23 Prozent der Patienten beobachtet. Herscovici et al. (37) fanden in Ihrer Studie über die perkutane Fixation durch verschiedene Schrauben und Drähte ähnliche Ergebnisse bezüglich der Implantatverankerung und Frakturstabilität dieser minimalinvasiven Verfahren vor allem im osteoporotischen Knochen. In Anbetracht dieser Problematik empfehlen Resch et al. den perkutanen Zugang nur in Knochen, welche keine signifikanten osteoporotischen Veränderungen zeigen (85).

Zur Erhöhung der Frakturstabilität im osteoporotischen Knochen wurde eine Vielzahl von intramedullären Implantaten entwickelt. Im proximalen metaphysären Bereich des Humerus stellt die Fixierung der kurzen gelenknahen Fragmente ein nicht ausreichend gelöstes Problem dar. Ein weiterer Nachteil besteht zusätzlich in der Problematik der ausreichenden Fixation frakturerter Tuberculumfragmente durch den Nagel, die dann durch zusätzlich eingebrachte Drähte, Schrauben oder

Klammern verankert werden müssen. Aus diesen Gründen haben sich intramedulläre Nagelsysteme bisher nicht in der Behandlung proximaler Humerusfrakturen durchsetzen können (39).

Dennoch sind die Vorteile der Marknagelung als geschlossenes und minimal-invasives Verfahren, das somit eine optimale Schonung des Weichteilmantels und der Durchblutung der einzelnen Frakturfragmente erlaubt, naheliegend.

Ein von Seidel entwickelter Oberarmspreiznagel bietet 3 Verriegelungsmöglichkeiten für das Kopfkalottenfragment (92). Die Verwendung einer seitlich oder cranial aufgesetzten Klammer (der sog. Washer) wird zusätzlich bei Mehrfragmentfrakturen mit schlechter Knochenqualität empfohlen. Bei der Nachuntersuchung von 172 Patienten, durchschnittlich 11 Monate nach Materialentfernung, berichtet Seidel über gute bis sehr gute Ergebnisse in 85 Prozent der Fälle. Während Seidel in seiner Studie keine Komplikationen angibt, berichten andere Autoren aber über eine hohe Rate an Impingementsyndrome, welche in einer Arbeit von Togninalli in 50 Prozent Revisionseingriffe erforderlich machte (104). Für dieses Problem wird vor allem der auftragende Washer verantwortlich gemacht.

Bei dem neueren Polarusnagel handelt es sich um ein Implantat, welches überwiegend in den angelsächsischen Ländern verwendet wird. Der Nagel bietet wie der Targon-PH-Nagel 4 proximale und 2 distale Verriegelungsmöglichkeiten. Während Adedapo (2) bei der Nachuntersuchung von 23 Mehrfragmentfrakturen in 20 Fällen über ein gutes funktionelles Ausheilungsergebnis berichtet, fand Bernard (7) eine hohe Komplikationsrate, die bei 5 von 11 Patienten Revisions-eingriffe erforderte. Ruch fand bei biomechanischen Tests eine vergleichbare Stabilität bei Polarusnagel und Plattenosteosynthese (89).

Die Vermeidung von größeren Weichteilschäden durch einen minimalinvasiven Delta-Split Zugang ist in diesem Zusammenhang ein Vorteil des Targonnagels. Die zusätzliche operative Traumatisierung der Gefäßversorgung ist bei diesem Verfahren, insbesondere im Vergleich zur Plattenosteosynthese als gering einzuschätzen. Insgesamt 9 Patienten (14,3 Prozent) zeigten eine Humeruskopfnekrose nach operativer Versorgung mit dem Targon-PH-Nagel. Die Inzidenzen für Humeruskopfnekrosen nach operativer Versorgung schwanken in den verschiedenen Studien zwischen 12-25 Prozent für Dreifragmentfrakturen und

zwischen 40-60 Prozent für Vierfragmentfrakturen (30). Auch die in der Literatur beschriebenen hohen Inzidenzen für Nerven- und Plexusläsionen nach Humeruskopffrakturen, vor allem bei Luxationsfrakturen mit bis zu 30 Prozent, lassen sich in unserem Patientenkollektiv nicht bestätigen (22;86). In unserer Studie konnte bei keinem Patienten ein eindeutiges neurologisches Defizit nachgewiesen werden. Die 4 proximalen Verriegelungsmöglichkeiten des Targon-PH-Nagels, die entsprechend den anatomischen Verhältnissen am Humeruskopf angeordnet sind, erlauben die Fixation frakturierter Tuberculumfragmente ohne zusätzlich eingebrachte andere Implantate wie Drähte, Schrauben oder Klammern. Durch eine winkel- und gleitstabile osteosynthetische Versorgung am proximalen Humerus, wird eine sichere Verankerung des Implantats – auch im osteoporotischen Knochen – ermöglicht, so dass eine frühe physiotherapeutische Mobilisation, die graduell auf jeden Patienten abgestimmt werden sollte, erfolgen kann. Eine längere Ruhigstellung über 10 Tage hinaus erfolgte in diesem Patientenkollektiv nicht. Der Targon-PH-Nagel ist nach unseren Ergebnissen bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen eine Alternative zu den bisherigen Osteosyntheseverfahren (65). Nur bei komplexen Frakturen (AO Typ C3) wird am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf die primäre prothetische Versorgung oder primäre Resektionsarthroplastik durchgeführt.

6 Zusammenfassung

Die Behandlung dislozierter proximaler Humerusfrakturen stellt auch heute noch ein Problem dar und wird nach wie vor kontrovers diskutiert. Ziel der vorliegenden prospektiven Studie war die klinische Evaluation eines neuen intramedullären Nagelsystems zur Behandlung dieser Problemverletzung. Der Targon-PH-Nagel bietet als unaufgebohrter Kraftträger die Möglichkeit in seinem proximalen Anteil 4 winkelstabile Fixierschrauben einzubringen. Die Konfiguration der Einlaufwinkel ist so gewählt, dass entsprechend der Anatomie neben dem Humeruskopffragment auch die Tubercula refixiert werden können. Zusätzlich besitzt der Nagel zwei distale Verriegelungsmöglichkeiten zur Gewährleistung der Rotationsstabilität. Zwischen April 2000 und Juni 2002 wurden in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf insgesamt 119 Patienten mit derartigen Frakturen mit diesem Nagel osteosynthetisch versorgt. Das Geschlechtsverhältnis betrug 3,1:1 (w:m). Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation lag bei 70,6 Jahren. Unfallursache waren mit 90,8 Prozent überwiegend Niedrigenergiestraumata. Die Fraktureinteilung erfolgte basierend auf der Klassifikation von Neer und der AO-Klassifikation. Die Patienten wurden nach festgelegten Zeitpunkten nach 3, 6 und 12 Monaten post operationem nachuntersucht. Zur Beurteilung der Schulterfunktion wurden die gebräuchlichen Bewertungsverfahren nach Neer und Constant-Murley herangezogen. Intra- und perioperative Komplikationen wurden nicht beobachtet. Insgesamt wurden 22 postoperative Komplikationen beobachtet. Dabei kam es in 9 Fällen zu Humeruskopfnekrosen. Sekundäre Dislokationen wurden in 8 Fällen beobachtet und bei 5 Patienten kam es zu Schraubenlockerungen. Zum 3. Nachuntersuchungszeitpunkt nach durchschnittlich 13,6 Monaten post operationem konnten 37 Patienten erfasst und ausgewertet werden. Dabei konnten durchschnittliche relative Scoreergebnisse von 79,0 Prozent (Constant-Score) und 82,0 Prozent (Neer-Score) erreicht werden. Ein sehr gutes bzw. gutes Ergebnis (nach Neer) erzielten dabei 62,2 Prozent der Patienten. Die in der vorliegenden prospektiven Studie vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Versorgung von dislozierten proximalen Humerusfrakturen mit dem neuen Implantat eine Alternative zu den herkömmlichen Methoden darstellt.

7 Literaturverzeichnis

- (1) Ackermann C, Lam Q, Linder P, Kull C, Regazzoni P. Problematik der Frakturklassifikation am proximalen Humerus. Z Unfallchir Versicherungs-med 1986; 79:209-215.
- (2) Adedapo AO, Ikpeme JO. The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. Injury 2001; 32:115.
- (3) Ambacher T, Erli HJ, Paar O. Behandlungsergebnisse nach primärer Hemialloarthroplastik bei dislozierten Humeruskopffrakturen. Zentralbl Chir 2000; 125(9):750-755.
- (4) Baron JA, Barrett J, Malenka D, Fisher E, Kniffin W, Bubolz T et al. Racial differences in fracture risk. Epidemiology 1994; 5(1):42-47.
- (5) Bartsch S, Hullmann S. Die Osteosynthese der dislozierten Humeruskopffrakturen mit der winkelstabilen proximalen Oberarm-Platte. Akt Traumatol 2001; 31:64-71.
- (6) Bengner U, Johnell O, Redlund-Johnell I. Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. A study of 2125 fractures. Clin Orthop 1988; 231:179-182.
- (7) Bernard J, Charalambides C, Aderinto J, Mok D. Early failure of intramedullary nailing for proximal humeral fractures. Injury 2000; 31(10):789-792.
- (8) Bernstein J, Adler LM, Blank JE, Dalsey RM, Williams GR, Iannotti JP. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs. J Bone Joint Surg Am 1996; 78(9):1371-1375.
- (9) Bohler J. Konservative Therapie der Humeruskopf- und -halsfraktur. Hefte zur Unfallheilkunde 1975; 126:21.
- (10) Böhler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Auflage, Maudrich, Wien 1954;14-15.
- (11) Bosch U, Fremerey RW, Skutek M, Lobenhoffer P, Tscherne H. Die Hemiarthroplastik - Primär- oder Sekundärmaßnahme für 3- and 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen? Unfallchirurg 1996; 99(9):656-664.
- (12) 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; 7:479-484.

- (13) Boss A, Hintermann B. Primäre Versorgung der Humeruskopftrümmerfraktur beim älteren Patienten mit einer Kopfprothese. Unfallchirurg 1997; 100(11):867-873.
- (14) 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; 75(1):132-136.
- (15) Chen CY, Chao EK, Tu YK, Ueng SW, Shih CH. Closed management and percutaneous fixation of unstable proximal humerus fractures. J Trauma 1998; 45(6):1039-1045.
- (16) Codman EA. The shoulder. Boston, Thomas Todd 1934:285-314.
- (17) Cofield RH. Comminuted fractures of the proximal humerus. Clin Orthop 1988; 230:49-57.
- (18) Conboy VB, Morris RW, Kiss J, Carr AJ. An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. J Bone Joint Surg Br 1996; 78:229-232.
- (19) Constant CR. Schulterfunktionsbeurteilung. Orthopade 1991; 20(5):289-294.
- (20) Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop 1987; 214:160-164.
- (21) Damanakis K, Schaal O, Mann J, Muller KH. Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen des älteren Menschen. Unfallchirurg 1996; 99(8):561-568.
- (22) de Laat EA, Visser CP, Coene LN, Pahlplatz PV, Tavy DL. Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study. J Bone Joint Surg Br 1994; 76(3):381-383.
- (23) Eberle H, Glinz W. Zur konservativen Behandlung von Humerushals- und -kopffrakturen. Z Unfallmed Berufskr 1976; 69:44.
- (24) Esser RD. Open reduction and internal fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. Clin Orthop 1994; 229:244-251.
- (25) Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS. The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. J Bone Joint Surg Am 1990; 72(10):1486-1494.
- (26) Göbel F, Wuthe T, Reichel H. Ergebnisse der Humeruskopfprothese bei akuten und veralteten Frakturen des proximalen Humerus. Z Orthop Ihre Grenggeb 1999; 137:25-30.
- (27) Gotzen L, Bahrs C, Leppek R, Schnabel M. Suggestion for a modular topographic-morphologic classification of proximal humeral fractures. Eur J Trauma 2003; 29(1):31-41.

- (28) Graf R, Scholl R, Morscher E. Humeruskopfersatz als Rettungsoperation nach Luxationstrümmerfrakturen des Schultergelenks. *Orthopade* 1987; 16(4):336-339.
- (29) Habermeyer P. Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 1997; 100(10):820-837.
- (30) Habermeyer P, Schweiberer L. Frakturen des proximalen Humerus. *Orthopade* 1989; 18(3):200-207.
- (31) Habermeyer P, Schweiberer L. Oberarmkopffrakturen. Konservative und operative Differentialtherapie. *Unfallchirurg* 1991; 94(9):438-446.
- (32) Hägg O, Lundberg B. Aspects of prognostic factors in comminuted and dislocated proximal humeral fractures. In: Bateman JE, Welsh RP (Hrsg) *Surgery of the Shoulder* Mosby, St Louis 1984:51-59.
- (33) Hall RF, Pankovich AM. Ender nailing of acute fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 69A:558-567.
- (34) Hartsock LA, Estes WJ, Murray CA, Friedman RJ. Shoulder hemiarthroplasty for proximal humeral fractures. *Orthop Clin North Am* 1998; 29(3):467-475.
- (35) Hawkins RJ, Switlyk P. Acute prosthetic replacement for severe fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop* 1993; 289:156-160.
- (36) Hempfling H. Klassifikation von Humeruskopffrakturen. *Chir Praxis* 1991; 43:93-98.
- (37) Herscovici D, Jr., Saunders DT, Johnson MP, Sanders R, Di Pasquale T. Percutaneous fixation of proximal humeral fractures. *Clin Orthop* 2000; 375:97-104.
- (38) Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H, Klingelhoeffer I, Gotzen L. Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury* 1999; 30(7):453-462.
- (39) Hessmann MH, Rommens PM. Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen. *Chirurg* 2001; 72(11):1235-1245.
- (40) Hintermann B, Trouillier HH, Schafer D. Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82(8):1107-1112.
- (41) Hoellen IP, Bauer G, Holbein O. Der prothetische Humeruskopfersatz bei der dislozierten Humeruskopfmehrfragmentfraktur des alten Menschen-- Eine Alternative zur Minimalosteosynthese? *Zentralbl Chir* 1997; 122(11):994-1001.
- (42) Horak J, Nilsson BE. Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop* 1975; 112:250-253.

- (43) Ilchmann T, Ochsner PE, Wingstrand H, Jonsson K. Non-operative treatment versus tension-band osteosynthesis in three- and four-part proximal humeral fractures. A retrospective study of 34 fractures from two different trauma centers. *Int Orthop* 1998; 22(5):316-320.
- (44) Ittner G, Schedl R. Zur konservativen Therapie der subkapitalen Oberarmfraktur. *Hefte zur Unfallheilkunde* 1987; 186:297.
- (45) Jaberg H, Warner JJP, Jakob RP. Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74:508.
- (46) Jakob RP, Kristiansen T, Ganz R. Proximale Humerusfrakturen - Klassifikation und Aspekte der Behandlung. In: Chapchal G (Hrsg) *Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion* Thieme, Stuttgart, New York 1984:79.
- (47) 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; 73(2):295-298.
- (48) 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):61-63.
- (49) Kasperczyk WJ, Engel M, Tscherne H. Die 4-Fragmentfraktur des proximalen Oberarms. *Unfallchirurg* 1993; 96(8):422-426.
- (50) Kilcoyne RF, Shuman WP, Matsen FA, Morris M, Rockwood CA. The Neer classification of displaced proximal humeral fractures: spectrum of findings on plain radiographs and CT scans. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 154(5):1029-1033.
- (51) Kocher TH. Beitrag zur Kenntnis einer wichtigen Frakturform. Basel Leipzig 1896.
- (52) Kocialkowski A, Wallace WA. Closed percutaneous K-wire stabilization for displaced fractures of the surgical neck of the humerus. *Injury* 1990; 21(4):209-212.
- (53) Kristiansen B, Andersen ULS, Olsen CA, Varmarken JE. The Neer classification of fractures of the proximal humerus. *Skeletal Radiol* 1988; 17:420-422.
- (54) Kristiansen B, Barfod G, Bredesen J, Erin-Madsen J, Grum B, Horsnaes MW et al. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 1987; 58(1):75-77.
- (55) Kuner EH, Siebler G. Luxationsfrakturen des proximalen Humerus-- Ergebnisse nach operativer Behandlung. Eine AO-Sammelstudie über 167 Fälle. *Unfallchirurgie* 1987; 13(2):64-71.
- (56) Lahm A, Roesgen M. Minimalosteosynthese mit Drahtcerclagen bei dislozierten Humeruskopffrakturen. *Aktuelle Traumatol* 1996; 26:22-28.

- (57) Laing PG. The arterial supply of the adult humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1956; 38A:1105.
- (58) Laminger KA. Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 1999; 25:154-164.
- (59) Lauritzen JB, Schwarz P, Lund B, McNair P, Transbol I. Changing incidence and residual lifetime risk of common osteoporosis-related fractures. *Osteoporos Int* 1993; 3(3):127-132.
- (60) Levine WN, Djurasovic M, Glasson JM, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Hemiarthroplasty for glenohumeral osteoarthritis: results correlated to degree of glenoid wear. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6:449-454.
- (61) Lill H, Bewer A, Korner J, Verheyden P, Hepp P, Krautheim I et al. Konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. *Zentralbl Chir* 2001; 126(3):205-210.
- (62) Lill H, Josten C. Konservative oder operative Versorgung der Humeruskopffraktur beim alten Menschen? *Chirurg* 2001; 72(11):1224-1234.
- (63) Lill H, Korner J, Glasmacher S, Hepp P, Just A, Verheyden P et al. Die gekreuzte Schraubenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen. *Unfallchirurg* 2001; 104(9):852-859.
- (64) Lill H, Lange K, Prasse-Badde J, Schmidt A, Verheyden P, Echtermeyer V. Die T-Plattenosteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 1997; 23(5):183-190.
- (65) Linhart W, Großterlinden L, Briem D, Hassunizadeh B, Ruecker AH, Windolf J et al. Intramedullary Nailing of Proximal Humeral Fractures: Clinical results of a Prospective Study. *Osteo Trauma Care* 2003; 11:48-51.
- (66) Mahler W. Konservative Behandlung der Oberarmkopffrakturen. *Arch klin Chir* 1957; 283:683-692.
- (67) Melzer C. Der Oberarmkopffbruch beim alten Menschen. *Akt Traumatol* 1995; 25:136-142.
- (68) Menck J, Dobler A, Dohler JR. Vaskularisation des Humerus. *Langenbecks Arch Chir* 1997; 382(3):123-127.
- (69) Mills HJ, Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 1985; 25(8):801-805.
- (70) Moda SK, Chadha NS, Sangwan SS, Khurana DK, Dahiya AS, Siwach RC. Open reduction and fixation of proximal humeral fractures and fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg Br* 1990; 72(6):1050-1052.

- (71) 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; 74:884-889.
- (72) Moseley FH, Goldie J. The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1963; 45B:780.
- (73) Movin T, Sjoden GO, Ahrengart L. Poor function after shoulder replacement in fracture patients. A retrospective evaluation of 29 patients followed for 2-12 years. *Acta Orthop Scand* 1998; 69(4):392-396.
- (74) Müller ME, Allgöwer M, Schneider R. *Manual der Osteosynthese*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1992.
- (75) Munst P, Kuner EH. Osteosynthesen bei dislozierten Humeruskopffrakturen. *Orthopade* 1992; 21(2):121-130.
- (76) Naranja RJ, Jr., Iannotti JP. Displaced three- and four-part proximal humerus fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8(6):373-382.
- (77) Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52(6):1077-1089.
- (78) Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52(6):1090-1103.
- (79) Neumann K, Muhr G, Breitfuss H. Primärer Koppersatz der dislozierten Oberarmkoffraktur. Indikation, Technik, Ergebnisse. *Orthopade* 1992; 21(2):140-147.
- (80) Norris TR, Green A, McGuigan FX. Late prosthetic shoulder arthroplasty for displaced proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4:271-280.
- (81) Ochsner PE, Ilchmann T. Zuggurtungsosteosynthesen mit resorbierbaren Kordeln bei proximalen Humerusmehrfragmentbrüchen. *Unfallchirurg* 1991; 94(10):508-510.
- (82) Oestern HJ, Tschern H. Pathophysiology and classification of soft tissue damage in fractures. *Orthopade* 1983; 12(1):2-8.
- (83) Rader CP, Keller HW, Rehm KE. Die operative Behandlung dislozierter 3- und 4-Segment-Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 1992; 95:613-617.
- (84) Rasmussen S, Hvass I, Dalsgaard J, Christensen BS, Holstad E. Displaced proximal humeral fractures: results of conservative treatment. *Injury* 1992; 23(1):41-43.

- (85) Resch H, Povacz P, Frohlich R, Wambacher M. Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79(2):295-300.
- (86) Resch H, Thoni H. Luxationsfrakturen der Schulter. Sonderstellung und Therapiekonzepte. *Orthopade* 1992; 21(2):131-139.
- (87) Robinson CM, Christie J. The two-part proximal humeral fracture: a review of operative treatment using two techniques. *Injury* 1993; 24:123-125.
- (88) Rose SH, Melton LJ, III, Morrey BF, Ilstrup DM, Riggs BL. Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop* 1982; 168:24-30.
- (89) Ruch DS, Glisson RR, Woodall Marr A, Russell GB, Nunley JA. Fixation of three-part proximal humeral fractures : a biomechanical evaluation. *J Orthop Trauma* 2000; 14:36.
- (90) Sallay PI, Pedowitz RA, Mallon WJ, Vandemark RM, Dalton JD, Speer KP. Reliability and reproducibility of radiographic interpretation of proximal humeral fracture pathoanatomy. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6(1):60-69.
- (91) Schiller K. Klassifikation der Humeruskopffrakturen. *Hefte zur Unfallheilkunde* 1988; 195:223-228.
- (92) Seidel H. Nagelung proximaler Oberarmschaft- und Oberarmkopffrakturen. In: Gahr RH, Hein W, Seidel H (Hrsg) *Dynamische Osteosynthese* Springer, Berlin Heidelberg New York 1995;209.
- (93) Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75(12):1745-1750.
- (94) Siebenrock KA, Gerber C. Frakturklassifikation und Problematik bei proximalen Humerusfrakturen. *Orthopade* 1992; 21(2):98-105.
- (95) Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75(12):1751-1755.
- (96) Siebler G, Walz H, Kuner EH. Spätergebnisse nach operativer Behandlung proximaler Humerusfrakturen bei Erwachsenen. *Unfallchirurgie* 1985; 11:119-127.
- (97) Sjoden GO, Movin T, Guntner P, Aspelin P, Ahrengart L, Ersmark H et al. Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand* 1997; 68(3):239-242.
- (98) Skutek M, Fremerey RW, Bosch U. Level of physical activity in elderly patients after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 117(4-5):252-255.

- (99) Speck M, Lang FJ, Regazzoni P. Proximale Humerusmehrfragmentfrakturen--Misserfolge nach T-Platten-Osteosynthesen. *Swiss Surg* 1996; 2:51-56.
- (100) Szyszkowitz R, Schippinger G. Die Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 1999; 102(6):422-428.
- (101) Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P, Cundy PJ. Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop* 1993; 292:13-25.
- (102) Tingart M, Baethis H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T. Constant-Score and Neer-Score. *Unfallchirurg* 2001; 104:1048-1054.
- (103) Tingart M, Bathis H, Bouillon B, Tiling T. Die dislozierte proximale Humerusfraktur: Gibt es gesicherte Therapiekonzepte? *Chirurg* 2001; 72(11):1284-1291.
- (104) Togninalli D, Remiger A. Antegrade or retrograde intramedullary nailing in diaphyseal or sub-capital humeral fractures in the adult. *Swiss Surg* 1998; 4:193.
- (105) Towfigh H, Buhl W, Obertacke U. Behandlungsergebnisse nach konservativer und operativer Versorgung von proximalen Oberarmfrakturen. *Aktuelle Traumatol* 1993; 23(8):354-360.
- (106) Troidl H. Lebensqualität: Ein relevantes Zielkriterium in der Chirurgie. *Chirurg* 1989; 60:445-449.
- (107) Troidl H, Kusche J, Vestweber KH, Eypasch E, Koeppen L, Bouillon B. Quality of life: an important endpoint both in surgical practice and research. *J Chronic Dis* 1987; 40:523-528.
- (108) Troidl H, McKneally MF, Mulder DS, Wechsler AS, McPeck B, Spitzer WO. *Surgical research. Basic principles and clinical practice* Springer, Heidelberg Berlin New York 1998;271-282.
- (109) Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L. Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. Bedeutet die Luxation des Kopffragments eine Prognoseverschlechterung? *Unfallchirurg* 1997; 100(2):105-110.
- (110) Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E. Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120:171-175.
- (111) Weber E, Matter P. Operative Behandlung proximaler Humerusfrakturen--Internationale Multizenterstudie. *Swiss Surg* 1998; 4(2):95-100.
- (112) Wretenberg P, Ekelund A. Acute hemiarthroplasty after proximal humerus fracture in old patients. A retrospective evaluation of 18 patients followed for 2-7 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68:121-123.

- (113) Young TB, Wallace WA. Conservative treatment of fractures and fracture-dislocations of the upper end of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1985; 67(3):373-377.
- (114) Zifko B, Poigenfurst J, Pezzeti C, Stockley I. Flexible intramedullary pins in the treatment of unstable proximal humeral fractures. *Injury* 1991; 22(1):60-62.
- (115) Zyto K. Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 1998; 29(5):349-352.
- (116) Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Tornkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79(3):412-417.
- (117) Zyto K, Kronberg M, Brostroem LA. Shoulder function after displaced fractures of the proximal humerus. *Shoulder Elbow Surg* 1995; 4:331-336.

8 Anhang - Fragebogen

Constant-Murley-Score

	Betroffene Seite	Nicht betroffene Seite
Schmerzen 15(-)/10(-++)/5(--+)/0(+++)		
Schmerzen 0 - 15		
Mittelwert Schmerz (max. 15)		
Arbeitsfähigkeit (max. 4)		
Voll (4)		
> Hälfte (3)		
Hälfte (2)		
< Hälfte (1)		
Nicht (0)		
Freizeit/Sport (max. 4)		
Voll (4)		
> Hälfte (3)		
Hälfte (2)		
< Hälfte (1)		
Nicht (0)		
Schlaf (max. 2)		
Ungestört (2)		
Aufwachen/Einschlafen möglich (1)		
Aufwachen/Einschlafen unmöglich (0)		
Arbeitshöhe (max. 10)		
Gürtellinie (2)		
Xiphoid (4)		
Hals (6)		
Scheitel (8)		
Über Kopf (10)		
Anteversion (max. 10)		
Abduktion (max. 10)		
Aussenrotation (max.10)		
Innenrotation (max.10)		
Isometrische Kraft (max. 25)		
TOTAL (max. 100)		

Neer-Score

	Betroffene Seite	Nicht betroffene Seite
Schmerzen (max. 35)		
Keine (35)		
Gelegentlich (30)		
Geringfügig (25)		
Tolerable, NSAR (15)		
Stark einschränkend (5)		
Total einschränkend (0)		
Kraft (max.10)		
Normal (10)		
Gut (8)		
Fair (6)		
Gering (4)		
Einschränkend (2)		
0 (0)		
Reichweite (max.10)		
Kopfscheitel (2)		
Mund (2)		
Gürtelschnalle (2)		
Gegenüberliegende Axilla (2)		
Buestenhalterverschluß (BWK 10) (2)		
Stabilität (max. 10)		
Beim Heben (2)		
Beim Werfen (2)		
Beim Stampfen/Trommeln (2)		
Beim Stossen (2)		
Beim Überkopfhalt (2)		
Anteversion (max. 6)		
Abduktion (max. 6)		
Retroversion (max. 3)		
Aussenrotation (max. 5)		
Innenrotation (max. 5)		
Anatomie (max. 10)		
Korrekt (10)		
Fast korrekt (8)		
Befriedigend (4)		
Inkorrekt (0-2)		
TOTAL (max. 100)		

9 Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. med. Johannes M. Rueger, Direktor der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf für die Möglichkeit, die Arbeit in seiner Klinik durchführen zu können.

Ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Arbeitsgruppenleiter und Oberarzt der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Wolfgang Linhart, für die Überlassung des Promotions-themas, für sein förderndes und engagiertes Interesse am Fortgang dieser Arbeit, für seine profunde wissenschaftliche Betreuung sowie für seine Hinweise bei den Korrekturarbeiten.

Nicht genug danken kann ich Dr. Lars Großterlinden, der meine Arbeit betreut hat, für seine tiefe freundschaftliche und fortwährende Hilfsbereitschaft, seinen vielen Anregungen, seiner unermüdlichen Unterstützung sowie seiner Geduld bei den Korrekturarbeiten.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen an der Studie beteiligten Patienten bedanken, deren Teilnahme die Entstehung dieser Arbeit erst ermöglicht hat.

Von tiefstem Herzen danke ich meiner Mutter und meinem Vater, denen ich diese Arbeit widme, ohne deren intensiven Liebe und aufopferungsvollen Unterstützung das erfolgreiche Studium und die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wären und die mir immer und jederzeit zur Seite standen.

10 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Behrus Kurosch Hassunizadeh
 Eltern: Dr. med. Gholamali Hassunizadeh
 Dr. med. Moluk Hassunizadeh-Zoghaibie
 Geboren: 10. Juni 1978
 Geburtsort: Hamburg
 Familienstand: ledig

Schul Ausbildung:

1984 – 1988 Grundschule Süd, Buxtehude
 1988 – 1990 Orientierungsstufe Süd, Buxtehude
 1990 – 1994 Gymnasium Süd, Buxtehude
 1994 – 1997 Halepaghen-Schule, Buxtehude
 06/1997 Abitur

Studium:

09/1997 Beginn Studium der Humanmedizin, Universität Hamburg
 09/1999 Ärztliche Vorprüfung
 09/2000 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
 03/2003 Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
 10/2004 Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
 11/2004 Approbation

Praktisches Jahr:

04/2003 – 08/2003 Innere Medizin, AK Barmbek
 08/2003 – 12/2003 Orthopädie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 12/2003 – 02/2004 Unfall-, Hand-, Wiederherstellungschirurgie,
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 02/2003 – 04/2003 Allgemeinchirurgie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Facharztausbildung:

Seit 12/2004 Assistenzarzt, Klinik für Allgemein-, Viszeral- und
 Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Mannheim

11 Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Hamburg, 01.08.2005

Behrus Kurosch Hassunizadeh