

Stefan Bartsch · Volker Echtermeyer
Unfallchirurgische Klinik, Klinikum Minden

Osteosyntheseverfahren bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen

Bedeutet die winkelstabile Plattenosteosynthese einen Fortschritt?

Zusammenfassung

Zwischen April 2000 und März 2002 wurden 102 dislozierte proximale Oberarmfrakturen, davon 61 vom Typ Neer IV, V und VI, mit einer neuen winkelstabilen T-Platte osteosynthetisch versorgt. Implantat, Operationstechnik und erste klinische Erfahrungen werden vorgestellt. Lediglich in 6 von 102 Fällen wurden sekundäre Dislokationen des Kopffragments beobachtet. In 95 von 102 (93,1%) Fällen wurde eine Übungsstabilität erreicht, die eine uneingeschränkte, unmittelbar postoperative krankengymnastische Übungsbehandlung erlaubte. Auch bei schwieriger Frakturmorphologie wurde frühzeitig eine gute Funktion des Schultergelenks erreicht. Die 1-Jahres-Nachuntersuchung von bisher 45 Patienten erbrachte einen relativen Constant-Score von 80,5% (71,1/88,3 Punkte). Teilnekrosen des Humeruskopfs wurden in 6,6% der Fälle festgestellt und gingen mit einem signifikant schlechteren Ergebnis (45,1%) einher.

Schlüsselwörter

Proximale Humerusfrakturen · Osteosynthese · Winkelstabile T-Platte · Operationstechnik · Funktionelle und radiologische Ergebnisse

Die proximale Humerusfraktur hat einen Anteil von 5% an allen Frakturen und ist mit einem Altersgipfel im 6. und 7. Dezennium [2, 3, 5, 11, 14, 15, 16, 25] nach der distalen Radiusfraktur und den proximalen Femurfrakturen die dritthäufigste Fraktur des höheren Alters [5]. Nicht nur der beruflich und sportlich aktive jüngere Patient, sondern insbesondere der ältere Mensch ist auf eine frühzeitige Wiederherstellung der Schulter-Arm-Funktion zur Bewältigung des Alltags und zum Erhalt seiner Selbstständigkeit und Unabhängigkeit angewiesen [2, 3].

Klassifikation

Neer-Klassifikation

Codman teilte 1934 den proximalen Humerus entsprechend den Verläufen der Frakturlinien in 4 Fragmente ein:

1. Kopffragment
2. Schaftfragment
3. Tuberculum majus
4. Tuberculum minus

Hierauf baut die Klassifikation nach Neer [18] auf, die sich als aussagefähige Einteilung bezüglich der Behandlungsschwierigkeit und der Häufigkeit posttraumatischer Humeruskopfnekrosen durchgesetzt hat. Eine Dislokation besteht nach Neer bei einer Fragmentverschiebung >1 cm oder einer Abkipfung >45° [18, 24]. Doch die exakte Zuordnung ist nicht selten schwierig. Sidor et al. [24] ermittelten 1993 bezogen auf die

Neer-Klassifikation eine exakte Übereinstimmung zwischen 5 Untersuchern in lediglich 1/3 der Fälle.

AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation berücksichtigt neben dem Dislokationsgrad die prognostisch bedeutsame Unterscheidung des Frakturverlaufs durch den chirurgischen oder den anatomischen Hals in 3 Hauptgruppen. Mit insgesamt 27 Untergruppen hat sie sich im klinischen Alltag bisher kaum durchgesetzt.

Frakturmorphologie und Blutversorgung

Neben der Anzahl der Fragmente entscheiden v. a. der Frakturverlauf und die damit einhergehende Zerstörung der Kopfdurchblutung über die Prognose der Humeruskopffraktur.

Die arterielle Versorgung des Oberarmkopfs erfolgt vornehmlich durch Äste der A. circumflexa humeri anterior, deren Ast, die A. arcuata, lateral im Sulcus intertubercularis aufsteigt und medial des Tuberculum majus in den Kopf

Herrn Chefarzt Dr. K. Leimenstoll
zum 65. Geburtstag gewidmet

Dr. Stefan Bartsch
Unfallchirurgische Klinik, Klinikum Minden,
Friedrichstraße 17, 32427 Minden,
E-Mail: st.bartsch@t-online.de,
Tel.: 0571-80195120, Fax: 0571-8013404

S. Bartsch · V. Echtermeyer

Osteosynthesis techniques for dislocated fractures of the proximal humerus. Is the plate with angular stability a step forward?

Abstract

From April 2000 to March 2002 we treated 102 dislocated proximal humeral fractures, 61 of which were classified as Neer types IV, V and VI, with a new T-plate that is fixed by means of locking screws and incorporates angular stability. The design of the implant, the operative procedure, and our own initial experience are presented. X-ray follow-up has shown secondary dislocation of the humeral head fragment in only 6 of the 102 cases. A rigid osteosynthesis was achieved in 95 (93.1%) cases, allowing unrestricted physical therapy immediately after the operation. Even patients with more complicated fractures and a poorer bone quality attained good shoulder joint function within a short time. The 1-year follow-up in 45 cases has shown relatively constant scores of 80.5% (71.1/88.3 points). Partial necrosis of the humeral head occurred in 6.6% of cases, in which the functional outcome was significantly worse (45.1%) than in the others.

Keywords

Proximal humeral fractures · Osteosynthesis · T-plate with angular stability · Operation technique · Functional and radiological results

Problemfrakturen

eindringt [6, 32]. Einen deutlich geringeren Versorgungsbeitrag leisten die A. circumflexa posterior und ihre Anastomosen [32]. Bei einem Frakturverlauf im chirurgischen Hals bleiben die Aa. circumflexae unversehrt, während sie bei einer Fraktur im Collum anatomicum, v. a. bei Verschiebung der medialen Kortikalis, hochgradig gefährdet sind [6]. Auch mit steigender Anzahl der Fragmente sowie insbesondere durch ausgedehnte chirurgische Fragmentfreilegung und -manipulation verschlechtert sich die Prognose für die Vitalität der Kopfkalotte [12].

Therapie

Einigkeit besteht hinsichtlich der vorwiegend konservativ-frühfunktionellen Therapie des großen Teils der nicht dislozierten Frakturen (60–85%), welche in der Regel zu guten Ausheilungsergebnissen führt [5, 6, 28, 29]. Abweichend von den Neer-Dislokationskriterien wird heute die Indikation zur Osteosynthese tendenziell weiter gestellt werden, insbesondere bei instabilen Frakturen und dislozierten Tubercula [21, 23].

Die Therapie der dislozierten Mehrfragment- und Luxationsfrakturen wird nach wie vor kontrovers diskutiert [2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34]. Die rein konservative Therapie dislozierter 3- und 4-Fragment-Frakturen führt überwiegend zu schlechten Ergebnissen mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung [10, 19, 32]. Starke Dislokation, unzureichende Reposition und schwierige Retention erfordern die operative Versorgung.

Die Osteosynthese muss den Hauptproblemen, der osteoporotisch bedingten schlechten Verankerungsmöglichkeit für Implantate im Humeruskopf und dem Risiko der avaskulären Kopfnekrose [26], Rechnung tragen.

Das therapeutische Ideal besteht in einer anatomisch rekonstruierten und stabil versorgten Fraktur, welche über eine uneingeschränkte, frühfunktionelle Nachbehandlung zu einem guten funktionellem Ergebnis führt. Bei einem geriatrischen Patientengut kommt der frühen Wiederherstellung der Schulter-Arm-Funktion für die Wiedereingliederung in die gewohnte Lebenssituation und den Erhalt der Selbstständigkeit des alten Menschen besondere Bedeutung zu.

Aufgrund des höheren Kopfnekrose-risikos und mechanischer Nachteile [12, 15] mit entsprechend schlechten Ausheilungsergebnissen im osteoporotischen Knochen [22, 27] findet die 4,5-T-Platte der AO in den letzten Jahren immer seltener Anwendung und wurde weitgehend von unterschiedlichen minimalosteosynthetischen Operationsverfahren abgelöst [6, 10, 11, 12, 14, 16, 21, 22, 26, 33, 34].

Nachfolgend werden eine winkelstabile T-Platte sowie die entsprechende Operationstechnik vorgestellt. Die ersten Ergebnisse geben zu der Vermutung Anlass, dass die außergewöhnliche Primärstabilität dieses Implantats einen entscheidenden Fortschritt gerade in der kopferhaltenden Behandlung der Problemfrakturen des proximalen Humerus, den dislozierten 3- und 4-Fragment-Frakturen, darstellt.

Material und Methode

Winkelstabile proximale Oberarmplatte

Das mechanische Problem der herkömmlichen Osteosynthese mittels 4,5-AO-T-Platte liegt in der fehlenden Winkel- und Längenstabilität der Schrauben gegenüber der Platte, sodass im osteoporotischen Knochen keine ausreichende Stabilisierung des Kopfsegments gegenüber dem Schaft zu erzielen ist und die Schrauben entsprechend der Einstauchung und Sinterung im Frakturbereich abkippen und auslockern [12, 15, 22, 27].

Dies führt zu instabilitätsbedingten Beschwerden, sekundären Dislokationen, ungenügender Übungsstabilität, verzögerter Rehabilitation und nicht selten zu Reosteosynthesen. Eine Möglichkeit, die Winkelstabilität der T-Platte und die Stabilität der Schraubenverankerung im osteoporotischen Knochen zu verbessern, besteht nach Szyszkowitz u. Schipfinger [29] in der Instillation von Knochenzement in die Schraubenkanäle.

Ein weiterer Nachteil sind die prominenten Köpfe der 6,5-mm-Schrauben, die v. a. bei Auslockerung eine Impingementsymptomatik begünstigen.

Lill et al. [15] fanden in ihrer Studie über die 4,5-T-Plattenosteosynthese bei 22 von 33 Patienten klinische Impingementzeichen.

Durch winkelstabile Schraubenverankerung im Plattenlager und divergierenden Schraubenverlauf, welcher die

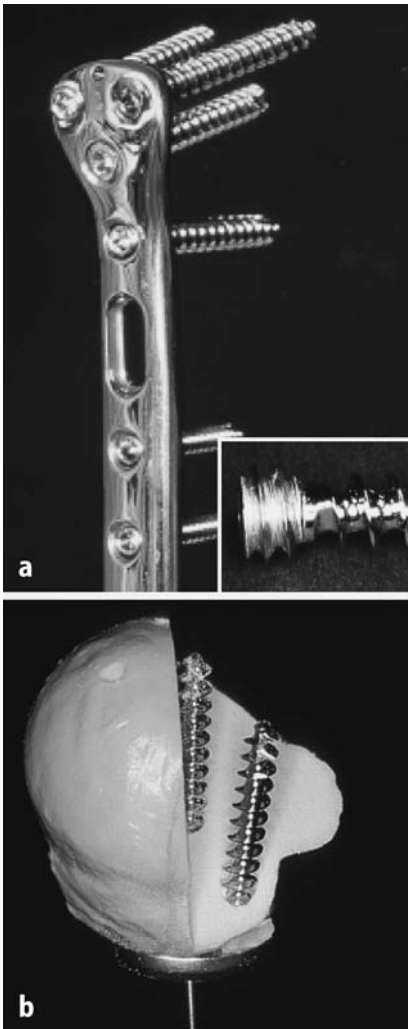


Abb. 1 a, b ▲ Winkelstabile proximale Oberarmplatte (Fa. Königssee) (a), Kopf einer 6-mm-Spongiosaschraube und Schraubenverlauf im Oberarmkopfmodell (b)

ganze Breite des Kopfsegments nutzt, wird bei der winkelstabilen proximalen Oberarmplatte (WPOP)¹ eine hohe primäre Stabilität erreicht (Abb. 1).

Die unterschiedliche Steigung des weiten Schaftgewindes gegenüber dem Feingewinde des Kopfs führt beim Eindrehen der winkelstabilen Schrauben zu einem limitierten Kompressionseffekt.

Eine Schraubenauslockerung ist nicht möglich.

Operationsmethode

Für die Operationsplanung sind Röntgenbilder in 2 senkrecht aufeinander stehenden Ebenen, im a.-p.- und axialen Strahlengang notwendig.

In Rückenlagerung mit leicht erhöhtem Oberkörper am Rand des Operationstisches wird der proximale Humeruskopf über den vorderen, deltoideopectoralen Zugang dargestellt. Bei 60–70° Abduktion wird der entspannte M. deltoideus stumpf mobilisiert. Eine Ablösung des M. deltoideus, eine ausgeglichene Darstellung der Fraktur oder gar Deperiostierung und Herauslösung von

Fragmenten sind zu vermeiden. Nach Analyse der Dislokationsrichtungen erfolgt die indirekte Reposition durch axialen Zug am leicht abduzierten Arm sowie Druck entgegen den Dislokationsrichtungen in den jeweiligen Ebenen. Das Repositionsergebnis muss vom Assistenten bis zur Fixierung durch die Platte sicher gehalten werden.

Die Rotationskomponente bei 3-Fragment-Frakturen ist zu berücksichtigen und durch Einsatz von Repositionshilfen, wie z. B. einem Kirschner-Draht als Joystick, auszugleichen. Valgus-impaktierte 4-Fragment-Frakturen werden behutsam aufgerichtet, unter Ver-

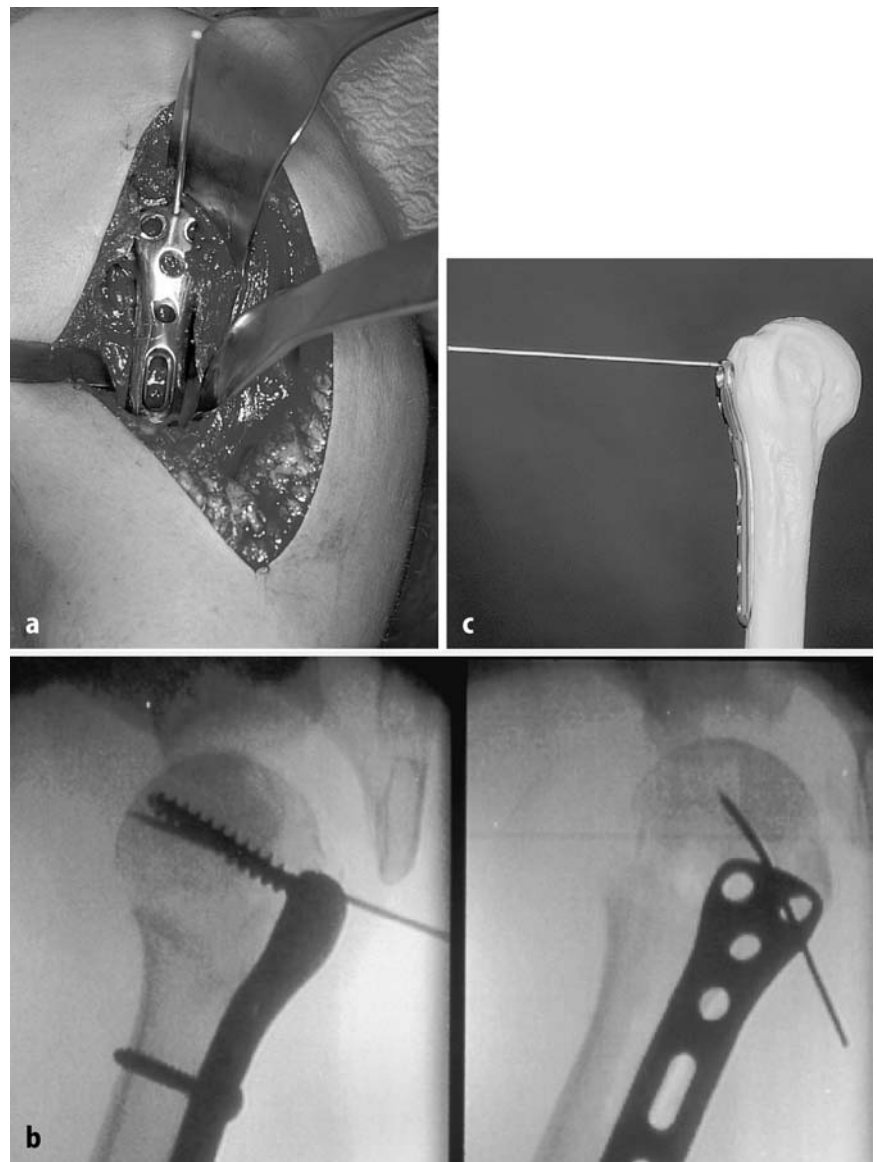


Abb. 2 a–c ▲ Platzierung des Zieldrahts durch das Drehzentrum des Humeruskopfs intraoperativ (a, b) und Plattenlage am Modell (c)

¹ Königssee Implantate GmbH, Am Sand, 07426 Königssee-Aschau

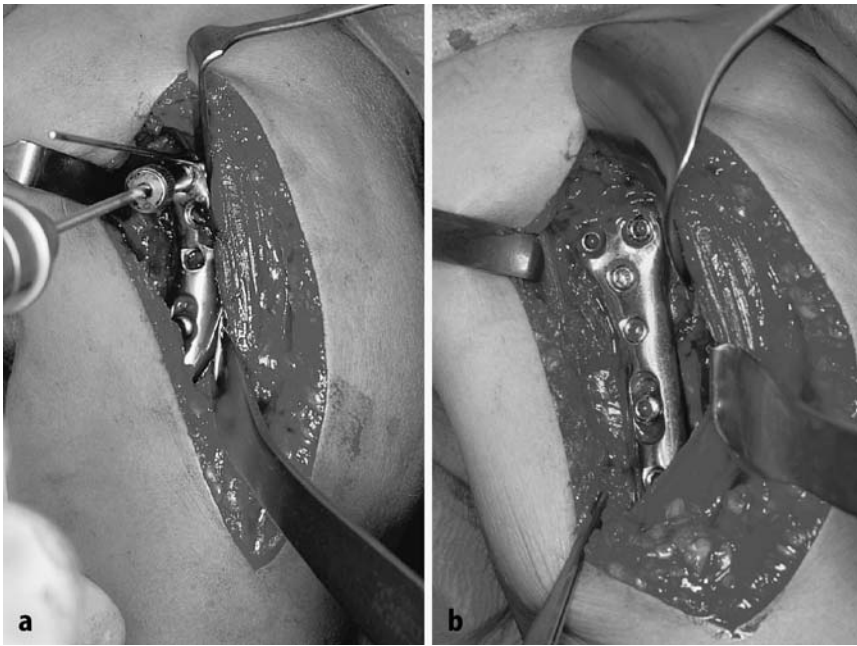


Abb. 3 a, b ▲ Bohrvorgang mit der eingedrehten, winkelstabilen Zielbohrbuchse (a) und Implantatlage nach Abschluss der Osteosynthese (b)

meidung einer lateralen Translation des Kopfsegments und Schonung der medialen Periostverbindung. Eine Spongiosaplastik wird von uns nicht durchgeführt.

Ein typischerweise nach proximaldorsal disloziertes Tuberculum-majus-Fragment wird mit einem 1-Zinker-Haken reponiert und ggf. mit einem Kirschner-Draht temporär fixiert. Das Tuberculum majus kommt dann entweder sicher unter dem queren Plattenanteil zu liegen oder es wird mit kräftigen, nicht resorbierbaren Zuggurtungsnähten refixiert.

Die WPO-Platte wird lateral am Humeruskopf und -schaft angelegt und mit einem 1,8-mm-Kirschner-Zieldraht über das entsprechende Loch am kranialen Plattenende fixiert. Unter Bildwandlerkontrolle soll der Zieldraht durch das Drehzentrum des Humeruskopfs verlaufen (Abb. 2). Zunächst wird das Gleitloch am langen Plattenschenkel mit einer Kortikalisschraube besetzt. Alle übrigen Schraubenlöcher werden mit Hilfe einer in das Plattengewinde einzudrehenden, winkelstabil fixierten Zielbohrbuchse gebohrt (Abb. 3a). In den Humeruskopf werden dann 3 divergierende 6,0-mm-Spongiosaschrauben und am Schaft 4,5-mm-Kortikalisschrauben eingedreht. Alle Schrauben besitzen ein Kopfgewinde und sind selbstschneidend. Die ein-

gedrehten Schraubenköpfe liegen im Plattenniveau versenkt (Abb. 3b).

Nachbehandlung

Postoperativ wird der Arm in Abduktion und Außenrotation gelagert.

Am 1. postoperativen Tag beginnt die Krankengymnastik mit kontinuierlichen, passiven Bewegungsübungen auf dem motorgetriebenen Schulterstuhl sowie zügig gesteigerten assistierten und aktiven Bewegungsübungen ohne Einschränkung des Bewegungsausmaßes. Röntgenkontrollen in 2 Ebenen erfolgen postoperativ und nach Krankengymnastik am 5.–7. Tag.

Patienten

Von April 2000–März 2002 wurden 102 proximale Humerusfrakturen an 101 Patienten mittels der winkelstabilen proximalen Oberarmplatte (WPOP) versorgt. Es handelte sich um 74 Frauen und 28 Männer mit einem Altersdurchschnitt von 69,7 Jahren (34–93 Jahren). 75 (73,5%) Patienten waren älter als 70 Jahre.

In 85 Fällen wurden die Frakturen durch Sturzereignisse, meist im häuslichen Umfeld, in 8 Fällen durch PKW- und Fahrradunfälle und in 4 Fällen durch Arbeitsunfälle verursacht. Bei 17 Patienten lagen Mehrfachverletzungen

mit Frakturen anderer Lokalisationen oder eine Polytraumatisierung vor. Nach 2 Luxationsfrakturen bestanden jeweils Paresen des N. axillaris, darunter in 1 Fall zusätzlich ein Verschluss der A. axillaris.

In 1 Fall handelte es sich um eine Pseudarthrose 7 Monate nach konservativer Behandlung einer Neer-III-Fraktur, welche neben der WPOP-Osteosynthese mit einer allogenen Spongiosaplastik versorgt wurde. 3 pathologische Frakturen bei ossär metastasierenden Malignomen wurden durch eine Verbundosteosynthese mit der WPOP stabilisiert. Im Fall einer weiteren pathologischen Fraktur bei aneurysmatischer Knochenzyste erfolgten die WPOP-Osteosynthese und eine autologe Spongiosaplastik.

Es lagen überwiegend dislozierte Mehrfragmentfrakturen vor (Tabelle 1, 2), darunter 7 vordere Luxationsfrakturen und eine 34 Tage alte hintere 3-Fragment-Luxationsfraktur, welche auswärtig mittels 4,5-T-Platte versorgt worden war und unbemerkt in hinterer Luxationsstellung verblieben war.

Im Durchschnitt wurden die frischen Frakturen nach 4,1 Tagen operativ versorgt. Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 63,4 min (28–127 min) und

Tabelle 1
Verteilung der Frakturen nach der Neer-Klassifikation [16], (n = 102)

Neer-Klassifikation	Anzahl
I	8
II	1
III	32
IV, 3 Fragmente	33
IV/V, 4 Fragmente	20
VI	8

Tabelle 2
Verteilung der Frakturen nach der AO-Klassifikation [14], (n = 102)

AO-Klassifikation	Anzahl
A2	3
A3	28
B1	21
B2	17
B3	2
C1	2
C2	8
C3	21

die durchschnittliche stationäre Verweildauer 16 Tage (4–32 Tage), einschließlich der Mehrfachverletzten.

Frühkomplikationen und erste Erfahrungen

Revisionseingriffe wurden in 5 (4,9%) Fällen infolge einer Wundkomplikation und in 11 (10,8%) Fällen wegen implantatbedingter Komplikationen erforderlich.

Bei 5 C3-Frakturen und 1 B3-Fraktur kam es unter uneingeschränkter Physiotherapie zu einer sekundären Dislokation des Kopffragments, welche in 4 Fällen die Reosteosynthese mit dem gleichen Implantat und in 1 Fall einen prothetischen Oberarmkopfersatz erforderlich machte. In 1 weiteren Fall konnte das Ausmaß der Dislokation toleriert werden.

4 Monate nach einer 4-Fragment-Luxationsfraktur wurde bei totaler Humeruskopfnekrose eine Oberarmkopfprothese implantiert.

In 3 Fällen wurden zu lang geratene Spongiaschrauben im Humeruskopffragment ausgetauscht.

Bei 2 alten Frauen mit hochgradiger Osteoporose, 86 und 88 Jahre alt, traten Schaftbrüche im Verlaufe der Kortikalis-schraubenlöcher als Sollbruchstellen auf, die einer Reosteosynthese bedurften.

Die veraltete hintere Luxationsfraktur relaxierte postoperativ, sodass die erneute offene Reposition mit nachfolgend eingeschränkter Physiotherapie und Nachbehandlung mit einer Thoraxabduktionsschiene erforderlich wurde.

Neben den Frühkomplikationen sind 19 Metallentfernungen, überwiegend mit Narkosemobilisation und Akromioplastik, zu erwähnen.

Zusammenfassend wurden in 6 von 102 Fällen sekundäre Dislokationen des Kopffragments festgestellt. Lediglich die veraltete, hintere Luxationsfraktur wurde wegen Relaxationsgefahr zurückhaltend nachbehandelt.

Somit bestand in 95 von 102 (93,1%) Fällen trotz aggressiver krankengymnastischer Nachbehandlung wirksame Übungsstabilität.

1-Jahres-Ergebnisse

Bis zum März 2002 konnten 45 von 54 (83,3%) Eingriffen, welche mindestens 1 Jahr zurücklagen, klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. 3 Pa-

Tabelle 3

1-Jahres-Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese nach dem Constant-Score in Abhängigkeit von der Fragmentanzahl (n = 45)

Fragmente	n	Verletzte/gesunde Seite	Relativer Score
2	12	65,7/87,7	74,9%
3	26	76,4/88,7	86,1%
4	7	60,8/87,5	69,5%

tienten waren zwischenzeitlich verstorben, 2 Patienten immobil, 2 Patienten konnten nicht erreicht werden, und 2 weitere Patienten wünschten keine Nachuntersuchung bei subjektiver Zufriedenheit.

Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich nach 61,6 Wochen (52–78 Wochen). Altersdurchschnitt und Geschlechtsverteilung entsprechen im Wesentlichen dem Gesamtkollektiv der operierten Patienten. Die funktionellen Ergebnisse anhand des Constant-Scores [4] sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die Auswertung der Röntgenbilder ergab nur in 1 Fall eine Achsabweichung des Kopffragments $>20^\circ$.

Humeruskopfteilnekrosen waren in 3 (6,6%) Fällen festzustellen, darunter 2 4-Fragment-Frakturen und eine 3-Fragment-Fraktur, jeweils durch den anatomischen Hals. Die Teilnekrosen verschlechterten das funktionelle Ergebnis signifikant mit 35,6 (22–44) Punkten im Constant-Score, dies sind 45,1% der Punktezahl der nicht betroffenen Seite (durchschnittlich 79 Punkte).

In 8 Fällen (17,8%) bestand ein >1 cm disloziertes Tuberculum majus mit unterdurchschnittlichem funktionellem Ergebnis (71,5%).

In 32 Fällen wurde noch keine Metallentfernung durchgeführt. In diesem Kollektiv wurden in 8 (25%) Fällen positive klinische Impingementzeichen mit einem Constant-Score von 58,7% und einer durchschnittlichen aktiven Abduktion von 78° gefunden.

Die 24 Patienten ohne klinische Impingementzeichen wiesen einen Constant-Score von 87% mit einer durchschnittlichen aktiven Abduktion von 153° auf.

Diskussion

Vor allem die AO-Sammelstudie von Kunter u. Siebler [12] leitete 1987 einen Pa-

radigmenwechsel in der osteosynthetischen Versorgung der Humeruskopffrakturen ein, da Plattenosteosynthesen in dieser Studie in 44,6% der Fälle und Minimalosteosynthesen lediglich in 33,3% der Fälle zu Humeruskopfnekrosen führten. Die Rate aseptischer Kopfnekrosen bei plattenosteosynthetisch versorgten 4-Segment-Luxationsfrakturen betrug sogar bis zu 50% [12]. Wie auch Hessmann u. Rommens [7] bemerkten, ist aber eine Negativauswahl zu Ungunsten der Plattenosteosynthese zu kritisieren. Die Platte kam in 65% der Fälle von 3- und 4-Fragment-Frakturen zur Anwendung. Diese haben allein durch die Frakturmorphologie ein höheres Risiko zur Ausbildung einer Humeruskopfnekrose. Die unkritischeren 2-Fragment-Frakturen dagegen wurden in 2/3 der Fälle mit einer Minimalosteosynthese versorgt.

Dennoch wurden seitdem eine Vielzahl minimalosteosynthetischer Versorgungskonzepte unter häufig kombinierter Verwendung von Nähten [27], Gewinde- und Kirschner-Drähten [6, 11, 12, 16, 21, 29, 30, 32], (kanülierten) Schrauben [6, 11, 16, 29, 30, 32], Cerclagen und Zuggurtungen [6, 11, 12, 16, 29, 30, 32] oder intramedullären Bündelnagelungen [22, 33] mit unterschiedlichen Behandlungsergebnissen publiziert.

Gemeinsam ist allen der minimalinvasive Anspruch sowohl bezüglich der Reposition als auch der Osteosynthese. Unter Respektierung der Humeruskopfdurchblutung sollten Reposition und Retention geschlossen und reduziert invasiv vorgenommen werden. Bei erforderlicher offener Reposition sollten die Fragmente unter Vermeidung der Denuddierung im Verband belassen werden (indirekte Repositionstechniken, „no touch“).

Probleme bereiteten die Implantatverankerung und damit die Frakturstabilität im osteoporotischen Knochen.

Lill et al. [14] berichteten über die gedeckte Osteosynthese mittels Kirschner-Drähten an 86 Patienten und ermittelten bei direkter Technik in 73% der Fälle Drahtwanderungen, die überwiegend zur vorzeitigen Entfernung mindestens eines Kirschner-Drahts führten. Korrekturverluste wurden bei >82% beobachtet.

Bei intramedullärer Technik zeigten sich nur unwesentlich bessere Ergebnisse bezüglich Drahtwanderungen sowie Korrekturverluste in 73% der Fälle. Voraussetzungen für eine erfolgreiche perkutane Kirschner-Drahtung sind gute Knochenqualität und geringe Trümmerung [35], was bei einem geriatrischen Patientengut selten gegeben ist.

Die intramedulläre Schienung mittels flexibler Prevot-Nägel an 53 Patienten durch Wachtl et al. [33] führte in der Patientengruppe >61 Jahre in 73% der Fälle zu Humeruskopfperforationen durch Nagelwanderung und in 16% zu Pseudarthrosen. Humeruskopfnekrosen traten bei 25% der 3-Fragment- und bei 26% der 4-Fragment-Frakturen auf.

Cerclagen und Zuggurtungen wurden von vielen Autoren [6, 11, 12, 16, 29, 30, 32] empfohlen, erfordern aber, wie die Plattenosteosynthese, einen deltoideo-pektoralen Zugang. Auch sie führen nur zu „bedingt übungsstabile(n) Verhältnisse(n)“ [16] und bedürfen einer initialen Ruhigstellung [26] bzw. einer zurückhaltenden krankengymnastischen Nachbehandlung [11, 16, 26, 32]. Bis zur uneingeschränkten aktiven und passiven Beübung müssen in der Regel die fortgeschrittene fibröse und beginnende knöcherne Konsolidierung abgewartet werden.

Da der Eingriff häufig über einen deltoideo-pektoralen Zugang erfolgt, ist die zugangsbedingte Morbidität bei offenen Minimalosteosynthesen nicht geringer als bei einer Plattenosteosynthese.

Nur Wenige nutzen die Vorteile einer, nicht selten technisch anspruchsvollen, gedeckten Reposition und Osteosynthese mit maximaler Schonung der Restdurchblutung des Kopfsegments konsequent, wie z. B. Resch et al. [21], die seit Jahren gute funktionelle Ergebnisse bei niedrigen Humeruskopfnekrosen berichten. Eine freie Beweglichkeit und Belastbarkeit der Schulter können jedoch erst nach Entfernung der Kirschner-Drähte nach 4–5

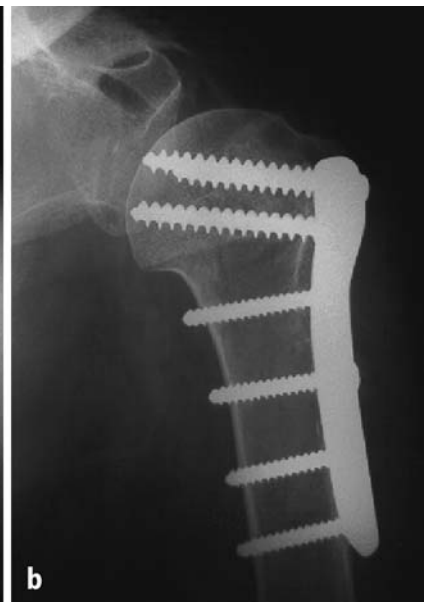


Abb. 4 a–c ◀ 81-jährige Patientin mit fortgeschrittener Demenz und vorderer Luxationsfraktur (a). Röntgenkontrolle (b) und Funktion am 10. postoperativen Tag (c)

Wochen angestrebt werden. Solange ist der alte Mensch auf fremde Hilfe angewiesen.

Die Probleme in der breiten Anwendung der Minimalosteosynthesen machte 1998 die AO-Multizenterstudie von Weber u. Matter [34] deutlich. In nur 22% von 145 Fällen wurden noch Plattenosteosynthesen durchgeführt und in 17% primär Humeruskopfprothesen implantiert. In 61% erfolgten unterschiedlichste Minimalosteosynthesen mittels Kirschner-Drähten, Zuggurtungen, Schrauben und Nähten, ohne einheitliches Bild. Eine anatomische Reposition war nur in 51% der Eingriffe gelungen, 20% der Osteosynthesen wurden vom Operateur als instabil bezeichnet, und in 50% der Fälle erfolgte eine Ruhigstellung, häufig über die Entlassung aus der stationären Behandlung hinaus. Die Autoren folgerten: „Ein win-

kelstabilen Implantat wäre bei osteoporotischen Knochen von Vorteil...“

Bei dislozierten Mehrfragmentfrakturen des älteren Patienten mit osteoporotischer Knochenstruktur und entsprechend schlechten Voraussetzungen für eine übungsstabile Osteosynthese setzte sich in den letzten Jahren zunehmend der primäre prothetische Ersatz durch [3, 17, 20, 25]. Die Ergebnisse nach primärer Implantation von Humeruskopfprothesen sind besser als nach sekundärem Ersatz [3, 20] und erlauben zudem die rasche Mobilisierung und Entlassung in das häusliche Umfeld. Neben niedrigen Komplikationsraten und selten erforderlichen Revisionseingriffen ist die rasche Schmerzfreiheit hervorzuheben. Die Beweglichkeit bleibt in der Regel eingeschränkt [3, 20, 25]. Große Probleme bereitet nach wie vor die sichere Fixierung der Tubercula, de-

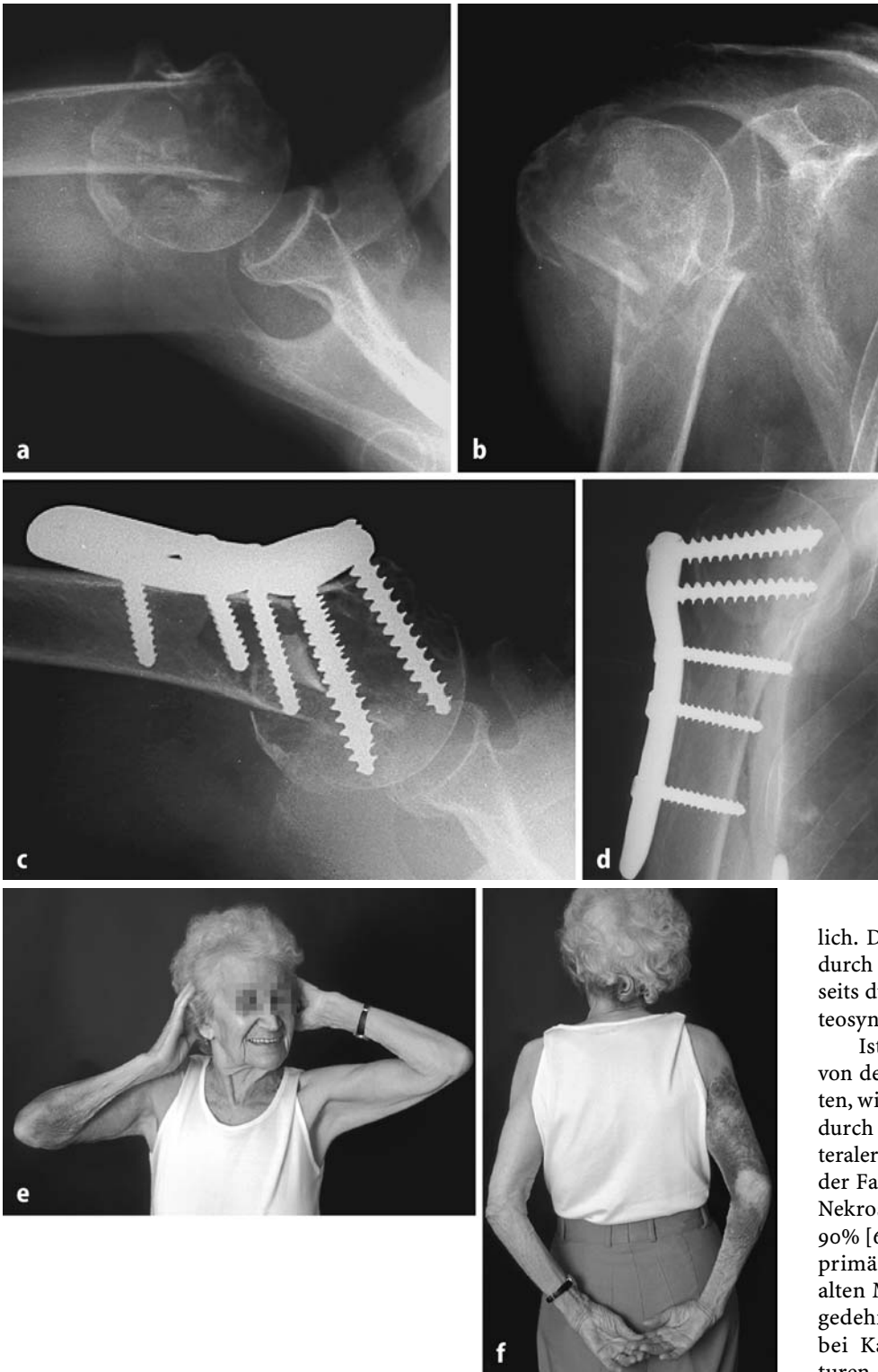


Abb. 5 a-f ◀ 87-jährige, allein stehende Patientin mit dislozierter 4-Fragment-Fraktur (a, b). Röntgenkontrolle (c, d) und Funktion (e, f) am 8. postoperativen Tag

ren erfolgreiche Einheilung für ein akzeptables funktionelles Ergebnis essenziell ist.

Die prospektive, randomisierte Studie von Hoellen et al. [9] gibt Hinweise darauf, dass eine übergangsstabile Osteo-

synthese bei 4-Fragment-Frakturen der primären Prothetik im funktionellen Ergebnis tendenziell überlegen ist. Doch bei 1/3 der Minimalosteosynthesen waren Zweiteingriffe wegen Implantatwanderungen und Dislokationen erforder-

lich. Die Aussagekraft wird einerseits durch die kleine Fallzahl und andererseits durch das ungenügend stabile Osteosyntheseverfahren eingeschränkt.

Ist das Kopffragment vollständig von der Restdurchblutung abgeschnitten, wie dies bei 4-Fragment-Frakturen durch den anatomischen Hals mit lateraler Verschiebung des Kopffragments der Fall ist, besteht ein Risiko für eine Nekrose des Oberarmkopfs von bis zu 90% [6] und somit eine Indikation zum primären prothetischen Ersatz beim alten Menschen. Gleiches gilt für ausgedehnte Gelenkflächenzerstörungen bei Kalotten- und Impressionsfrakturen. Lediglich beim jüngeren Patienten und in Abwägung jedes Einzelfalls ist ein Rekonstruktionsversuch angezeigt.

Lill et al. [15] stellten 1997 in ihrer Nachuntersuchung über die T-Platten-Osteosynthese proximaler Humerusfrakturen bei 33 nachuntersuchten Patienten immerhin 6 Implantatlockerungen und in 50% der Fälle postoperative Achsen-

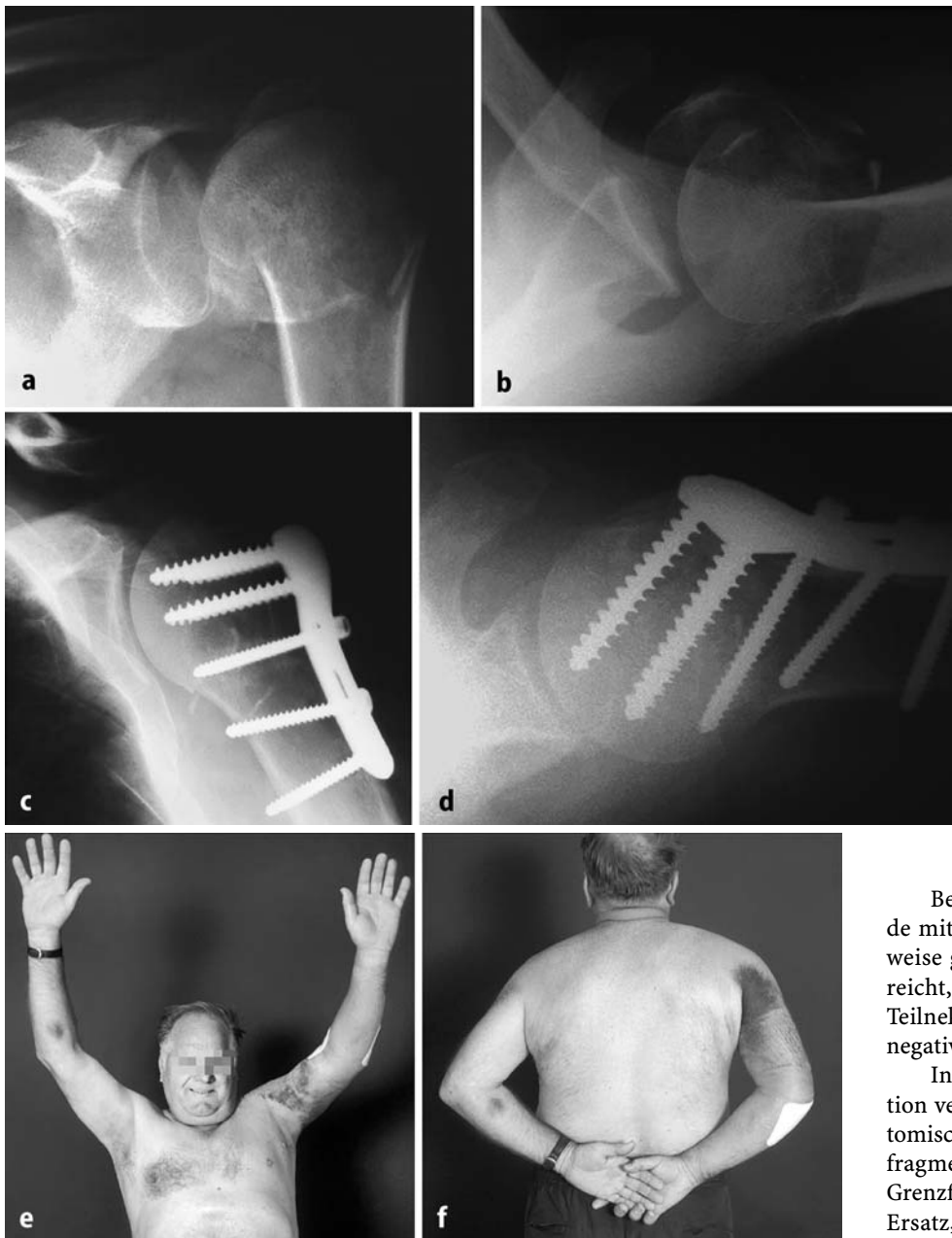


Abb. 6 a-f ◀ 61-jähriger, allein stehender Patient mit Head-splitting-Fraktur (a, b). Röntgenkontrolle (c, d) und Funktion (e, f) am 10. postoperativen Tag

sowie bei 72% Fragmentdislokationen fest. Die Humerkopfnekrose rate nach im Mittel 22 Monaten betrug 33%, überwiegend nach 4-Segment-Frakturen. Diese Ergebnisse stimmten mit den Erfahrungen der AO-Sammelstudie von Kuner u. Siebler [12] und anderen Autoren [22, 27] überein.

Demgegenüber ließ sich durch die Osteosynthese mit der winkelstabilen proximalen Oberarmplatte bei 93,1% unserer Patienten und bei nahezu allen Frakturtypen eine *wirksame* Übungsstabilität erreichen, die eine uneingeschränkte und unmittelbar postoperati-

ve Übungsbehandlung ermöglichte und so zu einer raschen Wiedererlangung wichtiger Alltagsfunktionen führte. Implantatlockerungen traten in keinem Fall auf. Damit gelingt dem alten Menschen nach der Entlassung aus der stationären Behandlung eine frühe Rückkehr in die gewohnte Lebenssituation mit selbstständiger Bewältigung von Alltagsaufgaben (Abb. 4, 5, 6).

Die funktionellen Ergebnisse nach gut 1 Jahr sind insbesondere für die große Gruppe der 3-Fragment-Frakturen mit 86,1% im seitenvergleichenden Constant-Score erfreulich.

Bei den 4-Fragment-Frakturen wurde mit 69,5% ebenfalls ein vergleichsweise gutes funktionelles Ergebnis erreicht, wobei das Ergebnis durch eine Teilnekrose mit nur 23,2% maßgeblich negativ beeinflusst wird.

In 5 von 6 Fällen einer Redisllokation verlief die Fraktur durch den anatomischen Hals bei schmalen Kalottenfragment. Darunter befanden sich auch Grenzfälle zum primären prothetischen Ersatz, wie z. B. der Versuch des Oberarmkopferhalts bei einem 52-jährigen Patienten mit 4-Fragment-Fraktur mit ausgedehntem Head-splitting. Unter dem Eindruck der hohen Stabilität, die die WPOP ermöglicht, wurde der Rekonstruktionsgedanke im Einzelfall auch übertrieben. Andererseits erfordert die optimale Platzierung der Spongiosaschrauben gerade bei schmalen Kopfsegment erhöhte Sorgfalt. Frei platzierbare Kopfschrauben wurden von den Operateuren dabei nicht vermisst. Die vorgegebene Schraubengeometrie und die damit verbundene technische Standardisierung des Eingriffs werden als vorteilhaft betrachtet.

So schlagen sich in der, wenn auch niedrigen, Redisllokationsrate die Lern-

kurven bezüglich Indikationsstellung und technischer Durchführung nieder.

In 3 Fällen mussten über die Kopfkalotte hinausragende Schrauben ausgewechselt werden. Dies liegt an der gewöhnungsbedürftigen Eigendynamik der Spongiosaschrauben, die in der Endphase, wenn das Feingewinde des Schraubenkopfs in die Platte eingedreht wird, durch die unterschiedlichen Gewindesteigungen einen anfangs schwer abschätzbaren Kompressionseffekt ausüben. Zudem kann beim Anziehen der Schrauben die Stärke der Kompression nicht gefühlt werden. In der Praxis hat es sich daher bewährt, von der gemessenen Schraubenlänge 6 mm abzuziehen, um eine Perforation der Kopfkalotte sicher zu vermeiden.

Ein Beobachtungszeitraum von etwas über 1 Jahr ist noch nicht ausreichend für definitive Aussagen zur Häufigkeit von Humeruskopfnekrosen. Unter 45 nachuntersuchten Eingriffen, die wenigstens 1 Jahr zurücklagen, wurden nur 3 Teilnekrosen (6,6%) festgestellt.

Im Gesamtkollektiv von 102 Patienten sind 1 Totalnekrose und 2 weitere behandlungsbedürftige Teilnekrosen bekannt, die noch nicht die 1-Jahres-Grenze erreicht haben und somit noch nicht zum Nachuntersuchungskollektiv gehören. Dennoch ist die Nekroserate niedriger, als bisher von herkömmlichen Plattenosteosynthesen berichtet wurde, die in der Regel mit ausgedehnteren Frakturfreilegungen verbunden waren [12, 15, 22, 27]. Sie befindet sich in vergleichbarer Größenordnung, wie von Hessmann u. Rommens [7] über die Osteosynthese mit der Kleeblattplatte (4,5% Teilnekrosen, 1,5% komplette Humeruskopfnekrosen) oder von Resch et al. [21] über die gedeckte Minimalosteosynthese (9% Teil- und Totalnekrosen) berichtet wurde. In Übereinstimmung mit Hessmann u. Rommens [7] ist aus unserer Sicht neben der Frakturmorphologie nicht die Größe und Beschaffenheit des Implantats für die Entstehung einer Oberarmkopfnekrose entscheidend, sondern die Respektierung der Restdurchblutung des Oberarmkopfs. Schonender Umgang mit den Weichteilen, indirekte Repositionstechnik und Vermeidung der Freilegung oder gar Denuddierung einzelner Fragmente sind die wesentlichen Faktoren für niedrige Nekroseraten.

Viele Autoren [10, 21, 23, 26] berichteten, dass eine Teilnekrose des Humeruskopfs häufig keine Auswirkung auf das funktionelle Ergebnis habe. Wie Trupka et al. [32] ermittelten wir im Fall von Teilnekrosen jedoch wesentlich schlechtere funktionelle Ergebnisse mit durchschnittlich 45,1% im seitenvergleichenden Constant-Score. Entscheidend ist die Mitbeteiligung der Gelenkfläche mit zunehmender Inkongruenz und Arthrose auch bei der Teilnekrose.

In einer Studie über die Osteosynthese mit der herkömmlichen 4,5-AO-T-Platte wiesen Lill et al. [15] bei 22 von 33 Patienten positive Impingementzeichen nach. In unserer Studie wiesen 25% (8/32) der Patienten mit noch einliegender Platte positive klinische Impingementtests mit schlechterem funktionellem Ergebnis und eingeschränkter aktiver Abduktionsfähigkeit (78°) auf. Auch wenn die WPOP diesbezüglich zu einer deutlichen Verbesserung geführt hat, bleibt das Plattenimpingement für 1/4 der Patienten ein Problem. Damanakis et al. [5] führten 3 Monate nach der klassischen Plattenosteosynthese konsequent die Metallentfernung und Akromioplastik mit guten Ergebnissen durch.

Es ist jedoch wünschenswert, den meist alten Patienten einen Zweiteingriff zu ersparen.

Die Distalisierung der Platte unter das Tuberculum majus mit ansteigendem Schraubenverlauf ist ein Schritt in die richtige Richtung, bringt aber pro 1 cm nur etwa 20° zusätzliche Abduktion. Es muss daher ein subakromiales Eingleiten der Platte angestrebt werden. Vor dem Eindruck der hohen Stabilität der Großfragmentplatte ist nun eine flachere Kleinfragmentplatte mit ansteigender Schraubengeometrie in der klinischen Erprobung (Abb. 7). Es bleibt



Abb. 7 ▲ Winkelstabile Kleinfragmentplatte für den proximalen Humerus

abzuwarten, ob sie eine vergleichbare Stabilität gewährleisten kann.

Bei weitgehend gelöstem Retentionsproblem rückt die Bedeutung der krankengymnastischen Nachbehandlung in den Vordergrund, auf die der Operateur und die Klinik heutzutage kaum mehr Einfluss nehmen können und die in der Praxis ein knappes Gut geworden ist. Nicht selten werden Patienten nach unterbliebener oder nicht ausreichender Krankengymnastik einige Wochen postoperativ erneut mit Schultersteife vorgestellt.

Es entspricht der täglichen chirurgischen Erfahrung, welchen bedeutenden Stellenwert eine ausreichend intensive Physiotherapie für den Behandlungserfolg gerade nach Verletzungen des Schultergelenks hat. Ambacher et al. [1] haben dies für die Nachbehandlung nach Hemialloarthroplastik bei Humeruskopffrakturen eindrucksvoll gezeigt. Ein Umdenken der Kostenträger ist daher dringend zu fordern.

Schlussfolgerung

Mit der winkelstabilen proximalen Oberarmplatte steht ein Implantat zur Verfügung, das auch bei osteoporotischen Mehrfragmentfrakturen in der Regel eine sichere Übungsstabilität gewährleistet.

Neben der Wiederherstellung der funktionellen Anatomie und der sicheren Retention sind schonende Operations- und indirekte Repositionstechnik, die die Restdurchblutung des Kopffragments respektieren, sowie eine ausreichend intensive krankengymnastische Nachbehandlung für den Erfolg der Osteosynthese entscheidend.

Literatur

1. Ambacher T, Erli HJ, Paar O (2000) Stellenwert der Nachbehandlung für das funktionelle Behandlungsergebnis nach primärer Hemiarthroplastik bei Humeruskopffrakturen. Aktuelle Traumatol 30:20–25
2. Bartsch S, Hullmann S, Hillrichs B, Giers R, Echtermeyer V (2001) Die Osteosynthese der dislozierten Humerusfrakturen mit der winkelstabilen proximalen Oberarm-Platte. Aktuelle Traumatol 31:64–71
3. Bosch U, Fremerey W, Skutek M, Lobenhoffer P, Tscherner H (1996) Die Hemiarthroplastik – Primär- oder Sekundärmaßnahme für 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen? Unfallchirurg 99: 656–664

4. Constant CR, Murley AHG (1989) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 214: 160–164
5. Damanakis K, Schaal O, Mann J, Müller KH (1996) Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen des älteren Menschen. *Unfallchirurg* 99: 561–568
6. Habermeyer P, Schweiberer L (1991) Oberarmkopffrakturen. *Unfallchirurg* 94: 438–446
7. Hessmann M, Rommens PM (2001) Osteosynthesetechniken bei proximalen Humerusfrakturen. *Chirurg* 72: 1235–1245
8. Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H, Klingelhoefter I, Gotzen L (1999) Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury* 30: 453–462
9. Hoellen IP, Bauer G, Holbein O (1997) Der prothetische Humeruskopfersatz bei der dislozierten Humerusmehrfragmentfraktur des alten Menschen – Eine Alternative zur Minimalosteosynthese? *Zentralbl Chir* 122: 994–1001
10. Jaberg H, Jakob RP (1987) Trümmerfrakturen des proximalen Humerus. *Orthopäde* 16: 320–335
11. Kasperczyk WJ, Engel M, Tscherne H (1993) Die 4-Fragmentfraktur des proximalen Oberarmes. *Unfallchirurg* 96: 422–426
12. Kuner EH, Siebler G (1987) Luxationsfrakturen des proximalen Humerus – Ergebnisse nach operativer Behandlung: Eine AO-Studie über 167 Fälle. *Unfallchirurgie* 13: 64–71
13. Lill H, Josten C (2000) Proximale und distale Humerusfrakturen im hohen Alter. *Orthopäde* 29: 327–341
14. Lill H, Giers R, Schmidt A, Echtermeyer V (1996) Die dislozierte subcapitale Humerusfraktur. *Chir Prax* 50: 427–438
15. Lill H, Lange K, Prasse-Badde J, Schmidt A, Verheyden P, Echtermeyer V (1997) Die T-Plattenosteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie* 23: 183–190
16. Müntz P, Kuner EH (1992) Osteosynthesen bei dislozierten Humeruskopffrakturen. *Orthopäde* 21: 121–130
17. Naranja RJ, Iannotti JP (2000) Displaced three- and four-part humerus fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 8: 373–382
18. Neer CS (1970) Displaced proximal humeral fractures I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52: 1077–1090
19. Neer CS (1970) Displaced proximal humeral fractures II. Treatment of three and four part fractures. *J Bone Joint Surg Am* 52: 1090–1103
20. Neumann K, Muhr G, Breitfuß H (1992) Primärer Kopfersatz der dislozierten Oberarmkopffraktur. *Orthopäde* 21: 140–147
21. Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M (1997) Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 79: 295–299
22. Robinson CM, Christie J (1993) The two-part proximal humeral fracture: a review of operative treatment using two techniques. *Injury* 24: 123–125
23. Schai P, Imhoff A, Staubli AE (1993) Differentialdiagnostik und -therapie der mehrfragmentären Humeruskopffraktur – eine Analyse aus drei klinischen Studien. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 86: 27–39
24. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N (1993) The Neer classification system for proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 75: 1745–1750
25. Simank P, Gay B (1993) Erfahrungen mit der Endoprothese bei Oberarmkopffrakturfrakturen. *Aktuelle Traumatol* 23: 361–365
26. Speck M, Regazzoni P (1997) 4-Fragment-Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 100: 349–353
27. Speck M, Lang FJ, Regazzoni P (1996) Proximale Humerusmehrfragmentfrakturen – Mißerfolge nach T-Platten-Osteosynthesen. *Swiss Surg* 2: 51–56
28. Szyszkowitz R (1999) Proximale Humerusfrakturen. *Unfallchirurg* 102: 421
29. Szyszkowitz R, Schippinger G (1999) Die Frakturen des proximalen Humerus. *Unfallchirurg* 102: 422–428
30. Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P, Cundy PJ (1993) Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop* 292: 13–25
31. Towfigh H, Bühl W, Obertacke U (1993) Behandlungsergebnisse nach konservativer und operativer Versorgung von proximalen Oberarmfrakturen. *Aktuelle Traumatol* 23: 354–360
32. Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L (1997) Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. *Unfallchirurg* 100: 105–110
33. Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E (2000) Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 120: 171–175
34. Weber E, Matter P (1998) Operative Behandlung proximaler Humerusfrakturen – Internationale Multizenterstudie. *Swiss Surg* 4: 95–100
35. Williams GR, Wong KL (2000) Two-part and three-part fractures: open reduction and internal fixation versus closed reduction and percutaneous pinning. *Orthop Clin North Am* 31: 1–21