Winkelstabile Platten-osteosynthese für proximale Humerusfrakturen

Konzept und Ergebnisse

Epidemiologie

Die proximale Humerusfraktur ist eine häufige Verletzung. Sie stellt etwa 4–5% aller Frakturen dar und ist die dritthäufigste Fraktur des alten Menschen [13]. Ihre Inzidenz nimmt zu, was durch die Studie von Bengner et al. [1] belegt wurde. In den letzten 30 Jahren hat sich die Anzahl der proximalen Humerusfrakturen bei den über 60-Jährigen verdreifacht, wahrscheinlich aufgrund der höheren Lebenserwartung.

In der schwedischen Studie von Horak u. Nilsson [7], mit 729 analysierten Frakturen, konnte die Osteoporose als Hauptursache der Brüche von Handgelenk, Hüfte und proximalem Humerus nachgewiesen werden. Auch wurde eine signifikante Korrelation zwischen dem Grad der Fragmentdislokation und dem Alter der Patienten gefunden.

Die häufigste Verletzungsursache waren der direkte Anprall auf die Schulter oder der Sturz auf den gestreckten Arm [15]. Bei jüngeren Patienten sind es hauptsächlich die Sportunfälle mit direktem Anprall der Schulter, welche zu einer proximalen Humerusfraktur führen. Bei solchen Hochrasanztraumen sind die Frakturen häufig disloziert.

Die dänische Studie von Lind et al. [11] über 730 Frakturen zählte 553 Frakturen bei der Frau (75,8%) und nur 177 beim Mann (24,2%), was einem Geschlechterverhältnis von 3:1 entspricht, bei einem Durchschnittsalter von 65,5 Jahren. Die

globale Jahresinzidenz betrug 73 proximale Humerusfrakturen pro 100.000 Einwohner mit einem Höchstwert von 409:100.000 bei der Frau. In der amerikanischen Studie von Rose et al. [16] wurden ähnliche Werte gefunden: Bei 274 proximalen Humerusfrakturen betrug die Jahresinzidenz 30,5:100.000 beim Mann und 63,3:100.000 bei der Frau. Dabei konnte ebenfalls eine höhere Inzidenz bei Frauen über 50 Jahre nachgewiesen werden, mit einem Spitzensatz von 439,4:100.000 bei der 80-jährigen Frau und einem Geschlechterverhältnis von 2,1:1.

Neuere Studien aus Finnland [15] ergaben, dass sich die Inzidenz der stationär

behandelten proximalen Humerusfraktur zwischen 1970 und 2002 verdreifachte (Inzidenzanstieg von 208:100.000 Einwohner im Jahr 1970 auf 1120:100.000 Einwohner im Jahr 2002) (■ **Abb. 1, 2**). Der größte Anteil, mit 75%, bezog sich auf Frauen >60 Jahre. Die Bruchursache war in 79% der direkte Sturz auf die Schulter. Der Frauenanteil unter den 28% hospitalisierten Patienten lag bei 75%, der Anteil der über 60-Jährigen ebenfalls. Ungefähr 80% der Frakturen waren nicht oder wenig disloziert und konnten konservativ behandelt werden. Dies korrespondiert auch mit den Studien von Neer [14].

Abb. 1 ► Inzidenz (pro 100.000 Einwohner) bei Patienten über 60 Jahre der stationär behandelten osteoporotischen Frakturen des proximalen Humerus in Finnland von 1970–2002. (Nach [15])

Abb. 2 ◀ Altersspezifische Inzidenz (pro 100.000 Einwohner) der stationär behandelten osteoporotischen proximalen Humerusfrakturen bei **a** Frauen >60 Jahre und **b** Männern >60 Jahre in Finnland von 1970–2002, gefüllte Quadrate ≥80 Jahre, Kreise 70–79 Jahre, offene Quadrate 60–69 Jahre. (Nach [15])

Abb. 3 ▲ Eierschalenförmige Fraktur und Hauptzug- und Dislokationsrichtungen der Fragmente bei der Neer-Klassifikation

Abb. 4 ▲ Verbundosteosynthese mittels T-Platte und Spongiaschrauben einer 2-Teile Fraktur

Die Osteoporose ist der Hauptrisikofaktor und somit auch die Hauptherausforderung bei der chirurgischen Versorgung. Die Osteosynthese und Retention der eierschalenförmigen Fragmente können sich als sehr schwierig erweisen.

Chu et al. [2] konnten in einer Studie von 2004 zeigen, dass die wichtigsten epidemiologischen Kofaktoren bei proximalen Humerusfrakturen die Osteoporose, das Alter und vorausgegangene Stürze waren. Weitere Kofaktoren waren der Sturz-

mechanismus (d. h. direktes Anpralltrauma), Epilepsie und Einnahme von Antiepileptika, Depressionen, Diabetes mellitus und Linkshändigkeit.

Therapie

Grundlage für eine erfolgreiche Behandlung sind die genaue Einschätzung der Fraktur und somit die genaue Klassifikation. Allerdings weisen die meist verwendeten Klassifikationen nur eine geringe In-

tra- und Interobserverreliabilität auf [17]. Des Weiteren sollte die Einschätzung der Morbidität und der Compliance des Patienten berücksichtigt werden.

Im deutschsprachigen Raum hat sich die Klassifikation nach Neer [14] im klinischen Alltag durchgesetzt (■ Abb. 3). Der Zug der Sehnen auf die Fragmente führt zu der typischen Dislokationsform, sodass u. U. eine geschlossene Reposition nicht möglich ist. Nach Neer [14] werden folgende Fragmente differenziert:

- das Tuberculum-majus-Fragment (Zug durch die Mm. supra- und infraspinatus nach kranial/dorsal)
- das Tuberculum minus (Zug durch den M. subscapularis medial)
- das Schaftfragment (Zug durch den M. pectoralis major nach ventral/medial)
- das Kalottenfragment (kippt meistens nach dorsal)

Etwa 80–85% der proximalen Humerusfrakturen sind unverschoben oder wenig disloziert. Diese können oft frühfunktionsell konservativ behandelt werden und ergeben dann gute Ergebnisse. Im Gegensatz dazu führt die konservative Behandlung der 3- und 4-Segment-Frakturen häufig zu einer schweren Funktionseinschränkung der Schulter und geht mit einem erhöhtem Risiko einer Humeruskopfnekrose von 9–11% [9] aufgrund der oft geschädigten Humeruskopfdurchblutung einher. Nach dem heutigen Stand der Literatur sind dislozierte 3- und 4-Fragment-Frakturen daher operativ zu versorgen, wenn keine anderweitige Kontraindikation vorliegt. Die operativen Möglichkeiten sind in **Tab. 1** aufgeführt

Ziel der operativen Versorgung sind die anatomische Reposition und die exakte Wiederherstellung der Gelenkfläche. Rotatorenmanschetteneinrisse sollten vernäht und die Tuberkel sorgfältig reponiert werden. Ansonsten kommt es durch die verkürzten Hebelarme der dislozierten Tuberkel zu einer Verkürzung der Sehnenansätze und somit zu einer Kraftminderung. Ein Impingement durch Tuberkelfragmente, Osteosynthesematerial oder Narbengewebe ist möglichst zu verhindern. Bei älteren Patienten sollte ggf. die Implantation einer Hemiprothese bei nicht reponierbarer Humeruskopfsplitterfraktur frühzeitig bedacht werden.

Die Bizepssehne, die A. circumflexa sowie der N. axillaris müssen geschont werden. Das Risiko eines Perfusionsschadens des Humeruskopfs kann durch eine behutsame Repositionstechnik und Weichteilschonung verringert werden.

T-Platten-Osteosynthese

Bis in die 1980er Jahre war für die proximale mehrfragmentäre Humeruskopffrak-

Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2008 · 10[Suppl 1]:39–46 DOI 10.1007/s10039-007-1295-3
© Springer Medizin Verlag 2008

T. Illert · R. Grass · H. Zwipp

Winkelstabile Plattenosteosynthese für proximale Humerusfrakturen. Konzept und Ergebnisse

Zusammenfassung

Die proximale Humerusfraktur ist eine der häufigsten Verletzungen des Menschen und nimmt an Inzidenz rapide zu, insbesondere bei älteren Frauen. Die Osteoporose ist ihr Hauptrisikofaktor, deswegen stellt die Osteosynthese der eierschalenförmigen Fragmente auch die Hauptherausforderung bei der chirurgischen Versorgung dar. Aufgrund der hohen Humeruskopfnekrose- und des unbefriedigenden funktionellen Ergebnisses wurde die alte T-Platte durch „minimalinvasive“ Verfahren verdrängt. Für die 3- und 4-Teile-Humeruskopffrakturen wird immer häufiger

die winkelstabile Plattenosteosynthese verwendet. Es wurde mittlerweile bereits die 3. Generation winkelstabiler Platten mit in Zwischen polyaxialen Schrauben entwickelt. Erste Studien mit winkelstabilen Platten der 1. Generation ergaben Komplikationsraten zwischen 10 und 25% und Constant-Scores in Nachuntersuchungen zwischen 65 und 83%.

Schlüsselwörter

Proximale Humerusfraktur · Osteoporose · Osteosynthese · Humeruskopfnekrose · Winkelstabile Plattenosteosynthese

Internal fixation with fixed-angle plates for fractures of the proximal humerus. Concept and results

Abstract

Fractures of the proximal humerus is one of the most common injuries suffered by humans, and its incidence is increasing rapidly, especially in elderly women. The main risk factor is osteoporosis, so that internal fixation of the eggshell-shaped fragments is the main challenge in its surgical treatment. In view of the high rate of necrosis of the humeral head and the unsatisfactory functional results, the old T-plate was replaced with “less invasive” procedures. For the three- and four-part humeral head fractures, fixed-angle plates are used with increasing frequency for internal

fixation. Third-generation plates with polyaxial screws have already been developed. Initial studies with first-generation fixed-angle plates showed that the complication rate is still between 10% and 25% and that the Constant score in follow-up studies is between 65% and 83%.

Keywords

Fracture of proximal humerus · Osteoporosis · Internal fixation · Rate of necrosis of humeral head · Internal fixation with fixed-angle plates

Tab. 1 Operative Möglichkeiten zur Versorgung von 3- und 4-Fragment-Frakturen

Draht- und Schraubenosteosynthese	T-Platten-Osteosynthese
	Osteosynthese mittels 2 Drittelrohrplatten
	Verbundosteosynthese (z. B. T-Platte mit Palacos®)
	Winkelstabile Plattenosteosynthese
	Nagelung (z. B. Targon® PH)
	Endoprothetischer Humeruskopfersatz

Tab. 2 Ergebnisse der Verbundosteosynthese mittels T-Platte

Studien	Patientenanzahl	Funktionelles Ergebnis	Humeruskopfnekroserate [%]
Hessmann et al. [6]	98	In 76% Befriedigend	4
Siebler u. Kuner [18]	65	Sehr gut: 38% Gut: 21% Befriedigend: 16% Schlecht: 25%	20

Tab. 3 Funktionelle Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese in verschiedenen Studien

Studie	Datum	Anzahl Patienten	Frakturtyp	Score	Bereich	Schraubenlockerung	Plattenbrüche	Frakturdislokation	Osteonekrose	In-fekte	Pseudarthrosen
Constant-Score nach 17 Monaten											
Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinik Dresden	April 2006	55	2-Fragment-Fraktur, n=12 3-Fragment-Fraktur, n=25 4-Fragment-Fraktur, n=13 X-Fragment-Fraktur, n=5	68	38–93	4 (7%)	2 (3%)	2 (3%)	1 (2%)	2 (3%)	1 (2%)
Constant-Score nach 1 Jahr											
Fankhauser et al. [3]	Januar 2005	29	AO Typ A, n=5 AO Typ B, n=15 AO Typ C, n=9	82,6 78,3 64,6	60–96 37–95 40–91		1 (3%)	4 (13%)	2 (7%)	1 (3%)	0
Evidenzlevel-II-Studie (prospektive Kohortenstudie)											
Constant-Score nach 3 Monaten											
Lill et al. [10]	2004	29	2-Fragment-Fraktur, n=8 3-Fragment-Fraktur, n=16 4-Fragment-Fraktur, n=5	77,6 75,1 64,8	67–88 61–89 54–75	2 (7%)	3 (10%)	1 (3%)		0	
Neer-Score nach 1,2 Jahren											
Lungershausen et al. [12] (Königssee-Platte)	2003	51		71,8	63,9–79,8			2 (4%)	1 (2%)	2 (4%)	
Bewertung nach 1 Jahr											
Helmy u. Hintermann [4]	Januar 2006	83		Gut–exzellent							
Constant-Score nach 3 Monaten											
Koukakis et al. [8] (Philos®-Platte)	Januar 2006	20	2-Fragment-Fraktur, n=4 3-Fragment-Fraktur, n=11	76,1	36–100			1 (5%)	1 (5%)	1 (5%)	

Abb. 5 ► Winkelstabile Platte der 1. Generation (Fa. Mathys)

Dünnere Platte und somit geringere Impingement-problematik

Nahtlöcher zum Anschlingen und Fixieren der Tuberkel

Winkelstabile Schrauben:

- erhalten die Periostdurchblutung,
- vermeiden den Primärverlust der Reposition (durch Heranziehen des Fragments an die Platte)
- vermeiden den Sekundärverlust der Reposition (durch sekundäre Schraubenlockerung)
- erlauben die frühfunktionelle Behandlung

Kombinationslöcher (LCP): Dynamische Kompression mit Standardschrauben und/oder winkelstabilen Schrauben

Abb. 6 ► Gefäßversorgung des Humeruskopfs mit Anastomose der Aa. circumflexa anterior und posterior in der Nachbarschaft der Insertion des M. subscapularis)

tur die Verbundosteosynthese mit der T-Platte die Therapie der Wahl (■ **Abb. 4**). Damit wurden sehr unterschiedliche Resultate erzielt, das funktionelle Ergebnis reichte von „gut“ bis „befriedigend“, und die Humeruskopfnekroserate wurde mit 4–20% beziffert (■ **Tab. 2**).

Winkelstabile Plattenosteosynthese

Als Reaktion auf die hohe Humeruskopfnekroserate und die nicht zufrieden stellenden Ergebnissen wurde die T-Platten-Osteosynthese durch „minimalinva-

sivere“ Verfahren, wie die winkelstabile Plattenosteosynthese, verdrängt.

Winkelstabile Platten der 1. Generation

Sie sind wesentlich dünner als die T-Platte und führen somit zu einer geringeren Impingementsymptomatik. Sie besitzen Nahtlöcher, um die Tuberkel anzuschlingen und diese an die Platte heranzuziehen (■ **Abb. 5**). Die winkelstabilen Schrauben haben mehrere Vorteile:

- Der Primärverlust der Reposition wird durch Heranziehen des Fragments an die Platte unterbunden.
- Die Schraubenlockerung aus der Platte und somit der Sekundärverlust der Reposition werden verhindert.

Die winkelstabile Platte funktioniert nach dem Fixateur-interne-Prinzip und erhält somit die Periostdurchblutung. Hierbei ist der posterolaterale Anteil aufgrund der Anastomosen zwischen A. circumflexa humeri anterior und A. circumflexa humeri posterior besonders

Abb. 7 ▲ Gespreizte Schrauben (Platte der Fa. Mathys), Cut-out-Fläche (im Schema grau) proportional zur notwendigen Ausreißkraft, **a** bei parallel eingeführten, **b** bei gespreizten Schrauben (bessere Verankerung)

Abb. 8 ▲ Winkelstabile Platte der 2. Generation: Philos®-Platte der Fa. Synthes

bedeutsam (■ **Abb. 6**). Im Schaftbereich erlauben die LCP-Löcher eine winkelstabile oder Zugschraubenbesetzung.

Ein großer Vorteil der winkelstabilen Platte ist deren Übungsstabilität und somit die Möglichkeit der frühfunktionellen Behandlung.

Aufgrund des erheblich kleineren Gewindes der Kopfschrauben, welche eher wie Stifte als wie Spongiaschrauben wirken, muss die Stabilität der Schrauben im Kopf anders gesichert werden. Dies wird mittels einer höheren Cut-out-Fläche durch Spreizung der Schrauben erreicht (■ **Abb. 7**).

Die Schrauben sollten bei der Verankerung im Kopf mit der Spitze subchondral zu liegen kommen, weil dort die höchste Knochendichte vorhanden ist [5]. Am Collum chirurgicum, in den Tuberkeln und zentral sind die Knochenmineraldichte und die Festigkeit vermindert. Diese Knochendichteverteilung erklärt auch die 4-Teile-Frakturmorphologie. Eine Schraubenperforation im Humeruskopf und somit ein Abschleifen des Knorpels sollten unbedingt vermieden werden.

Während der operativen Versorgung sollte auch darauf geachtet werden, dass die Platte nicht zu kranial platziert wird, da dies zu einer Impingementsymptomatik führt. Die Tuberkel müssen mittels Nähten richtig gefasst und an der Platte fixiert werden. Ist der proximale Humerus nicht mehr rekonstruierbar, ist ein rechtzeitiger Umstieg auf eine Hemiprothese erforderlich.

Winkelstabile Platten der 2. Generation

In ihr ist ein Langloch zur besseren Korrektur der Höheneinstellung angebracht. Im Kopfbereich können sowohl divergierende als auch konvergierende Schrauben eingebracht werden, was die Cut-out-Fläche nochmals erhöht (■ **Abb. 8**).

Winkelstabile Platten der 3. Generation

Es handelt sich um die momentan neueste Generation an winkelstabilen Platten. Frei wählbare polyaxiale Schrauben können in einem beliebigen Winkel von bis zu 30° eingebracht werden (■ **Abb. 9**). Allerdings erfordert dieses System eine dicke-

Abb. 9 ► Winkelstabile Platte der 3. Generation, NCB-PH, proximale Humerusplatte der Fa. Zimmer

re Platte, welche zwar mehr aufrägt, aber auch mehr Stabilität erbringt.

T-Platte vs. winkelstabile Platte

Die T-Platte hat eine große Auflagefläche und erhält ihre Stabilität durch Friktion zwischen Platte und Knochen. Die winkelstabile Platte funktioniert eher nach dem Fixateur-interne-Prinzip, wobei aufgrund des kleinen Schraubengewindes die Fragmente eher angepinnt als angeschraubt werden. Die T-Platte erlaubte hier mit ihren großen Spongiaschrauben einen besseren Sitz, dennoch war häufig eine Verbundosteosynthese erforderlich.

Die Winkelstabilität der winkelstabilen Platte verhindert den primären und sekundären Verlust der Reposition, was bei der T-Platte nicht der Fall ist.

Die Dicke und Auflagefläche der T-Platte sind größer als bei der winkelstabilen Platte, wobei es bei beiden nicht einfach ist, die Tuberkel mit den Schrauben zu fassen. Deshalb ist deren Anschlingung an die Platte mittels Nähten bedeutsam. Eine Angulation der Schrauben ist nur bei der alten T-Platte und bei der winkelstabilen Platte der 3. Generation möglich.

Postoperative Komplikationen

Bei einer retrospektiven Studie wurden im eigenen Patientengut während 53 Mo-

naten (Oktober 2001–Februar 2006) insgesamt 238 winkelstabile Humerusplatten bei proximalen Humerusfrakturen eingesetzt. Nach Hochrechnungen wurden in Deutschland im gleichen Zeitraum etwa 9100 solcher Platten verwendet. Von diesem Patientengut konnten 55 Patienten nach durchschnittlich 17 Monaten nachuntersucht werden. Hinsichtlich der Frakturmorphologie waren 12 vom Typ Neer II (22%), 23 vom Typ Neer III (42%), 13 vom Typ Neer IV, und 5 konnten nicht mehr nach Neer klassifiziert werden (9%). Bei der Nachuntersuchung und der Durchsicht der Daten zeigte sich, dass 1 Patient (2%) mit einer Fraktur vom Typ Neer IV eine Pseudarthrose entwickelt hatte. Insgesamt mussten 3 frühzeitige Metallentfernungen durchgeführt werden: Bei 2 Patienten von 55 (3%) entwickelten sich ein Hämatom oder Infekt, und ein weiterer Patient (2%) stürzte erneut auf die verletzte Schulter, wobei sich die Platte lockerte und die Fraktur dislozierte. Erneut operiert werden mussten 7 Patienten von 55 (13%): Bei 4 Patienten von 55 kam es zu einer Schraubenlockerung (7%), wobei einmal das Plattengewinde bei der Erstversorgung durch mehrmaliges Ein- und Ausdrehen der Schraube zerstört wurde. Bei 2 Patienten von 55 (3%) kam es zu einer sekundären Dislokation und bei weiteren 2 Patienten von 55 (3%) zu einem Plattenbruch (Platten der 1. Generation). Diese

Daten korrelieren mit den Daten verschiedener anderen Studien (■ Tab. 3)

Fazit

Die winkelstabile Plattenosteosynthese ist bei proximalen Humerusfrakturen indiziert bei:

- Dislozierten (2-), 3- und 4-Fragment-Frakturen
- Instabilen subkapitalen Frakturen
- Subkapitalen Pseudarthrosen
- Osteotomien

Biomechanisch ist die winkelstabile Platte ausgereift. Die Häufigkeit der Hauptprobleme der alten T-Platte (Humeruskopfnekrose, Materiallockerung und Repositionsverlust) wurde reduziert.

Die Fraktur des proximalen Humerus ist nach wie vor technisch schwierig zu versorgen, insbesondere aufgrund der Osteoporose bei zunehmendem Alter der Patient(en)innen.

Der aktuelle Preis von aktuell etwa 400 EUR/Platte mit Schrauben ist relativ hoch und erschwert die Entscheidung zur Verwendung.

Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen, sollte nach ausreichender Diagnostik und klarer Klassifikation die Indikation gezielt gestellt werden. Die Funktion der winkelstabilen Platte ist nicht als Platte, sondern als Fixateur interne zu verste-

hen. Ziel ist, eine übungsstabile Osteosynthese zu erreichen, wobei die Operationstechnik eine hohe Lernkurve erfordert. Der Toleranzwinkel von 5° beim Einbringen der Schrauben sollte unbedingt beachtet werden, um sekundäre Schraubenlockerungen zu vermeiden. Die Tuberkel sollten sicher angeschlagen und hervorgezogen werden. Rotatorenman-schettendefekte sollten in jedem Fall genäht werden.

Die Weichteile sollten wie immer geschont und die Humeruskopfdurchblutung beachtet werden.

Das funktionelle Ergebnis nach winkel-stabiler Plattenversorgung ist noch nicht befriedigend. Es sollten jedoch die Ergebnisse der neuen Platten der 2. und 3. Generation abgewartet werden.

Korrespondenzadresse

Dr. T. Illert

Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum, Technische Universität Dresden, Fetscherstraße 74, 01309 Dresden
illert@web.de

Interessenkonflikt . Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Bengner U, Johnell O, Redlund-Johnell I (1988) Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. A study of 2125 fractures. Clin Orthop Relat Res 231: 179–182
2. Chu SP, Kelsey JL, Keegan TH et al. (2004) Risk factors for proximal humerus fracture. Am J Epidemiol 160: 360–367
3. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G et al. (2005) A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. Clin Orthop Relat Res 430: 176–181
4. Helmy N, Hintermann B (2006) New trends in the treatment of proximal humerus fractures. Clin Orthop Relat Res 442: 100–108
5. Hepp P, Lill H, Bail H et al. (2003) Where should implants be anchored in the humeral head? Clin Orthop Relat Res 415: 139–147
6. Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H et al. (1999) Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. Injury 30: 453–462
7. Horak J, Nilsson BE (1975) Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. Clin Orthop Relat Res 112: 250–253
8. Koukakis A, Apostolou CD, Taneja T et al. (2006) Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience. Clin Orthop Relat Res 442: 115–120
9. Lill H, Bewer A, Korner J et al. (2001) [Conservative treatment of dislocated proximal humeral fractures]. Zentralbl Chir 126: 205–210
10. Lill H, Hepp P, Rose T et al. (2004) [The angle stable locking-proximal-humerus-plate (LPHP) for proximal humeral fractures using a small anterior-lateral-deltoid-splitting-approach – technique and first results]. Zentralbl Chir 129: 43–48
11. Lind T, Kroner K, Jensen J (1989) The epidemiology of fractures of the proximal humerus. Arch Orthop Trauma Surg 108: 285–287
12. Lungershausen W, Bach O, Lorenz CO (2003) [Locking plate osteosynthesis for fractures of the proximal humerus]. Zentralbl Chir 128: 28–33
13. Mutschler W, Hass NP (2004) Praxis der Unfallchirurgie. Thieme, Stuttgart New York, S 678–689
14. Neer C (1990) Shoulder reconstructions. Saunders, Philadelphia, pp 363–403
15. Palvanen M, Kannus P, Niemi S et al. (2006) Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. Clin Orthop Relat Res 442: 87–92
16. Rose SH, Melton LJ 3rd, Morrey BF et al. (1982) Epidemiologic features of humeral fractures. Clin Orthop Relat Res 168: 24–30
17. Sallay PI, Pedowitz RA, Mallon WJ et al. (1997) Reliability and reproducibility of radiographic interpretation of proximal humeral fracture pathoanatomy. J Shoulder Elbow Surg 6: 60–69
18. Siebler G, Kuner EH (1985) Late results following the surgical treatment of proximal humerus fractures in adults. Unfallchirurgie 11: 119–127