

Osteoporose als Risikofaktor für das Versagen der winkelstabilen Plattenosteosynthese am proximalen Humerus

F. Haasters; J. Kindsvater; G. Siebenbürger; W. Mutschler; B. Ockert

Klinik für Allgemeine, Unfall-, Hand- und Plastische Chirurgie, Klinikum der Universität München (LMU), München

Schlüsselwörter

Proximale Humerusfraktur, Osteoporose, winkelstabile Plattenosteosynthese

Zusammenfassung

Ziel: Die winkelstabile Plattenosteosynthese ist ein Standardverfahren zur Behandlung der proximalen Humerusfraktur des älteren Menschen. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Osteoporose auf das Versagen dieses Osteosyntheseverfahrens zu evaluieren.

Methode: Über acht Jahre wurden Frauen >50 Jahre und Männer >60 Jahre, die aufgrund einer proximalen Humerusfraktur mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese versorgt wurden, prospektiv erfasst. Alle Patienten erhielten eine Knochendichtemessung (DXA) während des stationären Aufenthaltes.

Ergebnisse: Von 167 Patienten waren 65,9% von einer Osteoporose betroffen. Bei Patienten mit Osteoporose traten signifikant häufiger revisionspflichtige Komplikationen auf (19,1% vs. 7,0%). Des Weiteren zeigten sich

in dieser Gruppe signifikant häufiger varisch dislozierte B2- und stark dislozierte C2-Frakturen.

Diskussion: Zusammenfassend ließ sich nachweisen, dass für Patienten mit Osteoporose ein signifikant erhöhtes Risiko besteht, nach winkelstabiler Plattenosteosynthese des proximalen Humerus eine revisionspflichtige Komplikation zu erleiden. Eine mögliche Ursache könnte neben der verminderten Knochendichte auch das vermehrte Auftreten von varisch und stark dislozierten Frakturformen sein.

Keywords

Proximal humeral fractures, osteoporosis, locking plate fixation

Summary

Objectives: Locking plate fixation for the treatment of unstable proximal humeral fractures in the elderly is widely accepted. Within this

patient group osteoporosis is a common comorbidity. Therefore, the present study aimed to evaluate the influence of osteoporosis on failure of locking plate fixation and on fracture pattern.

Methods: Women >50 and men >60 years with proximal humeral fracture and locking plate fixation were prospectively included over eight years with a follow up of two years. Bone mineral density measurement (DXA) was performed for all patients during in-patient hospital treatment.

Results: Out of 167 patients 65,9% were diagnosed with osteoporosis according to the WHO guidelines. Patients with osteoporosis showed a significantly higher rate of revision surgery (19,1% vs. 7,0%). Furthermore, osteoporosis was associated with a significantly higher incidence of AO 11-B2 and C2 fractures. These fracture entities showed a significantly higher rate of loss of fixation in osteoporotic patients.

Discussion: In conclusion, patients with osteoporosis feature a significantly increased risk for complications and revision surgery after locking plate fixation of proximal humeral fractures. In addition to biomechanical limitations due to low bone mineral density, a different fracture pattern with focus on varus dislocation might contribute to a higher failure rate.

Korrespondenzadresse

Dr. Florian Haasters
Leiter Schulter- und Ellenbogenchirurgie
Klinik für Allgemeine, Unfall-, Hand- und Plastische Chirurgie, Klinikum der Universität München (LMU)
Nußbaumstraße 20, 80336 München
Tel.: 089/51 60 25 11
E-Mail: florian.haasters@med.uni-muenchen.de

Osteoporosis is a risk factor for locking-plate implant failure of proximal humerus fractures

Osteologie 2014; 23: 16–21
eingereicht: 20. November 2013
angenommen: 27. November 2013

Einleitung

Die proximale Humerusfraktur zählt mit einer Inzidenz von 105 pro 100 000 zu den häufigsten Frakturen des Menschen (1, 2). Aufgrund des demografischen Wandels wird eine weitere Zunahme der Inzidenz

erwartet. Über 70 Prozent der Patienten mit proximaler Humerusfraktur sind älter als 60 Jahre (3). In diesem Patientenkollektiv ist die Osteoporose eine häufige Begleitmorbidität (4).

Die meisten proximalen Humerusfrakturen können mit guten Ergebnissen kon-

servativ behandelt werden (5), etwa 20 Prozent sind jedoch entsprechend der Neer-Kriterien instabil und erfordern eine operative Behandlung (6, 7). Die chirurgischen Verfahren sind vielfältig und erstrecken sich von perkutaner K-Draht-Osteosynthese bis hin zur primären Fraktur-

endoprothetik (8). Bislang besteht kein Konsens für einen einheitlichen Behandlungsalgorithmus. Die winkelstabile Plattenosteosynthese stellt ein weit verbreitetes und akzeptiertes Verfahren zur operativen Versorgung der proximalen Humerusfraktur des älteren Menschen dar (9).

Dennoch zeigt die aktuelle Studienlage für dieses Verfahren hohe Komplikationsraten bis zu 50 Prozent (9–12). Unter diesen Komplikationen sind sekundäre Dislokation mit varischer Abkipfung des Kopfsegmentes und Schraubenperforation in das Gelenk (Cut-out) die häufigsten Gründe für eine operative Revision (12). Um diese Komplikationen zu vermeiden, ist die präoperative Identifikation von Risikofaktoren für ein Versagen der Osteosynthese für den behandelnden Chirurgen von entscheidender Bedeutung. Alter, weibliches Geschlecht und Anzahl der Fragmente konnten als Risikofaktoren für postoperative Komplikationen bestätigt werden (13, 14). Der Stellenwert der Osteoporose als Risikofaktor für das Versagen der winkelstabilen Osteosynthese ist jedoch bislang unklar (15–18).

In biomechanischen Untersuchungen wurde ein negativer Einfluss der Osteoporose auf die Implantatverankerung nachgewiesen (19). Im Gegensatz dazu konnte in klinischen Studien dieser Zusammenhang nicht eindeutig belegt werden. Während Krappinger et al. einen signifikanten Zusammenhang zwischen erniedrigter lokaler Knochendichte und erhöhter Komplikationsrate nach K-Draht- und Plattenosteosynthese feststellen konnte (17), wurden diese Ergebnisse in der Untersuchung von Hepp et al. nicht bestätigt (20).

Ziel dieser Studie war es daher, den Einfluss der Osteoporose auf das Versagen der winkelstabilen Plattenosteosynthese am proximalen Humerus zu evaluieren und osteoporoseassoziierte Veränderungen des Frakturtyps beim älteren Menschen zu analysieren.

Methoden

Über einen Zeitraum von acht Jahren wurden Frauen im Alter über 50 Jahre und Männer im Alter über 60 Jahre erfasst, die

aufgrund einer akuten, dislozierten proximalen Humerusfraktur mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese (Philos, Fa. Synthes, Oberdorf/Schweiz) stationär behandelt worden waren. Die gewählten Altersgrenzen der Patienten richteten sich nach den Empfehlungen der Leitlinie des Dachverbandes Osteologie e. V. (DVO) zur Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei Erwachsenen (21). Die Operationsindikation wurde entsprechend der Neer-Kriterien gestellt (6). Alle Operationen wurden von erfahrenen Fachärzten für Unfallchirurgie innerhalb einer Woche nach stationärer Aufnahme durchgeführt und die Nachbehandlung erfolgte gemäß eines einheitlichen früh-funktionellen Schemas. Weitere Voraussetzung für einen Studieneinschluss war ein vollständiges klinisches und radiologisches Follow-up über 24 Monate. In die Studiauswertung wurden zudem nur Patienten integriert, die während des stationären Aufenthaltes eine Knochendichtemessung mittels Dual-X-Ray-Absorptiometrie (DXA) an Lendenwirbelsäule und proximalem Femur erhalten hatten. Die Beurteilung der Knochendichtemessung wurde von zwei unabhängigen Radiologen gemäß der Leitlinien zur Anwendung densitometrischer Verfahren durchgeführt.

Ausschlusskriterien waren maligne Grunderkrankungen, pathologische Frakturen, hyperostotische Grunderkrankungen, offene Frakturen, initiale neurovaskuläre Verletzungen, vorbestehende Arthrose, Voroperationen an der verletzten Schulter, fehlender Versicherungsschutz, Ablehnung einer Osteoporosediagnostik, Versterben während des stationären Aufenthaltes und fehlende Auswertbarkeit der Diagnostik aus technischen Gründen.

Die Frakturreinteilung wurde entsprechend der AO-Klassifikation (22) unabhängig von zwei erfahrenen Schulterchirurgen mittels true-a.p.- und y-view-Aufnahmen vorgenommen. Bei eingeschränkter Beurteilbarkeit führten wir ergänzend eine Computertomografie durch. Postoperativ wurden das primäre Repositionsergebnis sowie sekundäre Dislokationen und ungeplante Revisionsoperationen aufgrund von Osteosynthesekomplikationen erfasst. Als anatomische Reposition wurde die vollständige Wiederherstellung der me-

dialen Abstützung bei gleichzeitiger Fragmentadaptation mit <2 mm Stufenbildung und <10° Achsabweichung in der postoperativen Kontrolle definiert. Als sekundäre Dislokation wurden im weiteren Verlauf auftretende Fragmentdislokation >2 mm, Achsabweichungen >10° und Materialdislokation oder -bruch definiert.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels PASW 18.0 (SPSS, Chicago, IL, USA). Kontinuierliche Variablen wurden als Mittelwert und Standardabweichung angegeben, kategorische Variablen in Absolut- und prozentualen Werten. Als Testverfahren wurden der Chi-Quadrat-Test für kategorische und der t-Test für unabhängige kontinuierliche Variablen verwendet. Ein p-Wert <0,05 wurde als signifikant festgelegt.

Die Studie wurde gemäß der Grundsätze der Deklaration von Helsinki durchgeführt.

Ergebnisse

In unsere Studie konnten insgesamt 167 Patienten aufgenommen werden. 13,2% dieser Patienten waren männlich und 86,8% weiblich (► Tab. 1). 65,9% aller Patienten litten gemäß der WHO-Definition an einer Osteoporose. Bezüglich einer geschlechtsspezifischen Osteoporoseprävalenz konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, obwohl bei Frauen in 66,9% der Fälle etwas häufiger eine Osteoporose diagnostiziert werden konnte als bei Männern (59,1%). Das Durchschnittsalter in unserem Kollektiv betrug 74,2 ($\pm 10,7$) Jahre. Patienten, die an einer Osteoporose litten, waren mit 75,7 ($\pm 9,2$) Jahren tendenziell etwas älter als Patienten mit physiologischer Knochendichte ($71,5 \pm 10,7$). Ein statistisch signifikanter Altersunterschied bestand nicht.

Unabhängig vom Vorliegen einer Osteoporose konnte mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese bei 89,5% der knochenstoffwechselgesunden Patienten und 90,9% der Patienten mit pathologisch verminderter Knochendichte eine anatomische Reposition erreicht werden (► Abb. 1).

Im Gegensatz dazu zeigten sich signifikante osteoporoseassoziierte Unterschiede im Auftreten einer sekundären Dislokation

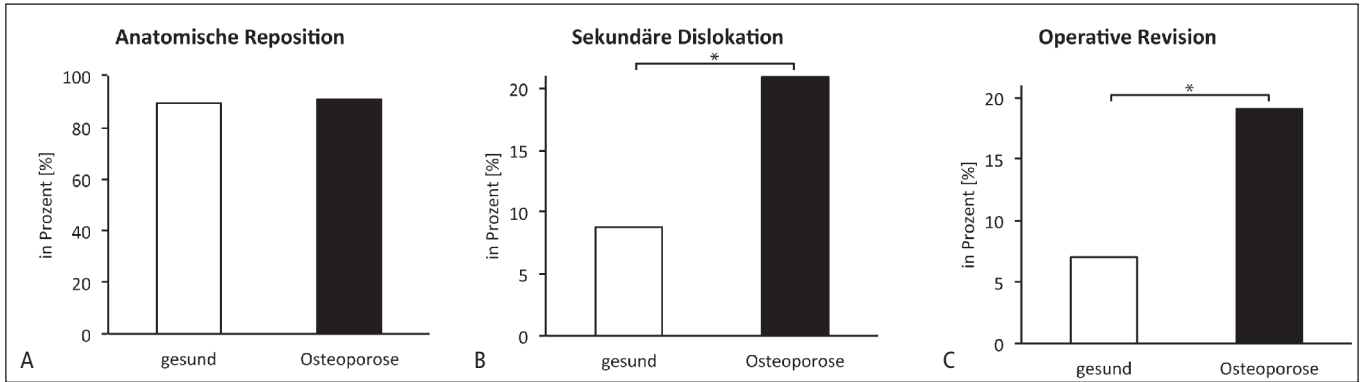


Abb. 1 Ein anatomisches Repositionsergebnis konnte für Patienten mit und ohne Osteoporose gleichermaßen in etwa 90 % erreicht werden (A). Bei Patienten mit Osteoporose kam es signifikant häufiger zu einer sekundären Frakturdislokation (B). Ein ungeplanter Revisionseingriff war bei Patienten mit Osteoporose etwa dreimal häufiger notwendig als bei Patienten mit physiologischer Knochendichte (C); * = $p < 0,05$.

Fig. 1 Anatomical reduction was achieved in approximately 90 % of all patients (A). Patients with osteoporosis showed a significantly increased loss of fixation (B). Rate of revision surgery was significantly higher in patients with osteoporosis (C); * = $p < 0.05$.

und in der Häufigkeit einer operativen Revision. Bei Patienten ohne Osteoporose betrug die Rate an sekundärer Dislokation 8,8%, während bei Patienten mit pathologisch verminderter Knochendichte mehr als doppelt so häufig (20,9%) eine sekun-

däre Dislokation auftrat. Eine chirurgische Revision aufgrund von Osteosynthesekomplikationen musste bei knochenstoffwechselgesunden Patienten in 7,0% der Fälle durchgeführt werden, während bei Patienten mit Osteoporose ein Revisionseingriff

in 19,1% der Fälle signifikant häufiger notwendig war. Bezogen auf das Gesamtkollektiv trat eine sekundäre Dislokation in 16,8% der Fälle auf und ein Revisionseingriff erfolgte bei 14,9% der Patienten.

Auch in der Verteilung des Frakturmusters ließen sich osteoporoseassoziierte Veränderungen ermitteln. Bei Patienten mit Osteoporose traten varisch dislozierte Frakturen ohne metaphysäre Impaktation vom Typ B2 in 25,5% und stark dislozierte artikulare C2-Frakturen in 21,8% der Fälle signifikant häufiger als bei gesunden Patienten auf (15,8% und 15,8%). Dagegen zeigten knochenstoffwechselgesunde Patienten signifikant häufiger Luxationsfrakturen vom Typ B3 (8,8%) und C3 (5,3%) als Patienten mit Osteoporose (0,9% und 1,8%). Extraartikuläre, unifokale Frakturen vom Typ A traten im Verhältnis vergleichbar häufig bei Patienten ohne und mit Osteoporose auf (31,6% vs. 34,5%) (▶ Abb. 2). Bifokale, extraartikuläre Frakturen mit metaphysärer Impaktation vom Typ B1 konnten bei 19,3% der gesunden Patienten und signifikant seltener bei 11,8% der Patienten mit Osteoporose gefunden werden. Keine osteoporoseassoziierten Unterschiede zeigten sich bei der Prävalenz der Frakturen vom Typ C1 (3,5% vs. 3,6%).

Die Analyse der einzelnen Frakturtypen erbrachte ebenfalls signifikante osteoporoseassoziierte Unterschiede bezüglich der Häufigkeit einer sekundären Dislokation (▶ Abb. 3). Subkapitale, nicht impaktierte

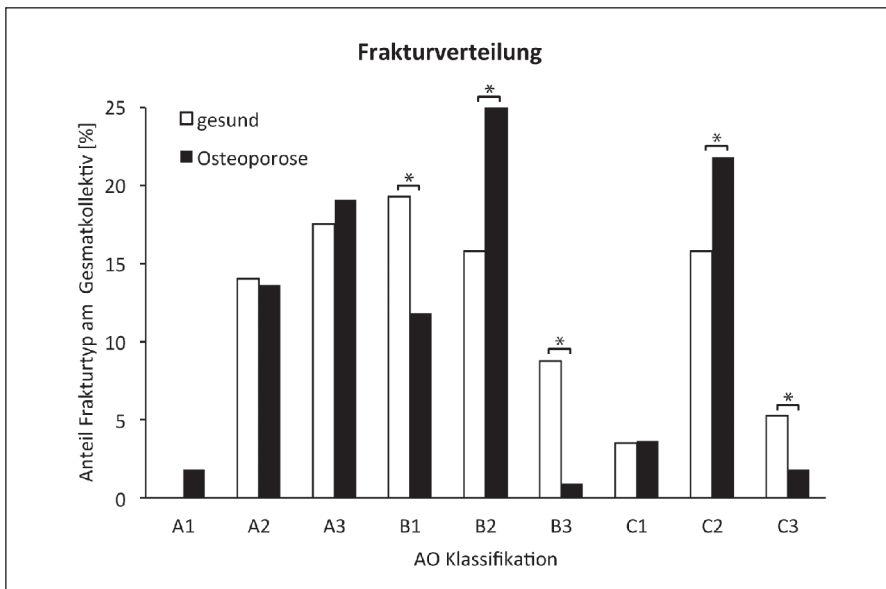


Abb. 2 Extraartikuläre Typ-A-Frakturen waren gleichmäßig in beiden Gruppen verteilt. Bei Patienten mit Osteoporose traten im Vergleich zu knochenstoffwechselgesunden Patienten signifikant häufiger varisch dislozierte Frakturen vom Typ B2 und stark dislozierte artikulare Typ-C2-Frakturen auf. Dagegen zeigten knochenstoffwechselgesunde Patienten signifikant häufiger valgisch impaktierte Frakturen vom Typ B1 sowie Luxationsfrakturen vom Typ B3 und C3; * = $p < 0,05$.

Fig. 2 Patients with osteoporosis suffered significantly more often unstable, non-impacted 3-part (11-B2) and markedly displaced 4-part fractures (11-C2). In contrast, patients without osteoporosis showed significantly more often stable, impacted fractures (11-B1) and fractures with glenohumeral dislocation (11-B3 and 11-C3); * = $p < 0.05$.

2-Fragment-Frakturen vom Typ A3 zeigten bei Patienten mit Osteoporose in 33,3% der Fälle eine sekundäre Dislokation, während bei Patienten ohne Osteoporose diese Frakturen signifikant seltener dislozierten (20,0%). Auch varisch dislozierte, nicht impaktierte bifokale Frakturen vom Typ B2 und stark dislozierte, artikuläre C2-Frakturen zeigten signifikant häufiger eine sekundäre Dislokation bei Patienten mit Osteoporose als bei Patienten ohne Verringerung der Knochendichte (21,4% vs. 11,1% und 25% vs. 11,1%). Metaphysär impaktierte Frakturen mit zwei Fragmenten (Typ A2) zeigten keine signifikanten osteoporoseassoziierten Unterschiede (0% vs. 6,7%). Eine sekundäre Dislokation zeigte sich hingegen nicht bei Frakturen der Tubercula vom Typ A1, metaphysär impaktierten und drei Fragmenten (Typ B1) sowie gering dislozierten C1-Frakturen. Luxationsfrakturen der Gruppe B3 und C3 wurden aufgrund der geringen Fallzahl aus der weiterführenden Statistik ausgeschlossen.

Diskussion

Die häufigsten Komplikationen der winkelstabilen Plattenosteosynthese am proximalen Humerus sind sekundäre Dislokation und Schraubenperforation (Cut-out) in das Glenohumeralgelenk (23). Diese Komplikationen sind der häufigste Grund für eine Revisionsoperation. Im Gegensatz zu biomechanischen Daten, die eindeutig den negativen Einfluss der Osteoporose auf die Verankerung von Osteosynthesematerial am proximalen Humerus nachwiesen, konnte dieser Zusammenhang in klinischen Studien nicht sicher bestätigt werden (15, 19). Ursächlich hierfür sind Untersuchungen mit kleinen Fallzahlen, fehlender oder inadäquater Osteoporosedagnostik, unzureichender Differenzierung der postoperativen Komplikationen und heterogenen Einschlusskriterien in Bezug auf die verwendeten Osteosyntheseverfahren und Patientenkollektive (15, 17, 18, 24). Ziel der vorliegenden Studie war es daher, den Einfluss der Osteoporose auf das Versagen der winkelstabilen Plattenosteosynthese am proximalen Humerus zu evaluieren und osteoporoseassoziierte Veränderungen des

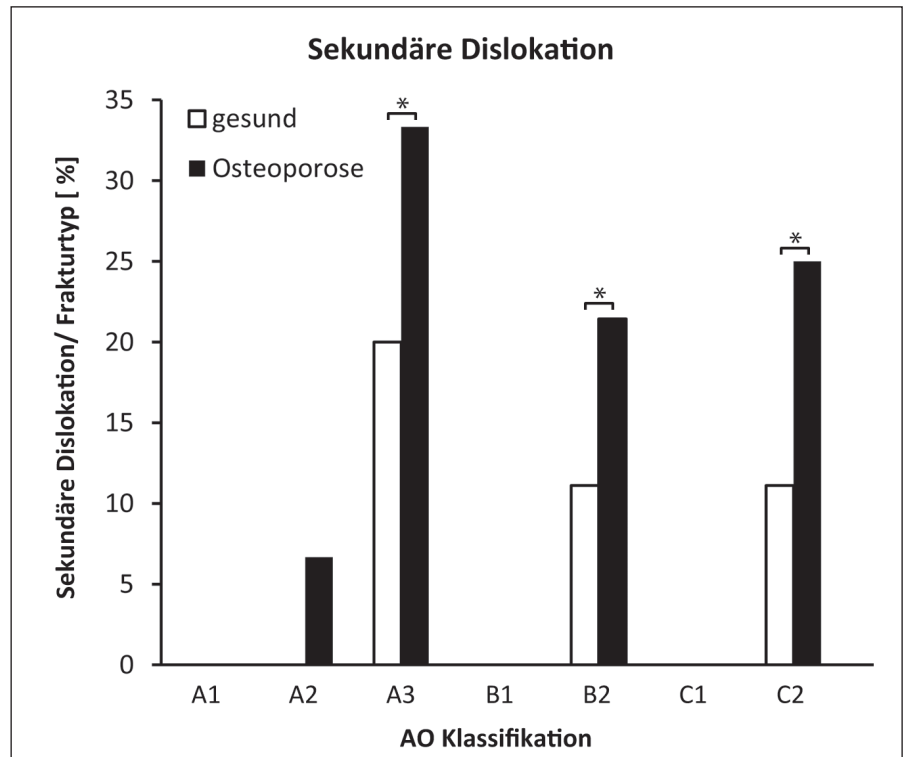


Abb. 3 Nicht impaktierte, subkapitale Frakturen vom Typ A3, varisch dislozierte B2-Frakturen und stark dislozierte Typ-C2-Frakturen dislozierten nach operativer Versorgung signifikant häufiger bei Patienten mit Osteoporose. Metaphysär impaktierte Frakturen vom Typ A2 zeigten keine wesentlichen osteoporoseassoziierten Unterschiede. Keine sekundäre Dislokation zeigte sich bei Frakturen der Tubercula vom Typ A1, valgisch impaktierten B1- und gering dislozierten C1-Frakturen. Luxationsfrakturen der Gruppe B3 und C3 wurden aufgrund der geringen Fallzahl aus dieser Auswertung ausgeschlossen; * = $p < 0,05$.

Fig. 3 Non-impacted, unstable 2-part (11-A3) and 3-part fractures (11-B2) as well as markedly displaced 4-part fractures (11-C2) showed significantly more often a loss of fixation in patients with osteoporosis. Loss of fixation was not seen in fractures to the greater tuberosity (11-A1), impacted 3-part fractures (11-B1) and 4-part fractures with slight displacement. Fractures with glenohumeral dislocation were not included in this analysis due to the low incidence of this fracture type; * = $p < 0.05$.

Frakturtyps beim älteren Menschen zu analysieren.

In unsere Studie wurden 167 Patienten mit Knochendichtemessung und 2-Jahres-Follow-up nach winkelstabiler Plattenosteosynthese berücksichtigt. Bei etwa zwei Dritteln der Patienten konnte eine Osteoporose diagnostiziert werden. Damit ist die Osteoporoseprävalenz in unserem Kollektiv deutlich höher als die für den altersent-

sprechenden Bundesdurchschnitt anhand von Krankenkassendaten ermittelte (4, 25). Unsere Ergebnisse stehen jedoch im Einklang mit aktuellen Untersuchungen zur Prävalenz der Osteoporose im unfallchirurgischen Patientenkollektiv (26).

Im Vergleich zu anderen Studien handelt es sich um das größte bisher beschriebene Patientenkollektiv mit leitlinien-gerechter Osteoporosedagnostik. Krappin-

Tab. 1
Patientenkollektiv
Table 1
Demographic data

	Gesamt	Gesund	Osteoporose
gesamt	167	57 (34,1%)	110 (65,9%)
männlich	22 (13,2%)	9 (40,9%)	13 (59,1%)
weiblich	145 (86,8%)	48 (33,1%)	97 (66,9%)
Alter (± SD) [a]	74,2 (± 10,7)	71,5 (± 10,7)	75,7 (± 9,2)

ger et al. konnten an einem Kollektiv von 67 Patienten, die mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese oder K-Drahtosteosynthese (Humerusblock) versorgt worden waren, zeigen, dass in der Gruppe der Osteosyntheseversager die mittlere lokale Knochendichte im kontralateralen Humeruskopf signifikant reduziert war (17). Diese häufig beachtete Studie liefert wichtige Daten zum Einfluss der lokalen Knochendichte auf die Versagensrate verschiedener Osteosyntheseverfahren am proximalen Humerus, eine Aussage über das Vorliegen einer Osteoporose gemäß der gültigen Definition der WHO oder DVO ist anhand dieser Daten jedoch nicht möglich. Südkamp et al. analysieren in einer umfassenden multivariablen Regressionsanalyse die komplexen Einflüsse verschiedener Faktoren auf das postoperative Ergebnis nach proximaler Humerusfraktur, die Bedeutung der Osteoporose wurde hier jedoch nicht untersucht (14). Dennoch zeigt sich im Vergleich zu dieser Studie die Limitation unserer univariablen Untersuchung, die den komplexen Zusammenhang zu anderen Faktoren, wie z. B. dem Verletzungsmuster der medialen Abstützung und dem Risiko einer avaskulären Knochennekrose, nicht berücksichtigt (27).

Wir konnten in unserem Gesamtkollektiv in 16,8% der Fälle eine sekundäre Dislokation nach anatomischer Reposition nachweisen, die in 14,9% der Fälle eine operative Revision erforderlich machte. Diese Ergebnisse sind im Einklang mit der aktuellen Literatur (9, 12). Unter Berücksichtigung, dass es sich hier um ein selektiertes Kollektiv älterer Patienten handelt, ist diese Komplikationsrate eher als niedrig zu werten. Im Vergleich hierzu zeigten Hepp et al. eine deutlich höhere Revisionsrate von 39%. Ein Zusammenhang von erhöhter Revisionsrate mit einem präoperativ erfassten radiografischen kortikalen Index als Maß der Knochendichte konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden (20). In unserer Untersuchung zeigten Patienten mit Osteoporose doppelt so oft eine sekundäre Dislokation und mussten dreimal häufiger einer operativen Revision unterzogen werden als knochenstoffwechselgesunde Patienten. Beide Unterschiede waren statistisch signifikant.

Die Analyse der osteoporoseassoziierten Veränderung im Frakturmuster zeigte, dass bei Patienten mit Osteoporose signifikant häufiger varisch dislozierte, nicht impaktierte Frakturen (11-B2) und stark dislozierte artikulare Frakturen (11-C2) auftraten. Dagegen zeigten Patienten mit physiologischer Knochendichte signifikant häufiger Luxationsfrakturen und valgisch impaktierte Frakturformen. Extraartikuläre 2-Fragment-Frakturen (Typ A) kamen gleichermaßen in beiden Gruppen vor. Vergleichbare Untersuchungen zum Einfluss der Osteoporose auf das Frakturmuster sind uns aus der Literatur nicht bekannt. Als Limitation der Frakturanalyse unserer Studie sollte angeführt werden, dass diese Ergebnisse auf Auswertungen von plattenosteosynthetisch versorgten, dislozierten Humeruskopffrakturen beruhen und konservativ behandelte sowie endoprothetisch versorgte Frakturen nicht in die Analyse eingingen.

Die osteoporoseassoziierte Häufung der varisch dislozierten, nicht impaktierten und der stark dislozierten, artikulären Frakturen könnte gut auf die krankheitsbedingte Rarefizierung der Mikroarchitektur in der metaphysären Knochenzone (28) zurückgeführt werden. Eine stabile metaphysäre Impaktation ist somit im osteopo-

rotischen Knochen unwahrscheinlicher. Das seltenere Auftreten von Luxationsfrakturen lässt sich gut auf die reduzierte Frakturschwelle in diesem Patientenkollektiv zurückführen. Die erhöhte Knochenbrüchigkeit verhindert die für eine Gelenkluxation notwendige Kraftübertragung auf die kapsulären Strukturen.

Unsere Studie zeigte weiterhin, dass bei Patienten mit Osteoporose 11-B2- und 11-C2-Frakturen sowie nicht impaktierte, subkapitale 2-Fragment-Frakturen vom Typ A3 nach operativer Versorgung signifikant häufiger sekundär dislozierten. Auch Solberg et al. berichteten, dass Frakturen mit Varusdislokation beim älteren Menschen nach winkelstabiler Plattenosteosynthese signifikant häufiger zu Komplikationen führen (9). Die deutlich erhöhte Rate an sekundärer Dislokation bei 11-A3-Frakturen des Patienten mit Osteoporose ist bislang nicht beschrieben. Diese transmetaphysären Frakturen im Bereich des chirurgischen Halses sind aufgrund der fehlenden Impaktation extrem instabil. Daher wirken nach operativer Versorgung hohe Kräfte auf die im Kopf eingebrachten Osteosyntheseschrauben. Biomechanische Studien konnten eine höhere Rigidität der Versorgung mittels intramedullärer Kraftträger mit Klingenschraube für diesen Frakturtyp nachweisen (29). Ob dieses Osteosyntheseverfahren zur Versorgung der 11-A3-Fraktur beim älteren Patienten mit Osteoporose jedoch die Komplikationsrate senken lässt ist unklar und sollte in randomisierten Studien untersucht werden.

Die hohen Komplikationsraten der winkelstabilen Plattenosteosynthese bei 11-B2- und 11-C2-Frakturen des älteren Menschen mit Osteoporose stellen für den Patienten, insbesondere wenn Revisionsoperationen notwendig werden, eine große Belastung dar. Eine Behandlungsalternative bietet hier die primäre Frakturendoprothese. Für ausgewählte Indikationen konnten aus unserer Arbeitsgruppe gute und sehr gute funktionelle Ergebnisse mit niedriger Komplikationsrate für die inverse Frakturendoprothese gezeigt werden (8).

Die Versorgung der proximalen Humerusfraktur beim älteren Menschen bedeutet nicht nur für den Chirurgen eine schwierige Aufgabe, sondern stellt eine interdisziplinäre Herausforderung dar. Die Identifi-

Fazit

Bei etwa zwei Dritteln aller älteren Patienten mit dislozierter proximaler Humerusfraktur und Versorgung mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese ließ sich eine manifeste Osteoporose nachweisen. Diese Patienten haben ein signifikant erhöhtes Risiko, im weiteren Verlauf eine sekundäre Frakturdislokation zu erleiden und sich aufgrund dieser osteoporoseassoziierten Komplikation einem Folgeeingriff unterziehen zu müssen. Eine mögliche Ursache der erhöhten Komplikationsrate bei Patienten mit Osteoporose könnte durch das signifikant vermehrte Auftreten von nicht impaktierten, metaphysären und stark dislozierten artikulären Frakturformen sowie in der reduzierten Verankerungsmöglichkeit der Implantate im osteoporotischen Knochen begründet sein.

zierung potenzieller Risikofaktoren und die Kenntnis über die vorliegende Knochendichte können dem Chirurgen die Wahl des optimalen Behandlungsverfahrens erleichtern. Des Weiteren sind die interdisziplinäre Mitbehandlung durch Geriater und Osteologen, eine patientenadaptierte Rehabilitation, Maßnahmen zur Sturzprophylaxe sowie eine systemische Mitbehandlung notwendig, um das Ergebnis der Frakturversorgung des Patienten mit Osteoporose zu verbessern.

Interessenkonflikt

Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 2001; 72 (4): 365–371.
- Kannus P, Palvanen M, Niemi S et al. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: sharp increase in 1970–1998 and alarming projections for the new millennium. *Acta Orthop Scand* 2000; 71 (5): 465–470.
- Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 442: 87–92.
- Hadji P, Klein S, Häussler B et al. The bone evaluation study (BEST): patient care and persistence to treatment of osteoporosis in Germany. *Int J Clin Pharmacol Ther* 2013; 51 (11): 868–872.
- Krettek C, Wiebking U. Proximal humerus fracture: is fixed-angle plate osteosynthesis superior to conservative treatment? *Unfallchirurg* 2011; 114 (12): 1059–1067.
- Neer CS, 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52 (6): 1077–1089.
- Misra A, Kapur R, Maffulli N. Complex proximal humeral fractures in adults – a systematic review of management. *Injury* 2001; 32 (5): 363–372.
- Ockert B, Biermann N, Haasters F et al. Reverse shoulder arthroplasty for primary fracture treatment. Displaced three and four part fractures of the proximal humerus in the elderly patient. *Unfallchirurg* 2013; 116 (8): 684–690.
- Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD. Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome. *J Orthop Trauma* 2009; 23 (2): 113–119.
- Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90 (2): 233–240.
- Spross C, Platz A, Rufibach K et al. The PHILOS plate for proximal humeral fractures – risk factors for complications at one year. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 72 (3): 783–792.
- Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury* 2011; 42 (4): 408–413.
- Foruria AM, de Gracia MM, Larson DR et al. The pattern of the fracture and displacement of the fragments predict the outcome in proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93 (3): 378–386.
- Südkamp NP, Audige L, Lambert S et al. Path analysis of factors for functional outcome at one year in 463 proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20 (8): 1207–1216.
- Goldhahn J, Suhm N, Goldhahn S et al. Influence of osteoporosis on fracture fixation – a systematic literature review. *Osteoporosis international* 2008; 19 (6): 761–772.
- Kralinger F, Unger S, Wambacher M et al. The medial periosteal hinge, a key structure in fractures of the proximal humerus: a biomechanical cadaver study of its mechanical properties. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91 (7): 973–976.
- Krappinger D, Bizzotto N, Riedmann S et al. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury* 2011; 42 (11): 1283–1288.
- Micic ID, Kim KC, Shin DJ et al. Analysis of early failure of the locking compression plate in osteoporotic proximal humerus fractures. *J Orthop Sci* 2009; 14 (5): 596–601.
- Tingart MJ, Lehtinen J, Zurakowski D et al. Proximal humeral fractures: regional differences in bone mineral density of the humeral head affect the fixation strength of cancellous screws. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15 (5): 620–624.
- Hepp P, Theopold J, Osterhoff G et al. Bone quality measured by the radiogrammetric parameter „cortical index“ and reoperations after locking plate osteosynthesis in patients sustaining proximal humerus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009; 129 (9): 1251–1259.
- Dachverband Osteologie. DVO Guideline 2009 for Prevention, Diagnosis and Therapy of Osteoporosis in Adults. *Osteologie* 2011; 20 (1): 55–74.
- Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of the long bone. Berlin: Springer 1990.
- Thanasas C, Kontakis G, Angoules A et al. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 (6): 837–844.
- Lill H, Ellwein A, Katthagen C, Voigt C. [Osteoporotic fractures of the proximal humerus]. *Chirurg* 2012; 83 (10): 858–865.
- Häussler B, Gothe H, Göl D et al. Epidemiology, treatment and costs of osteoporosis in Germany – the BoneEVA Study. *Osteoporos Int* 2007; 18 (1): 77–84.
- Haasters F, Prall WC, Himmeler M et al. Prävalenz und Management der Osteoporose in der Unfallchirurgie – Umsetzung der DVO Empfehlungen für Diagnostik und Therapie in der stationären Frakturbehandlung. *Der Unfallchirurg* 2014 Jan 12, online first.
- Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13 (4): 427–433.
- Glüer CC, Krause M, Museyko O et al. New horizons for the in vivo assessment of major aspects of bone quality. *Osteologie* 2013; 22 (3): 223–233.
- Yoon RS, Dziadosz D, Porter DA et al. A comprehensive update on current fixation options for two-part proximal humerus fractures: A biomechanical investigation. *Injury* 2013 Sep 7.