

Lernziele:

- Kenntnisse über Epidemiologie, Unfallmechanismus, Diagnostik und Therapie distaler Humerusfrakturen
- Die Klassifikation distaler Humerusfrakturen und die sich hieraus ableitende Therapie
- Den aktuellen Stand der operativen Therapie distaler Humerusfrakturen mit unterschiedlichen Zugangsmöglichkeiten und Implantaten entsprechend des Frakturtyps



Vera Jaecker, Annika Steinmeier, Ji Won Kim, Ulrich Stöckle, Sven Märdian

Distale Humerusfrakturen

Zusammenfassung:

Distale Humerusfrakturen stellen schwerwiegende, gelenkbeteiligende Verletzungen, die nicht selten mit neurovaskulären Begleitverletzungen und Weichteilschäden einhergehen, dar. In der Regel ist eine osteosynthetische Versorgung zur Frakturstabilisierung erforderlich und um eine möglichst frühzeitige funktionelle Nachbehandlung zu ermöglichen. Ziel ist eine anatomische und stabile Rekonstruktion der Fraktur, um die Funktion und Belastungsfähigkeit des Ellbogengelenks wiederherzustellen. Bei den meisten Frakturtypen sind Schrauben- oder Plattenosteosynthesen die Therapie der Wahl. Bei gelenkbeteiligenden Frakturen werden meistens anatomisch vorgeformte Doppelplattenosteosynthesen durchgeführt, die in einer 90°- oder 180°-Konfiguration positioniert werden können. Der operativen Therapie sollte eine genaue Analyse der Fraktur vorausgehen, die Patientenlagerung, operative Zugangswege und die Art der Osteosynthese umfasst. Bei komplexen, osteoporotischen Frakturen, bei denen die Gelenkfläche nicht rekonstruierbar ist, kann ein endoprothetischer Gelenkersatz erwogen werden. Die klinischen Ergebnisse operativ versorgter distaler Humerusfrakturen hängen wesentlich von der Komplexität der Fraktur und dem Repositionsergebnis sowie dem Vorhandensein begleitender Nervenverletzungen ab. Zu den häufigsten postoperativen Komplikationen zählen eine Ellbogengelenksteife, heterotope Ossifikationen, eine posttraumatische Arthrose und proximale Ulnarispareesen.

Schlüsselwörter:

Distale Humerusfraktur, Unfallmechanismus, Nervenverletzung, operative Techniken, operative Zugänge, Doppelplattenosteosynthese, Komplikationen

Zitierweise:

Jaecker V, Steinmeier A, Kim JW, Stöckle U, Märdian S: Distale Humerusfrakturen
 OUP 2023; 12: 288–296
 DOI 10.53180/oup.2023.0288-0296

Einleitung

Frakturen des distalen Humerus stellen schwerwiegende Verletzungen dar, deren Inzidenz mit 5,7 pro 100.000 Einwohner pro Jahr angegeben wird

[1]. Wenngleich sie nur einen Anteil von 0,5–7 % aller Frakturen beim Erwachsenen ausmachen, betreffen ca. 30 % aller ellbogengelenknahen Frakturen den distalen Humerus [2].

Epidemiologische Daten zeigen eine bimodale Verteilung und betreffen einerseits junge Erwachsene nach Hochenergetraumen und andererseits ältere Patientinnen und Patienten,

Distal humerus fractures

Summary: Distal humerus fractures are often severe, joint-involving injuries that frequently present with concomitant neurovascular injuries and soft tissue damage. Most fractures require surgical treatment to allow for an early range of motion follow-up. The surgery aims to achieve an anatomic, stable reconstruction as a prerequisite for restoring function and weight-bearing of the elbow joint. Open reduction and internal fixation is usually performed for most fracture types, with anatomically bicolumnar locking plates that can be positioned in a 90° or 180° configuration most commonly performed for joint-involving fractures. A detailed fracture analysis with planning of patient positioning, approaches and the choice of implants should precede the surgical treatment. Total elbow replacement may be considered in comminuted osteoporotic fractures where the articular surface cannot be reconstructed. Clinical outcomes of surgically treated distal humerus fractures depend primarily on the fracture type and the anatomical reduction, as well as the presence of concomitant nerve injury. The most common postoperative complications include partial elbow joint stiffness, heterotopic ossification, posttraumatic osteoarthritis, and damage to the ulnar nerve.

Keywords: Distal humerus fractures, trauma mechanism, nerve injury, surgical techniques, surgical approaches, double-plate fixation, complications

Citation: Jaecker V, Steinmeier A, Kim JW, Stöckle U, Märdian S: Distal humerus fractures OUP 2023; 12: 288–296. DOI 10.53180/oup.2023.0288-0296

häufig assoziiert mit Niedrigenergie-traumen und herabgesetzter Knochenqualität [2, 3]. Distale Humerusfrakturen treten am häufigsten durch eine direkte Krafteinwirkung bei einem mehr als 110° gebeugtem Ellbogengelenk auf. Sturzereignisse mit Krafteinwirkungen bei geringerer Flexion im Ellbogengelenk führen hingegen typischerweise eher zu Frakturen des Olecranon oder Radiuskopfes. Bei osteoporotischem Knochen finden sich auch distale Humerusfrakturen, die in Verbindung mit Stauchungsmechanismen durch Stürze auf den ausgestreckten Arm beobachtet werden [1, 4]. Bei Patientinnen und Patienten ohne Einschränkung der Knochenqualität und entsprechendem Dislokationsgrad gilt die offene Reposition und interne Fixation als Standardtherapie. Bei geriatrischen Frakturen stellen die osteoporotische Knochenstruktur, weit distal gelegene Frakturen und größere Trümmerzonen eine Herausforderung für eine ausreichend stabile, osteosynthetische Versorgung dar. Hier kann ein endoprothetischer Gelenkersatz erwogen werden und führt bei älteren Patientinnen und Patienten zu guten Kurzzeitergebnissen [5]. Eine konservative Therapie geht mit einer schlechteren Gelenkfunktion und dem erhöhten Risiko einer Non-union einher

und wird in der Regel nur Patientinnen und Patienten zugeführt, bei denen das perioperative Risikoprofil keinen operativen Eingriff erlaubt [3].

Klinische Untersuchung

Neben der Anamnese ist eine umfassende klinische Untersuchung unabdingbar. Hierbei sollte eine zirkumferente Inspektion erfolgen, um Weichteilschäden und offene Frakturen zu identifizieren, die sich am häufigsten dorsal befinden [6]. Insgesamt sind offene Frakturen am Ellenbogen mit einem Anteil von bis zu 14 % nicht selten [7]. Da distale Humerusfrakturen in der Regel zu starken Schmerzen führen ist eine Untersuchung des Bewegungsumfanges und der Stabilität zumeist nur eingeschränkt möglich, und sollte nicht forciert erfolgen, um Schmerzen und sekundäre Dislokationen zu vermeiden.

Nicht selten treten distale Humerusfrakturen in Verbindung mit Nerven- und Gefäßverletzungen auf. Daher ist es unerlässlich, im Rahmen der Erstuntersuchung den Gefäß- und Nervenstatus zu erheben, zumal diese schwerwiegenden Begleitverletzungen Einfluss auf die Dringlichkeit der Akuttherapie haben. Zudem ist die Dokumentation von neurovaskulären Verletzungen zwingend

notwendig, um verletzungsbedingte von postoperativen Schädigungen abzugrenzen. Primär traumatische Nervenschädigungen treten in etwa 20 % aller distaler Humerusfrakturen auf und können alle 3 Hauptnerven der oberen Extremität (Nn. radialis, ulnaris et medianus) betreffen [3]. Die häufigste Nervenläsion bei bikondylären Frakturen ist eine Schädigung des Nervus ulnaris und wird in bis zu 24,8 % der Fälle beobachtet [8].

Gefäßverletzungen werden in Abhängigkeit des einwirkenden Traumamechanismus und durch Frakturfragmente verursacht, hierbei ist insbesondere die A. brachialis verletzungsgefährdet. Die Palpation der A. radialis und A. ulnaris als Endarterien ist daher ebenfalls im Rahmen der Erstuntersuchung unabdingbar. Bei unsicherer Beurteilbarkeit sollte die Perfusion gegebenenfalls durch eine ergänzende CT-Angiographie überprüft werden.

Zur Schmerztherapie, aber auch zur Vermeidung sekundärer Dislokationen und neurovaskulärer Sekundärsschäden sollte unmittelbar im Anschluss an die klinische Untersuchung eine Ruhigstellung erfolgen, insbesondere wenn Fehlstellungen klinisch erkennbar sind.

Abb. 1: Modifiziert nach Dey Hazra et al. [46]

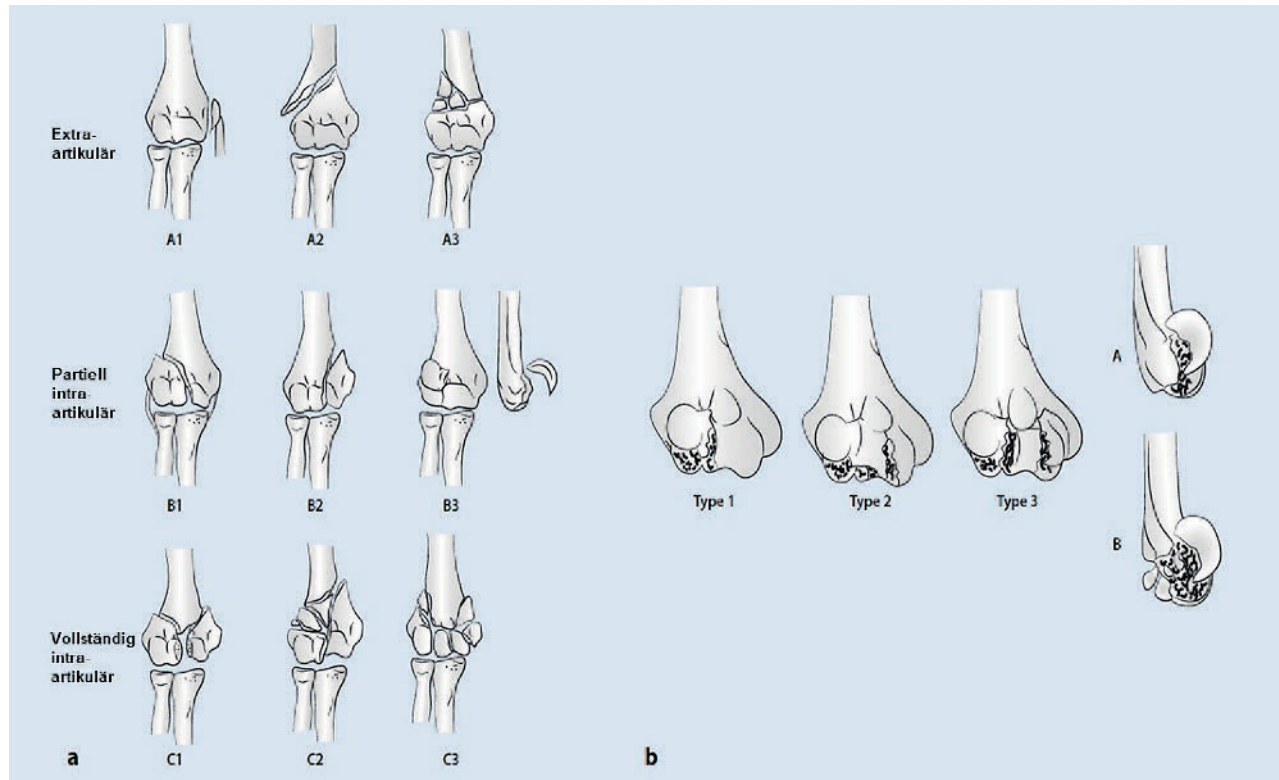


Abbildung 1 a Klassifikation distaler Humerusfrakturen nach AO: extraartikulär (Typ A), partiell artikulär (Typ B), vollständig intra-artikulär (Typ C); **b** Klassifikation nach Dubberley für coronare Abscherfrakturen (Typ B3 nach AO): Capitulumfraktur (Typ 1), Fraktur von Capitulum mit Trochlea als ein Fragment (Typ 2), Fraktur von Capitulum und Trochlea als separate Fragmente (Typ 3, ohne (A) oder mit dorsaler Beteiligung (B))

Diagnostik

Konventionelle Röntgenbilder des Ellenbogengelenks mit Darstellung des Humerusschaftes in 2 Ebenen stellen die Basisdiagnostik dar. Bei entsprechender Klinik muss die Diagnostik um eine zusätzliche Bildgebung der angrenzenden Knochen und Gelenke erweitert werden, um knöcherne Begleitverletzungen zu erkennen [2].

Bei intraartikulären oder mehrfragmentären Frakturen, bei der die einzelnen Fragmente nicht sicher voneinander abzugrenzen sind, ist eine Computertomografie (CT) durchzuführen, um den Frakturverlauf und Dislokationsgrad besser beurteilen zu können. Je komplexer die Fraktur, umso mehr Bedeutung gewinnt die CT-Bildgebung zur Planung der operativen Therapie [9]. Ebenso können ergänzende 3D-Rekonstruktionen hilfreich sein.

Die MRT-Diagnostik hingegen hat bei distalen Humerusfrakturen keinen Stellenwert, da in der Regel knöcherne Bandausrisse vorliegen und isolierte ligamentäre Läsionen kaum beobachtet

werden. Wird in der klinischen Untersuchung eine Gefäßverletzung evident oder vermutet, so sollte zeitnah eine angiographische Darstellung der Extremität (z.B. CT-Angiographie) erfolgen.

Klassifikation

Die am häufigsten verwendete Klassifikation zur Einteilung distaler Humerusfrakturen ist die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), aus der sich die weiteren Behandlungsstrategien ableiten lassen. Distale Humerusfrakturen entsprechen dem Segment 13 nach AO, und werden entsprechend der Schweregrade weiter in extraartikuläre (Typ A1–A3), partiell intraartikuläre (ein Teil des Gelenkes ist noch mit dem Schaft verbunden; Typ B1–B3) und vollständig intraartikuläre (das Gelenk ist vollständig vom Schaft abgetrennt; Typ C1–C3) Frakturen unterteilt (Abb. 1).

Die seltenen coronaren Abscherfrakturen des distalen Humerus (Typ B3-Verletzungen) beinhalten Frakturen

des Capitulum humeri, der Trochlea oder beider Anteile. Diese können nach Dobberly in 3 Typen eingeteilt werden, die separate Fragmente des Capitulum und der Trochlea in der sagittalen Ebene sowie dorsale kondyläre Frakturen berücksichtigt. Typ I beschreibt eine Fraktur des Capitulum humeri als koronare Abscherverletzung mit oder ohne Beteiligung der trochlearen Kante. Die Typ II-Fraktur ist eine Abscherfraktur, die das Capitulum und die Trochlea als ein Fragment beinhaltet. Die Typ III-Fraktur besteht aus separaten Fragmenten des Capitulum und der Trochlea. Die 3 Frakturtypen werden in Typ A oder B subklassifiziert, je nachdem ob eine dorsale Trimmerzone vorliegt oder nicht [10].

Therapie

Individuelle Patientinnen-/Patientenfaktoren wie Alter, Nebenerkrankungen, Beruf, funktioneller Anspruch und Erwartungen der Patientin/des Patienten sollten bei der Therapieplanung immer berücksichtigt werden.

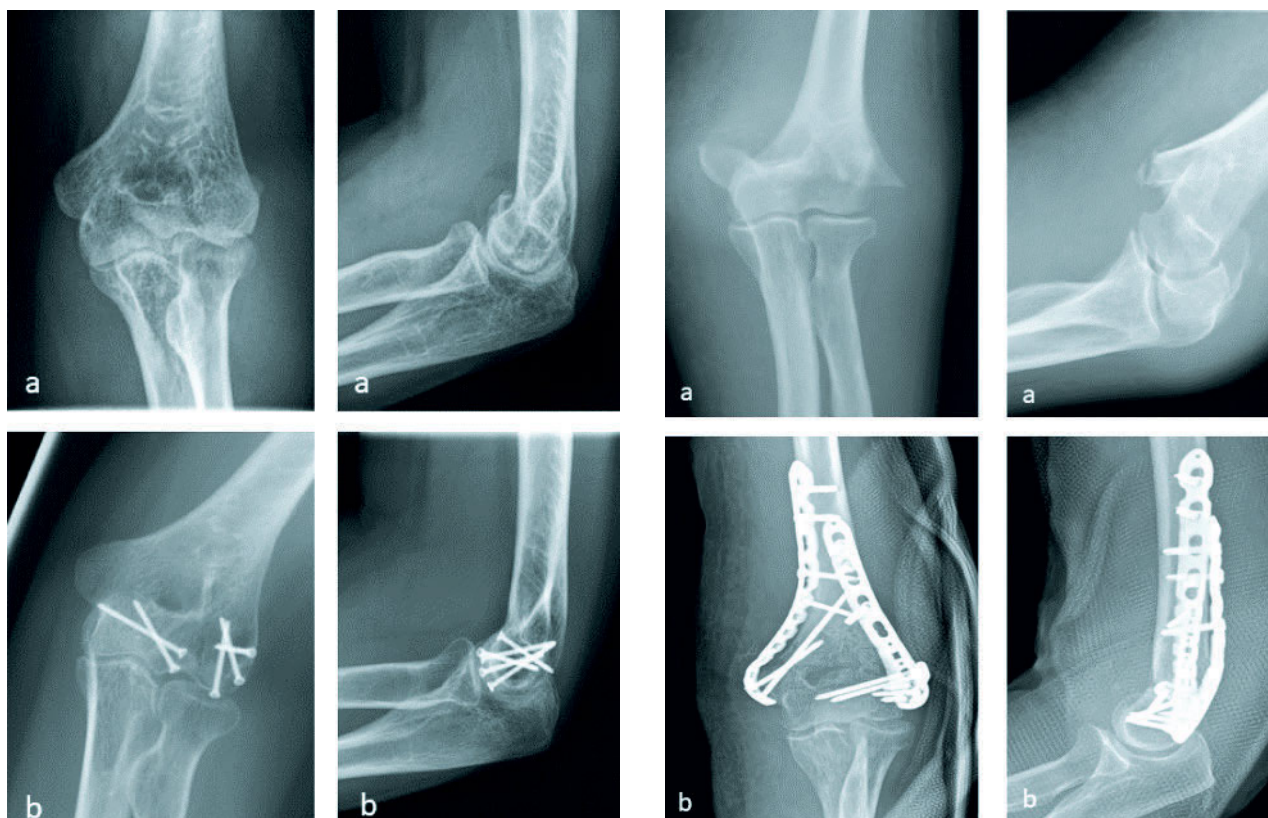


Abb. 2–4; 6:Charité – Universitätsmedizin Berlin

Abbildung 2 a Röntgenbilder einer Dubberley-3A-Fraktur im koronaren und sagittalen Strahlengang präoperativ und **b** postoperativ nach Schraubenosteosynthese

Abbildung 3 a Röntgenbilder einer extraartikulärer distalen Humerusfraktur (Typ A2 nach AO) präoperativ und **b** postoperativ nach Doppelplattenosteosynthese in 90°-Konfiguration

Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist bei nicht dislozierten Frakturen grundsätzlich möglich, birgt allerdings aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten einer frühfunktionellen Nachbehandlung ein hohes Risiko für erhebliche Bewegungseinschränkungen. Daten aus 2 Level-III-Studien an älteren Patientinnen und Patienten zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit eines inakzeptablen Ergebnisses bei konservativer Therapie im Gegensatz zu einer operativen Therapie um fast das Dreifache erhöht ist [3]. Zudem ist die konservative Therapie mit einem sechsfach erhöhten Risiko einer Non-union und einem vierfach erhöhten Risiko einer delayed union vergesellschaftet [1]. Daher ist die konservative Therapie derzeit Patientinnen und Patienten vorbehalten, die einer operativen Versorgung nicht zustimmen oder deren perioperatives Risikoprofil einen operativen Eingriff verbietet.

Die konservative Behandlung beinhaltet eine Ruhigstellung in Funktionsstellung in einer Oberarmgips-

schiene oder Ellenbogenorthese. Abhängig vom Frakturtyp und der Stabilität sollten passive Beübungen aus der Schiene heraus zum frühestmöglichen Zeitpunkt begonnen werden, um das Risiko einer Ellenbogengelenksteife zu reduzieren. In der Regel kann nach 6 Wochen mit aktiv-assistierten bzw. aktiven Bewegungsübungen und in Abhängigkeit der Röntgenkontrollen auch der schrittweisen Wiederaufnahme leichter Alltagsbelastungen begonnen werden. Insbesondere bei älteren Patientinnen und Patienten ist die Mitbeübung der angrenzenden Gelenke durch die Physiotherapie von entscheidender Bedeutung, um Bewegungs- und Belastungseinschränkungen zu vermeiden. Bei fortgeschrittener Osteoporose oder Incompliance bezüglich der Einhaltung von Belastungseinschränkungen sollte die Ruhigstellung entsprechend länger erfolgen. Regelmäßige klinische Kontrollen haben hier eine besondere Bedeutung, um Weichteilkomplikationen durch die Ruhigstellungsmaßnahme zu vermeiden.

Operative Therapie

Die offene Reposition und interne Fixierung entsprechend der AO-Prinzipien stellt heutzutage die Standardtherapie distaler Humerusfrakturen dar. Idealerweise erfolgt die primäre definitive operative Versorgung der Fraktur innerhalb der ersten 24 (–48) Stunden nach Trauma, um Komplikationen wie Infektionen oder heterotope Ossifikationen zu reduzieren und die Patientinnen und Patienten frühzeitig in die Beübung des Ellbogengelenks überführen zu können [11]. Offene Frakturen, schwere Weichteil-, Gefäß- oder Nervenverletzungen stellen ebenso wie ein Kompartmentsyndrom eine operative Notfallindikation dar. Sofern aufgrund von Begleitverletzungen oder kritischer Weichteilschäden keine primäre Versorgung möglich ist, sollte die Anlage eines gelenkübergreifenden Fixateur externe erfolgen, um eine temporäre Reposition und Retention zu erzielen.

Für die definitive Versorgung stehen verschiedene operative Verfahren zur Auswahl, wobei das Ziel der opera-

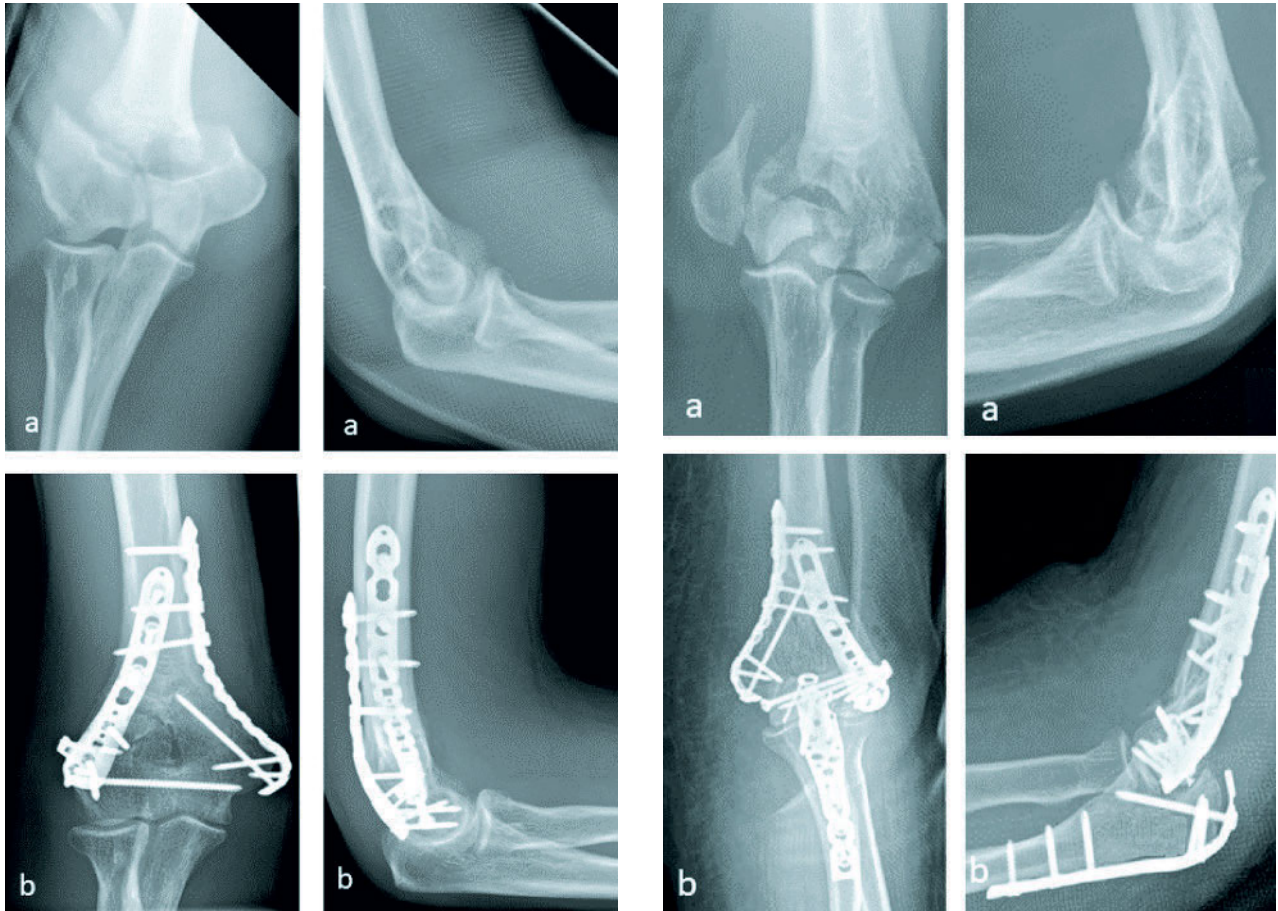


Abbildung 4 a Röntgenbilder einer vollständig intraartikulären distalen Humerusfraktur (Typ C1 nach AO) präoperativ und **b** postoperativ nach offener Reposition über einen paratrazipitalen (triceps-on) Zugang und Doppelplattenosteosynthese in 90°-Konfiguration

Abbildung 6 a Röntgenbilder einer vollständig intraartikulären distalen Humerusfraktur (Typ C3 nach AO) präoperativ und **b** postoperativ nach Doppelplattenosteosynthese mit Olecranonosteotomie

tiven Therapie immer eine bestmögliche anatomische Reposition mit mindestens übungsstabiler Osteosynthese sein sollte, um eine frühzeitige Rehabilitation zu gewährleisten. Liegen Begleitverletzungen des Kapsel-Bandapparates vor, sind diese entsprechend mitzuversorgen, da auch die Gelenkstabilität bedeutenden Einfluss auf die Wiederherstellung der Gelenkfunktion und Belastungsfähigkeit des Ellbogengelenks hat [12, 13].

In der Regel sind für die Versorgung distaler Humerusfrakturen rigide Plattenosteosynthesen erforderlich, um eine übungsstabile Versorgung zu ermöglichen. Aufgrund des geringen Weichteilmantels am Ellenbogen haben sich in den vergangenen Jahren anatomisch vorgeformte winkelstabile Plattensysteme bewährt, die ein flaches Profil aufweisen und weniger häufig Weichteilprobleme verursachen.

Neben dem Ziel einer bestmöglichen anatomischen Reposition der Fraktur ist insbesondere eine kongruente Wiederherstellung der Fossa olecrani und Olekranonspitze von besonderer Bedeutung, da hiervon maßgeblich die Streckfähigkeit des Ellenbogens abhängt [3].

Bei distal gelegenen koronaren Abscherfrakturen mit Beteiligung des Capitulum humeri oder der Trochlea (Typ Dobberly I-III) sind reine Plattenosteosynthesen ungeeignet. Zur Fixierung eignen sich Kortikalisschrauben, deren Kopf unterhalb des Knorpels versenkt wird (Abb. 2). Alternativ können kopflose kanüllierte Kompressionsschrauben zur Anwendung kommen. Die korrekte Reposition und Rotation der Trochlea und des Capitulum humeri sind dabei von entscheidender Bedeutung für die Wiederherstellung des Bewegungs-

umfangs und der Kraftübertragung [14].

Bei partiell artikulären Frakturen (Typ B1 und B2) kommen häufig interfragmentäre Schraubenosteosynthesen zur Anwendung. Da diese jedoch keine ausreichende Primärstabilität ermöglichen, sollte eine ergänzende Plattenosteosynthese durchgeführt werden.

Es hat sich als biomechanisch vorteilhaft erwiesen, metaphysäre Frakturen (Typ A2 und A3) (Abb. 3) sowie intraartikuläre Frakturen (Typ C1-C3) (Abb. 4) mit einer Doppelplattenosteosynthese zu versorgen [15, 16]. Die Doppelplattenosteosynthesen haben sich daher als Standardversorgung dieser Verletzungen etabliert. Es besteht allerdings eine anhaltende Kontroverse darüber, ob die Platten orthogonal in einer 90°-Konfiguration (dorsalradial und medial) oder parallel in

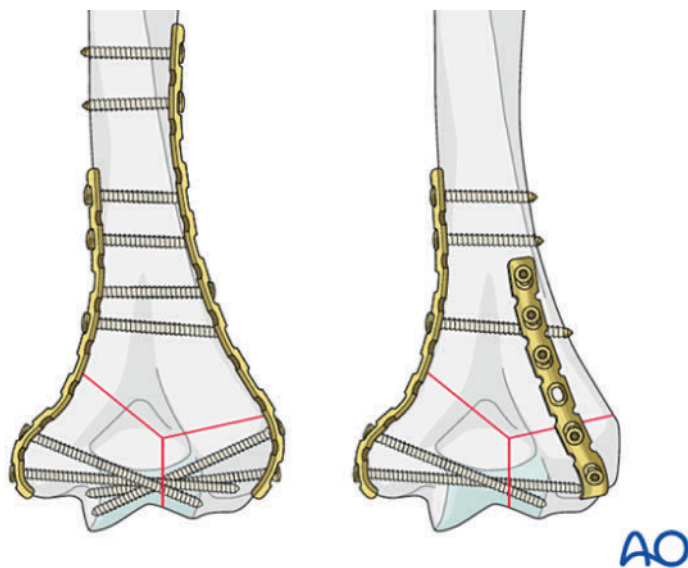


Abbildung 5 Schematische Darstellung der Doppelplattenosteosynthese bei distaler Humerusfraktur in 180°-Konfiguration (links) und 90°-Konfiguration (rechts)

einer 180°-Konfiguration positioniert werden sollten (Abb. 5).

Auch wenn biomechanische Untersuchungen insbesondere bei größeren Trümmerzonen und Kortikalisdefekten Vorteile in einer Versorgung mit Doppelplattenosteosynthesen in 180°-Konfiguration erkennen lassen [15, 17], so zeigen verschiedene randomisierte klinische Studien keine Unterschiede beider Techniken in Bezug auf das funktionelle Ergebnis, den Bewegungsumfang, die Patientinnen-/Patientenzufriedenheit und das klinische Outcome [16, 18–21]. Unabhängig von der Positionierung der Doppelplattenosteosynthese hat die Länge der Platten zueinander eine besondere Bedeutung. Es ist darauf zu achten, dass die Implantate proximal nicht auf gleicher Höhe enden, um eine Stresskonzentration am Implantat-Knochenübergang und damit das Risiko einer periimplantären Anschlussfraktur zu vermeiden [22].

Endoprothetischer Gelenkersatz

Zu den relativen Indikationen für einen endoprothetischen Ersatz des Ellbogengelenks gehören osteoporotische Frakturen mit Destruktion der Gelenkfläche, bei denen eine Rekonstruktion des Gelenks mit einer Osteosynthese nicht möglich ist oder wenn bereits prätraumatische, erhebliche Einschränkungen bestanden. Die tota-

le Ellbogenprothese hat sich in prospektiven, randomisierten Studien bei älteren Patientinnen und Patienten als durchaus vielversprechend erwiesen und kann im Vergleich zur offenen Reposition und Plattenosteosynthese kurzfristig sogar zu besseren Ergebnissen der Gelenkfunktion führen [5, 23].

Zu den Nachteilen der totalen Ellbogenprothese gehören eine lebenslange Belastungseinschränkung der Extremität auf maximal 5 kg und geringe Standzeiten mit häufig frühzeitigen aseptischen Lockerungen [5]. Insgesamt werden hohe Komplikations- und Revisionsraten nach Implantation von totalen Ellbogenprothesen von bis zu 82 % durch Prothesenlockerungen, periprothetische Frakturen oder Infektionen verzeichnet [24, 25]. Daher sollten Ellbogenprothesen insbesondere bei jüngeren Patientinnen und Patienten und bei Patientinnen und Patienten mit einem hohen funktionellen Anspruch vermieden werden.

Zugänge zum distalen Humerus

Der Osteosynthese sollte eine genaue Analyse der Fraktur mit Planung der Zugänge und der Osteosynthese vorausgehen. Verschiedene operative Zugänge stehen für die Versorgung distaler Humerusfrakturen zur Verfügung, die entweder in Bauch- oder Rückenlage durchgeführt werden.

Dorsale Zugänge Paratrizipitaler Zugang und Olecranonosteotomie

Der dorsale Zugang zum Ellbogengelenk stellt den Standardzugang in der Versorgung uni- oder bikonylärer Frakturen des medialen und/oder lateralen Pfeilers dar. Die Patientin/der Patient wird hierfür in Bauchlage gebracht und der Arm auf einer Schulterbank gelagert, wobei der Ellenbogen flexibel zu lagern ist, um eine Flexion von mindestens 90° zu ermöglichen.

Die Hautinzision erfolgt vom dorsalen Humerusschaft unter Radialum-schneidung des Olekranon zur proximal Ulna. Der M. triceps brachii wird dargestellt, der N. ulnaris identifiziert und entsprechend der Notwendigkeit der Exposition des ulnaren Pfeilers auf der gesamten Strecke dargestellt und neurolysiert, um iatrogenen Zug auf den Nerven zu minimieren. Bei der Präparation nach proximal am radialen Pfeiler (v.a. bei weit in den Schaft reichenden Frakturen) ist auf den im distalen Drittel des Humerusschafts von dorsal nach lateroventral kreuzenden N. radialis zu achten. Paratrizipital wird ein Fenster medial und lateral durch das Abschieben und Mobilisieren der Muskelfasern vom Humerus geschaffen, ohne den ulnaren Ansatz zu gefährden (triceps-on). Hierdurch kann eine gute Darstellung des metaphysären distalen Humerus erreicht werden. Da die Gelenkfläche nur eingeschränkt einsehbar ist, eignet sich der Zugang primär für extraartikuläre und einfache intraartikuläre Frakturen [26].

Vorteilhaft ist, dass die einsehbare artikuläre Fläche des distalen Humerus durch eine Erweiterung dieses Zugangs mit einer Olekranonosteotomie vergrößert werden kann. Hierbei wird mit einer oszillierenden Säge eine V-förmige Osteotomie des Olekranons auf Höhe der „bare area“ angelegt (Chevron-Osteotomie) und mit einem Meißel komplettiert, da diese gegenüber einer geraden Osteotomie eine höhere Rotationsstabilität und größere knöchernen Kontaktfläche gewährleistet. Das Olekranon wird dann mobilisiert und mit anhaftendem Trizepts nach proximal abgehoben. Der Anteil der nach Olekranonosteotomie einsehbaren Gelenkfläche ist im Ver-

gleich zu anderen Zugängen um bis zu 50 % vergrößert. Nach Vollendung der Osteosynthese erfolgt die Refixierung mittels Zuggurtungs-, Schrauben- oder Plattenosteosynthese (Abb. 6) [27].

Trizeps-Split Zugang

Nach mittlerer Durchtrennung des M. triceps brachii wird der Streckapparat nach medial und lateral subperiostal am Olekranon unter Bildung von muskulofaszialen medialen und lateralen Lappen abgelöst. Der Zugang kann zwischen Caput laterale und Caput longum zum Humerusschaft nach proximal erweitert werden und eignet sich insbesondere für Humerusschaftfrakturen [28]. Die Darstellung des N. radialis, welcher schaftmittig von proximal medial nach distal lateral über den Humerusschaft verläuft, ist dabei unbedingt erforderlich.

Lateraler Zugang

Der laterale Zugang eignet sich zur Versorgung unikondylärer Frakturen des radialen Pfeilers und koronarer Abscherfrakturen des Capitulum. Die Hautinzision erfolgt vom Epicondylus radialis nach distal zum Radiuskopf und kann bei Bedarf nach proximal verlängert werden. Je nach Frakturlokalisierung kann in das Kocher-Intervall zwischen M. extensor carpi ulnaris und M. anconeus oder weiter dorsal zwischen dem M. triceps und M. brachioradialis eingegangen werden. Hierdurch kann eine Visualisierung des gesamten radialen Pfeilers ermöglicht werden. Ein übermäßiger Hakenzug muss vermieden werden, um den ventral des Zugangs verlaufenden N. radialis zu schonen.

Ventraler Zugang

Bei koronaren Abscherfrakturen, die das Capitulum humeri oder die Trochlea betreffen, kann ein zentraler Zugang nach Henry geeignet sein. Hierfür erfolgt eine S-förmige Hautinzision von proximal-lateral über die Fossa cubitalis nach distal-medial, wobei hier der N. cutaneus antebrachii lateralis geschont werden sollte. Hiernach wird in das Muskelintervall zwischen M. brachialis und M. rachioradialis eingegangen. Der N. medianus und die A. brachialis werden nach medial, der N. radialis nach lateral ge-

halten. Nach Inzision der ventralen Gelenkkapsel sind das Capitulum und der radiale Anteil der Trochlea darstellbar.

Postoperative Nachbehandlung

Je nach Stabilität der Osteosynthese kann das Ellenbogengelenk postoperativ in einer Oberarmgipsschiene in Funktionsstellung oder einer Ellbogenorthese ruhiggestellt werden. Aus dieser heraus sollte das Gelenk, unterstützt durch Physiotherapie, passiv beübt werden. Im eigenen Vorgehen verzichten wir bei guter Knochenqualität und stabiler Osteosynthese auf eine Ruhigstellung zugunsten einer frühfunktionellen belastungsfreien Nachbehandlung direkt nach Konsolidierung der Weichteilsituation. Supportive Lymphdrainage kann zusätzlich hilfreich sein, um das Abschwellen der Weichteile zu beschleunigen. Sofern der M. Triceps brachii abgelöst und refixiert wurde, ist die aktive Streckung gegen Widerstand für 6 Wochen zu vermeiden. Mit einer Belastungssteigerung kann nach radiologischen Kontrollen 6 Wochen postoperativ begonnen werden.

Klinische Ergebnisse

Die klinischen Ergebnisse operativ versorgter distaler Humerusfrakturen sind auch durch die kontinuierliche technische Verbesserung der Plattenosteosynthesen hin zu winkelstabilen, anatomischen Implantaten in Bezug auf die Wiederherstellung der Funktion und Belastungsfähigkeit insgesamt gut. Sie hängen im Wesentlichen von der Komplexität der Fraktur, Gelenkbeteiligung und dem Repositionsergebnis sowie von begleitenden Nervenverletzungen ab [21, 29–32].

Posttraumatische Bewegungseinschränkungen finden sich in der überwiegenden Anzahl der operativ versorgten Frakturen und betreffen insbesondere die Extension und Flexion, wobei unabhängig des Frakturtyps mit einem durchschnittlichen Flexionsbogen von 110° insgesamt ein guter funktioneller Bewegungsumfang erreicht wird [21, 33].

Bei operativ versorgten C3-Frakturen des distalen Humerus sind bei über 90 % der Patientinnen und Pa-

tienten gute und sehr gute Ergebnisse in Bezug auf das Patient Reported Outcome festzustellen [29, 30, 34].

Ungeachtet dessen zeigt eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse bei B- und C-Frakturen hohe Gesamtkomplikationsraten in 53 % und Re-Operationsraten in 21 % der Fälle [21].

Komplikationen

Infektionen

Infektionsraten nach operativer Versorgung distaler Humerusfrakturen treten zwischen 0–12 % der Fälle auf und hängen im Wesentlichen vom Ausmaß des Weichteilschadens und dem Operationszeitpunkt ab [6, 35, 36]. Bei einem Frühinfekt erfordert die Behandlung ein Débridement des infizierten Gewebes, Entnahme von Proben zur mikrobiologischen und histopathologischen Untersuchung und ausgiebige Spülung. Bei einer Spätinfektion wird bei ausreichender Frakturkonsolidierung das Implantat möglichst vollständig entfernt und es wird eine resistenzgerechte antimikrobielle Therapie angeschlossen. Bei unzureichender Durchbauung sollte ein Implantatwechsel oder eine vollständige Implantatentfernung mit temporärer Anlage eines Fixateur externe erfolgen.

Non-union

Mit kontinuierlicher Verbesserung der Implantate werden inzwischen sehr gute Konsolidierungsraten von 90–100 % nach einer offenen Reposition und internen Fixation beschrieben [21, 29, 30, 32]. Non-union nach distalen Humerusfrakturen sind typischerweise in der metadiaphysären Region lokalisiert und häufig biomechanisch durch eine primär nicht anatomische Reposition oder unzureichender Stabilität der Primärosteosynthese bedingt [21]. Zudem ist das Risiko einer Non-union bei offenen Frakturen um das Vierfache und bei Hochenergetraumen um das Zweifache erhöht [1, 21, 37].

Ellenbogensteife

Die meisten distalen Humerusfrakturen gehen mit einer gewissen posttraumatischen Bewegungseinschränkung einher, die vor allem die Exten-

sion im Ellbogengelenk betrifft. Ursächlich hierfür können intrinsische Ursachen wie Osteophyten oder eine inkongruente Gelenkfläche oder extrinsische Faktoren wie heterotope Ossifikationen, Kapselfibrosen oder freie Gelenkkörper sein. Dennoch zeigen die meisten Studien insgesamt gute klinische Ergebnisse in Bezug auf die Wiederherstellung der Gelenkfunktion [6, 30, 31, 37]. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass neben dem vollständigen Bewegungsumfang bei der Einschätzung und Therapieempfehlung vor allem der sogenannte „funktionelle Bewegungsumfang“, welcher mit einer Extension/Flexion von 0°-30°-130° sowie einer Pronation/Supination von 50°-0°-50° gegeben ist, maßgeblich ist [38-41]. Mit diesem Bewegungsausmaß ist die Patientin/der Patient in der Regel in der Lage, allen Alltagsanforderungen gerecht zu werden.

Heterotope Ossifikationen

Heterotope Ossifikationen nach distalen Humerusfrakturen treten in 8-41 % der Fälle auf und sind häufig mit Kopfverletzungen, hochenergetischen Verletzungen und offenen Frakturen assoziiert [37, 42, 43]. Am häufigsten verlaufen die Ossifikationen entlang des MCL und sind mit einem

signifikanten Verlust der Streckung und einer verringerten Beugefähigkeit verbunden [43]. Eine Ossifikationsprophylaxe (z.B. Bestrahlung oder Einnahme von Indometacin) konnte bisher allenfalls einen geringen Nutzen nachweisen [3]. Die Behandlung der symptomatischen heterotopen Ossifikation umfasst in der Regel die chirurgische Exzision der betroffenen Areale mit Resektion von Narbengewebe aus der Fossa olecrani und einer ventralen Arthrololyse. Sie kann durch eine Bestrahlung oder nichtsteroidale Antiphlogistika ergänzt werden.

Nervenschädigungen

Intra- und postoperativ tritt am häufigsten eine sensomotorische Affektion des N. ulnaris in bis zu 20 % der Fälle auf [44]. Daher sollte intraoperativ die sorgfältige Darstellung des N. ulnaris erfolgen und ein Zug am Nerven durch eingesetzte Haken oder Repositionsmanöver unbedingt vermieden werden. Wenn präoperativ kein sensomotorisches Defizit bestand und der Nerv intraoperativ dargestellt wurde, ist die Affektion in der Regel im Verlauf rückläufig. Kommt es zu keinerlei Irritation des Nervs, kann dieser in seine ursprüngliche Position zurückverlagert werden. Die prophylaktische anteriore Transposition des

Nervs hat keinen Vorteil, kann jedoch bei posttraumatischer Irritation, die eine operative Revision erforderlich macht, zu einer Besserung beitragen [3, 44, 45].

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:
www.online-oup.de.



Foto: Robert Lehmann

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. Vera Jaecker
Centrum für Muskuloskeletale
Chirurgie
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin
vera.jaecker@charite.de

CME-Fragen:

1. Welche Aussage zu koronaren Abscherfrakturen des distalen Humerus (Typ B3-Verletzungen) trifft zu?

- Koronare Abscherfrakturen sind über einen dorsalen Zugang schwer zugänglich.
- Aufgrund der weit distal gelegenen Gelenkfraktur ist häufig eine Olecranonosteotomie erforderlich.
- Die operative Therapie der Wahl ist eine anatomisch vorgeformte winkelstabile Plattenosteosynthese.
- Koronare Abscherfrakturen zählen zu den häufigsten distalen Humerusfrakturen.

- Koronare Abscherfrakturen können gut über einen dorsalen paratrizipitalen Zugang adressiert werden.

2. Welche Aussage zur Klassifikation distaler Humerusfrakturen nach Dobberly ist richtig?

- Die Einteilung erfolgt entsprechend der Frakturmorphologie in extraartikulär, partiell intraartikulär und vollständig intraartikulär.
- Typ Dobberly I-Frakturen sind extraartikulär.
- Typ Dobberly III-Frakturen entsprechen den C-Frakturen nach AO.

- Die Einteilung erfolgt in Typ I-III, die separate Fragmente des Capitulum und der Trochlea in der sagittalen Ebene berücksichtigt.
- Koronare Abscherfrakturen finden in der Dobberly-Klassifikation keine Berücksichtigung.

3. Welche ist die häufigste Nervenläsion bei bikondylären Frakturen des distalen Humerus?

- Nervus cutaneus antebrachii lateralis
- Nervus medianus
- Nervus ulnaris
- Nervus radialis, Ramus superficialis
- Nervus radialis, Ramus profundus

4. Welche Aussage zur konservativen Therapie distaler Humerusfrakturen trifft zu?

- Die konservative Therapie beinhaltet eine früh-funktionelle Behandlung, um Bewegungseinschränkungen vorzubeugen.
- Die Raten einer Non-union sind vergleichbar mit denen nach einer operativen Therapie.
- Bei geriatrischen Patientinnen und Patienten ist die konservative der operativen Therapie vorzuziehen.
- Eine konservative Therapie ist nicht möglich.
- Die konservative Therapie ist mit einem sechsfach erhöhten Risiko einer Non-union vergesellschaftet.

5. Welche der folgenden Osteosynthesen kann als Standardversorgung von C3-Frakturen des distalen Humerus angesehen werden?

- Aufgrund der intraartikulären Beteiligung sind Schraubenosteosynthesen mit versenkbarem Schraubenkopf die Osteosynthese der Wahl.
- Offene Reposition und singuläre dorsoradiale Plattenosteosynthese
- Zugschraubenosteosynthese
- Offene Reposition und Doppelplattenosteosynthese in 90°- oder 180°-Konfiguration
- Offene Reposition und singuläre mediale (ulnare) Plattenosteosynthese

6. Welche Aussage zur Bildgebung distaler Humerusfrakturen ist richtig?

- Die Kernspintomographie ist die Standarddiagnostik bei distalen Humerusfrakturen.
- Eine Kernspintomographie ist in der Regel nicht erforderlich.
- Konventionelle Röntgenbilder spielen heutzutage keine Rolle mehr.

- Die direkte Angiografie unter Röntgenkontrolle ist die Diagnostik der Wahl bei dem Verdacht einer Gefäßverletzung.
- Je komplexer die Fraktur, umso weniger Bedeutung hat die CT-Bildgebung, da die Fraktur dann ohnehin offen reponiert werden muss.

7. Welches ist der häufigste Unfallmechanismus der zu distalen Humerusfrakturen führt?

- Sturz auf das ausgestreckte Handgelenk
- Direkte Krafteinwirkung bei gestrecktem Ellbogengelenk
- Flexions-/Valgustrauma
- Direkte Krafteinwirkung bei einem mehr als 110° gebeugtem Ellbogengelenk
- Hebelmechanismus mit Hyperextension im Ellbogengelenk

8. Welche Aussage zur Zugangswahl bei distalen Humerusfrakturen ist nicht richtig?

- Die meisten distalen Humerusfrakturen lassen sich am besten in Rückenlagerung operieren.
- A-Frakturen lassen sich über einen dorsalen Zugang versorgen.
- C1-Frakturen können häufig über einen dorsalen Zugang ohne Olecranonosteotomie versorgt werden.
- Koronare Abscherfrakturen, die das Capitulum humeri oder die Trochlea betreffen, werden in der Regel über einen lateralen oder ventralen Zugang versorgt.
- Die Olecranonosteotomie ermöglicht eine bessere Einsicht in das Gelenk, wenn die zentrale Gelenkfläche im Rahmen von komplexen C3-Frakturen beteiligt ist.

9. Welche Aussage zur Komplikationen nach offener Reposition und interner Fixierung distaler Humerusfrakturen trifft zu?

- Angesichts der Verbesserung der Operationstechniken und Implantate spielen heterotope Ossifikationen keine Rolle mehr.
- Mit einem Bewegungsausmaß in Extension/Flexion von 0°-30°-130° sind Patientinnen und Patienten in der Regel in der Lage, allen Alltagsanforderungen gerecht zu werden.
- Die meisten distalen Humerusfrakturen gehen mit einer uneingeschränkten Funktion des Ellbogengelenks einher.
- Eine Affektion des Nervus ulnaris ist in der Regel verbleibend, auch wenn der Nerv intraoperativ dargestellt wurde, nicht rückläufig.
- Die Konsolidierungsraten liegen zwischen 75–80%.

10. Welche Aussage zum endoprothetischen Gelenkersatz bei distalen Humerusfrakturen trifft nicht zu?

- Zu den Nachteilen der totalen Ellbogenprothese gehört eine lebenslange Belastungseinschränkungen der Extremität.
- Zu den häufigsten Komplikation zählen Prothesenlockerungen, periprothetische Frakturen und Infektionen.
- Die Standzeiten moderner Ellbogenprothesen sind heute vergleichbar mit Hüftgelenksendoprothesen.
- Zu den relativen Indikationen für einen endoprothetischen Ersatz des Ellbogengelenks gehören osteoporotische Frakturen mit Destruktion der Gelenkfläche.
- Ellbogenprothesen sollten bei jüngeren Patientinnen und Patienten und bei Patientinnen und Patienten mit einem hohen funktionellen Anspruch nach Möglichkeit vermieden werden.