Luxation und Luxationsfrakturen des Ellenbogens

Luxationen des Ellenbogengelenks sind häufige Verletzungen, die sowohl isoliert als auch zusammen mit einer ellenbogengelenknahen Fraktur auftreten können. Gerade in den letzten Jahren wurde die prognostische Bedeutung der tiefen Abscherverletzung, die im angloamerikanischen Sprachgebrauch als „low fracture“ bezeichnet wird [1, 11, 13], im Bereich des Ellenbogengelenks im Rahmen einer Luxation erkannt [1, 4, 9, 11, 13, 14].

Einer exakten Klassifikation der Verletzung unter Berücksichtigung des Unfallmechanismus und einer detaillierten Kenntnis der verschiedenen Pathomechanismen, die zu den einzelnen Begleitverletzungen führen, kommt besondere Bedeutung zu. Hierbei sind sowohl Weichteilverletzungen als auch neurovaskuläre Störungen zu berücksichtigen.

Pathomechanismus und Begleitverletzungen bei Ellenbogenluxation

Pathomechanismus

Der Sturz auf die ausgestreckte Hand ist der typische Unfallmechanismus der Ellenbogenluxation. Dabei führt das axiale Trauma zur Verrenkung des Gelenkes. Man unterscheidet eine dorsale, eine dorsoradiale, eine radiale, eine ulnare, eine ventrale und eine divergierende Luxation. Am häufigsten tritt die dorsoradiale Luxation auf.

Der Weichteilschaden beginnt mit einer Zerreißung des lateralen Seitenbandes, die kontinuierlich, je nach Stärke der Gewalteinwirkung, zirkulär von la-

teral nach medial in eine Zerreißung des Kapsel-Band-Apparates übergeht. Bei vollständiger Luxation liegen in 1/3 der Fälle Begleitverletzungen vor (■ Abb. 1, [3, 5, 8, 15]).

Davon zu unterscheiden sind knöcherne Abscherfragmente des Capitulum und der Trochlea, die zu einer ausgeprägten Gelenkbeteiligung führen und prognostisch auch den Ausgang dieser Verletzungen bestimmen [1, 4, 11, 16, 19, 20]. Je nach Richtung der Dislokati-

on und je nach Vorliegen einer partiellen bzw. kompletten Luxation kommt es zu folgenden Verletzungen:

- Valgus: meist zu Radiusköpfchen- bzw. Abscherfrakturen des Epicondylus medialis,
- Varus: zur Beteiligung des lateralen Seitenbandes und/oder des Epicondylus lateralis und bei dorsaler Luxation meist zu einer Abrissverletzung des Processus coronoideus (■ Abb. 2, [1, 7, 15, 17]).

Abb. 1 ► Kontinuierliche, zirkulär von lateral nach medial verlaufende Zerreißung des Kapsel-Band-Apparates, LUCL „lateral ulnar collateral ligament“, MUCL „medial ulnar collateral ligament“. (Aus [12])

Abb. 2 ▲ Typische Abscher-Verletzungen bei dorsaler gerader (links) und dorsaler valgusierender (rechts) Luxation

Begleitverletzungen

Im Rahmen der Luxation können partielle oder komplette Schäden der neurovaskulären Strukturen auftreten. Bei der A. brachialis ist eine Überdehnung mit sekundärem Gefäßverschluss die häufigste Schädigung. Auch bei der selten vorkommenden Nervenbeteiligung ist eine Überdehnung Ursache für die dann gesehenen Ausfälle.

Ein Kompartmentsyndrom tritt meist sekundär auf und muss im Verlauf engmaschig kontrolliert werden [5, 13].

Behandlung

Isolierte Luxation

Meist ist ein konservatives Vorgehen indiziert. Unter Längszug erfolgt die Reposition mit anschließender Stabilitätsprüfung. Es ist wichtig, die Seitenbänder bei 30° Beugung auf Valgus- und Varusinstabilität zu kontrollieren. Bei Gelenkerguss ist unbedingt eine Punktion vor der Ru-

higstellung im gespalteten Oberarmgips durchzuführen. Frühzeitig sollte mit passiven Bewegungsübungen (Krankengymnastik) begonnen werden.

Eine operative Behandlung ist nach Luxationen lediglich bei Repositionshindernis oder verbleibender Instabilität oder bei intraartikulären Fragmenten (im Computertomogramm nachweisbar) indiziert. In diesen Fällen wird meist der laterale Zugang gewählt, um die regelmäßig beteiligte laterale Säule (Seitenbandapparat, Epikondylus) zu erreichen. Falls vorhanden, wird die Fraktur des Processus coronoideus mittels transossärer Naht versorgt.

Traumatische Valgusinstabilität

Liegt eine Instabilität bei 30° Flexion vor, erfolgt operativ die Darstellung über dem medialen Pfeiler unter Präparation des N. ulnaris. Nach dessen Vorverlagerung können die Bandzerreißungen oder Avulsionsverletzungen operativ versorgt werden, wofür meist eine transossäre Re-fixation erforderlich ist [15, 17].

Abscher-/Abrissverletzungen nach Luxation

Erst in den letzten Jahren wurden in der Literatur tief im Gelenk verlaufende Frakturen (so genannte „low fractures“), insbesondere beim alten Menschen, beschrieben [4, 8, 11, 19]. Sie können häufig nicht nach den standardisierten Verfahren der AO behandelt werden [6, 9, 10, 13].

Diese Verletzungen kommen meist im Rahmen einer Ellenbogenluxation zustande, wobei der Unfallmechanismus übereinstimmend als direktes Trauma auf das Olekranon in flektierter Stellung des Unterarms angegeben wird [9, 11, 15]. Dabei entstehen intraartikuläre Frakturen, die zur Abscher-Verletzung der beteiligten Gelenkflächen von Capitulum und Trochlea und unterschiedlich ausgedehnter Beteiligung der Kondylen führen (■ **Abb. 2**).

Häufiges Problem in diesem Zusammenhang sind die nur unzureichende Darstellung des Verletzungsausmaßes in der Nativdiagnostik, die unbefriedigende Klassifikation in den heute vorliegenden Bewertungsschemen und die nur ungenügend publizierte Erfahrung des operativen Vorgehens bei diesen Läsionen [4, 8, 11, 13, 14, 16]. Aus diesem Grund wurden das eigene Krankengut und die Literatur analysiert, um das Ergebnis und die Prognose dieser Verletzungen zu eruieren und Empfehlungen für das operative Vorgehen auszuarbeiten.

Patientengut und Methode

Es wurden alle Patienten mit tiefen Abscher-Verletzungen am distalen Humerus („low fractures“) dokumentiert. Da sich dieser Frakturtyp nur begrenzt in die AO-Klassifikation einordnen lässt, berücksichtigten wir, den Beschreibungen von Jupiter et al. [9] folgend, alle Frakturen, die sich nicht nach der standardisierten AO-Methodik operativ stabilisieren ließen, sondern improvisierte Verfahren mit unterschiedlichen Implantatkombinationen erforderlich machten. Bei diesen Patienten erfolgte eine prospektive Erfassung aller für die Beschreibung des klinischen Verlaufs benötigten Daten. Hierzu gehören neben Alter und Vorerkrankungen die Dokumentation des Verletzungsausmaßes, der Begleitverletzungen

und des Grades der Osteoporose. Der Weichteilstatus wurde nach Tscherné et al. [18] klassifiziert. Bei der knöchernen Verletzung wurden das Ausmaß der Zerstörung von Trochlea und Capitulum, der Metaphyse und des Übergangs zum Schaft differenziert und dabei Fraktur von Defektfaktur unterschieden. Für die Capitulum- und Trochleaverletzung wurde zusätzlich die Klassifikation von Morrey [13] herangezogen.

Der Zeitpunkt der Operation nach dem Trauma, die Dauer der Ischämiezeit (Blutsperre), der operative Zugang, die Art der Implantate und der zusätzlichen externen Ruhigstellung (Gips/Fixateur externe) wurden dokumentiert. Bei den perioperativen Komplikationen wurden insbesondere Weichteilprobleme und eine frühzeitige Implantatlockerung berücksichtigt.

Im weiteren Verlauf wurden die knöchernen Heilung radiologisch beurteilt und das funktionelle Ergebnis anhand des Morrey-Scores nach 6 Monaten bewertet [13]. In diesen finden insbesondere Kriterien für den Gebrauch des Ellenbogens im täglichen Umgang Berücksichtigung.

Ergebnisse

In einem Zeitraum von 3 Jahren wurden insgesamt 30 Patienten mit tiefen Abscher-Verletzungen behandelt. Es handelte sich fast in allen Fällen (27 von 30) um isolierte Verletzungen mit geschlossenem Weichteiltrauma. In 4 Fällen konnten schwere Begleitverletzungen festgestellt werden, 3-mal eine N.-ulnaris-Beteiligung, in einem Fall ein behandlungsbedürftiges Kompartmentsyndrom.

Von Seiten der knöchernen Verletzungen waren bei allen Patienten eine ausgedehnte Beteiligung der Trochlea, in 14 Fällen eine Grad-I-, in 7 Fällen eine Grad-II- und in 9 Fällen eine Grad-III-Fraktur des Capitulum nach Morrey [13] festzustellen. Bei 3 Patienten ließ sich eine Defektsituation im Bereich der Trochlea, in 5 Fällen im Bereich des Capitulum beobachten. Der knöcherne Anschluss im Bereich der Metaphyse war in den meisten Patienten auch nach der operativen Reposition gestört. Alle knöchernen Defekte traten bei osteoporotischem Knochenstatus auf.

Trauma Berufskrankh 2010 · 12[Suppl 2]:113–118 DOI 10.1007/s10039-010-1644-5
© Springer-Verlag 2010

G. Regel · M. Bayeff-Filloff

Luxation und Luxationsfrakturen des Ellenbogens

Zusammenfassung

Im Rahmen der Ellenbogenluxation kann es zu tief im Ellenbogengelenk verlaufenden Frakturen mit Abscher-Verletzungen der Gelenkfläche von Capitulum und Trochlea und unterschiedlich ausgedehnter Beteiligung der Kondylen kommen, die häufig nicht nach den standardisierten Verfahren der AO klassifiziert und behandelt werden können. Die vorliegende Arbeit analysiert retrospektiv 30 Fälle, um zusammen mit einer Literaturübersicht Empfehlungen für die Diagnostik und das operative Vorgehen auszuarbeiten. Die präoperative Computertomographie ist in jedem Fall zu fordern – das wahre Ausmaß des Traumas wird in der konventionellen Röntgendiagnostik meist unterbewertet. Die Schichtaufnahme ist Grundlage für die Wahl

des operativen Zugangs, um bei den meist kleinen Fragmenten das sichere Setzen der Implantate zu planen. Zudem hängt die Prognose der Ausheilung von der Größe der artikulären Fragmente ab. Bei der Implantatwahl haben sich kanülierte Kleinfragmentschrauben – über die temporäre Fixation mit den zugehörigen Kirschner-Drähten eingebracht – bewährt. Das Outcome nach dem Morrey-Score zeigt trotz der in über 90% mit verformenden Veränderungen ausheilenden Frakturen ein gutes Ergebnis (>75 Punkte).

Schlüsselwörter

Ellenbogenluxation · Trochleafraktur · Capitulumfraktur · Implantatversorgung · Nachuntersuchung

Dislocation and dislocation fractures of the elbow

Abstract

Elbow dislocations can lead to a variety of deep distal fractures near the articular joint. Shear fractures of the condyles, the capitulum and the trochlea can be involved to varying extents. These complex fractures cannot always be classified and treated according to the standard AO principles. The present article retrospectively analyses 30 such cases in order to develop diagnostic and treatment recommendations while taking the literature into consideration. Preoperative CT scan is mandatory, since conventional X-ray is often unable to evaluate the extent of trauma. Tomography is fundamental to decision-making and leads to solid preoperative plan-

ning for surgical exposure and optimal implant placement. Moreover, the prognosis for healing depends on the size of articular fragments. In terms of choice of implant, cannulated 3.5 screws placed via temporary K-wire fixation have proven their effectiveness. Outcome according to the Morrey Score shows that, although deformities are seen, fractures heal with satisfying results (>75 points) in 90% of cases.

Keywords

Elbow dislocation · Trochlear fracture · Capitulum fracture · Implant treatment · Follow-up

Abb. 3 ◀ Fixation intraartikulärer Fragmente mit Schrauben [Interferenz-(Herbert-Schraube) oder Kleinfragmentschrauben] von dorsal

Knöchernen Bandverletzungen waren radial in 2 Fällen und ulnar in 1 Fall nachweisbar. Eine Luxation des humeroulnaren Gelenks war nur bei 2 Patienten aufgetreten.

In 22 Fällen kam ein radialer und in 8 Fällen ein erweiterter dorsaler Zugang zur Anwendung. Hierbei wurde meist der so genannte „anconeus flap“-Zugang benutzt, der u. a. eine vollständige Einsicht auf den radialen Pfeiler mit Darstellung des capituloradialen Gelenks ermöglicht [13]. In allen Fällen, in denen ein dorsaler Zugang verwendet wurde, wurde gleichzeitig der N. ulnaris freigelegt.

Häufigste Implantatkombination waren Schrauben und Kirschner-Drähte. In einigen Fällen diente eine modifizierte 3,5-Hakenplatte als Abstützung am radialen und ulnaren Pfeiler. Intraartikuläre Fragmente wurden mit Interferenz-(Herbert-Schraube) oder Kleinfragmentschrauben von dorsal fixiert (■ Abb. 3). Insbesondere bei osteoporotischen Frakturen war zur temporären Ruhigstellung eine äußere Fixation (Gips/Fixateur externe) erforderlich.

In allen Fällen wurde eine begrenzte Mobilisierung des Gelenkes nach spätestens 2 Wochen vorgenommen.

Diskussion

Die ersten Beschreibungen von Verletzungen mit Beteiligung der Trochlea und des Capitulum stammen aus den 1920er Jahren. Hierbei handelte es sich jedoch lediglich um Kasuistiken oder Abhandlungen über die isolierte Capitulum- oder Trochleafraktur.

Orientierend an den historischen Beschreibungen versuchten Bryan u. Morrey [2] und Morrey [13] 1985, die Capitulumfrakturen in eine Klassifikation einzubinden. Sie unterschieden 3 Typen, wobei teils die Trochlea, teils die distale Humerusmetaphyse in ihrer Bewertung Berücksichtigung fanden.

Abscherfraktur

Als solche wird diese als selten beschriebene Verletzung (etwa 1% der Ellenbogenfrakturen) [9, 11, 15]. Hierbei wird der Unfallmechanismus als direktes Trauma

auf den bis zu 90° flektierten Ellenbogen (-haken) angegeben [11], was sich in unserem Patientengut nicht immer bestätigte. Manche Patienten berichteten nachweislich über einen Sturz „auf die Hände“, was einer axialen Beanspruchung des Ellenbogengelenks in leichter Beugstellung entspricht.

Der Anatomie entsprechend ist das Capitulum häufiger beteiligt, da dieses Gelenk nur in einem geringen Anteil des Bewegungsausmaßes direkt artikuliert und meist Scherkräften ausgesetzt ist [13, 14]. Seltener hingegen soll eine Trochleabeteiligung nachweisbar sein, da diese Struktur in der Tiefe des ulnohumeralen Gelenks eingebettet ist [4, 15]. Diese im angloamerikanischen Sprachraum als „coronal shear fracture“ bezeichnete Verletzung führt gleichzeitig zu einem unterschiedlichen Ausmaß von Begleitverletzungen des Ellenbogengelenks [11].

In unserem Kollektiv wurde in den meisten Fällen eine ausgeprägte Beteiligung der artikulären Strukturen mit destrukturierter tiefmetaphysärer Anschlusszone festgestellt (■ Abb. 3). Bei allen Patienten mit ausgeprägter Defektzone konnte eine

schwere primäre Osteoporose nachgewiesen werden. Dies bestätigt den beschriebenen Pathomechanismus, bei welchem offensichtlich bei leicht gebeugtem Ellenbogen eine axiale Kraft zur Abscherung der Gelenkstrukturen am distalen Humerus führt. Hierzu ist entsprechend nur eine geringe Gewalteinwirkung beim osteoporotischen Knochen erforderlich, sodass wesentliche Begleitverletzung meist fehlen [1, 8, 11].

Bandverletzungen

Sie wurden bei Abscherfrakturen beschrieben und sollen zu einer Abscherung der Kondylen in der sagittalen oder koronaren Ebene führen. Außerdem kann es auch im Rahmen einer Ellenbogenluxation zu einer Beteiligung der Bandstrukturen kommen. Hierbei soll insbesondere das ulnare Seitenband betroffen sein [17].

In unserem Kollektiv waren lediglich 2 Luxationen im humeroulnaren Gelenk nachweisbar. Isolierte knöcherne Bandverletzungen wurden nur in 3 Fällen detektiert. Dies spricht für den tiefen Abschermechanismus in der koronaren Ebene, der meist zu einer „Hauptfrakturlinie“ im Bereich des metaphysären Übergangs, jedoch distal der Fossa olecrani, führt und ohne entsprechenden Valgus-/Varusstress bleibt. Der von Morrey [13] bei Luxationen beschriebene, zirkuläre Verletzungsmechanismus, der radial beginnt und sich kontinuierlich nach ulnar ausdehnt, tritt hierbei nicht auf (■ Abb. 1).

Verletzungen der ligamentären Strukturen müssen trotzdem ausgeschlossen werden, da gerade im Zusammenhang mit übersehenen begleitenden Bandverletzungen ausgedehnte heterotrope Ossifikationen und schwerwiegende funktionelle Einbußen beschrieben wurden [5].

Übereinstimmend wird die nur unbefriedigende Darstellung dieser Verletzung im Nativröntgen erwähnt [8, 9, 10, 13]. Ochner et al. [14] wiesen auf das halbmondförmige Capitellumfragment in der lateralen Projektion hin. McKee et al. [11] bezeichneten die Erscheinung von Capitellum- und Trochleafrakturen als „double arc sign“, wobei die Gelenkkomponenten rotieren und nach proximal versetzt sind und durch 2 Halbbögen entstehen. Eine computertomographische Dar-

stellung wird daher allgemein empfohlen [9, 11, 13, 14]. Diese Abscherverletzungen sind zwar in der AO-Klassifikation als unikondyläre Fraktur erfasst (B.3.3) – das wahre Ausmaß des Traumas jedoch ist nicht ausreichend bewertet, da insbesondere die Größe der artikulären Fragmente und die potenzielle Beteiligung der Bandstrukturen für die Prognose bestimmend sind [10, 11, 15].

Weichteilbeteiligung

Über ihr Ausmaß finden sich in der Literatur nur vereinzelt Angaben [11, 17]. In unserem Kollektiv ließ sich nur eine mäßige Beteiligung der Weichteilstrukturen feststellen. Nur in 2 Fällen handelte es sich wirklich um ein Hochrasanztrauma im Zusammenhang mit einer Mehrfachverletzung.

Behandlung

Die Indikation zur Operation wird heute übereinstimmend genannt, die Art des operativen Zugangs ist jedoch unterschiedlich [1, 3, 6, 8, 9, 11]. Es wurde v. a. auf die Bedeutung der Olekranonosteotomie zur besseren Gelenkübersicht eingegangen [6, 10, 14]. Da aber die in diesem Beitrag behandelte Abscherverletzung insbesondere eine Beteiligung der ventral gelegenen Strukturen (Capitellum, Trochlea) verursacht, wurde auch der erweiterte laterale Zugang als Möglichkeit beschrieben [13, 14, 17]. Der Zugang zwischen dem M. anconeus und dem M. extensor carpi ulnaris unter Berücksichtigung des N. interosseus posterior ermöglicht die Präparation eines ventral gelegenen Weichteillappens mit Ablösung der ventralen Kapsel und Einsicht in das Gelenk bis zum medialen Pfeiler, was insbesondere für eine ausreichende Einsehbarkeit der Trochlea Voraussetzung ist.

Nach temporärer Fixation der reponierten Fragmente mit Kirschner-Drähten ist die Art der definitiven Stabilisierung zu diskutieren. Bei kleinen Gelenkfragmenten ist die Fixation mit Herbert-Schrauben abzuwägen. Diese im subchondralen Knochen versenkbar und durch gegenläufige Gewinde eine adäquate Kompression garantierenden Implantate werden in der Literatur teilwei-

se als Mittel der Wahl angegeben [5, 10, 11] und sind der Kirschner-Draht-Fixation oder resorbierbaren Stiften vorzuziehen. Ähnlich zeigt unsere Erfahrung, dass die Stiftdfixation keinen adäquaten Halt für kleine Fragmente bietet.

Größere Fragmente werden am besten mit 3,5-mm-Kleinfragmentschrauben in p.-a. Richtung fixiert [1, 13, 14]. Jupiter et al. [9] berichteten 1988 in 22 Fällen eine adäquate Stabilisierung dieser Frakturen durch ausschließliche 4,0-mm-Kleinfragmentschrauben-Fixation. Die Anwendung von kanülierten Schrauben ermöglichte in unserem Kollektiv sogar häufig die gezielte Fixation bei limitierter Exposition des Gelenks.

Mehrfragmentverletzungen im Bereich des medialen oder lateralen Kondylenpfeilers erfordern in Ausnahmefällen die Anwendung einer Plattenosteosynthese. Hierbei kann meist eine Drittelrohrplatte zur Anwendung kommen, die durch entsprechende Vorbereitung mit distalen Häkchen und von distal nach proximal eingebrachter Kleinfragmentschraube zu einer Kompression der einzelnen Fragmente führt, ohne dass eine Fixation der einzelnen Komponenten erforderlich ist.

Zusammenfassend kamen folglich 3 unterschiedliche Techniken unter Berücksichtigung der Anzahl und Größe der Fragmente im Gelenkbereich zur Anwendung.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. G. Regel

Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Kliniken der Stadt und des Landkreises Rosenheim GmbH, RoMed Klinikum Rosenheim, Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München, Pettenkoferstraße 10, 83022 Rosenheim
gerd.regel@kliro.de

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

Literatur

1. Broberg MA, Morrey BF (1987) Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. Clin Orthop 216:109–115
2. Bryan RS, Morrey BF (1985) Extensive posterior exposure of the elbow. Clin Orthop 166:188–194
3. Caza VL, Moroni A, Vendemia V et al (1994) Surgical treatment of bicondylar fractures of the distal humerus. Injury 25:433–438

4. Foulk DA, Robertson PA, Timmermann LA (1995) Fracture of the trochlea. *J Orthop Trauma* 9(6):530–532
5. Helfet DL, MDGJ Schmeling MD (1993) Bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus in adults. *Clin Orthop* 292:26–36
6. Hoebe P, Bongers KJ, Wildenberg FA vd (1994) Double tension band osteosynthesis in supra- and transcondylar humeral fractures. *Injury* 25:305–309
7. Holdsworth BJ, Mossad MM (1990) Fractures of the adult distal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 72:362–365
8. John H, Rosso R, Neff U et al (1994) Operative treatment of distal humeral fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Br* 76(5):793–796
9. Jupiter JB, Neff U, Regazzoni P, Allgower M (1988) Unicondylar fractures of the distal humerus: an operative approach. *J Orthop Trauma* 2(2):102–109
10. Kuhn JE, Louis DS, Loder RT, Michigan AA (1995) Divergent single-column fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 57(4):538–542
11. McKee MD, Jupiter JB, Bammerger HB (1996) Coronal shear fractures of the distal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 78(1):49–54
12. Mittlmeier T, Beck M (2009) Luxation des Ellenbogengelenks des Erwachsenen. *Unfallchirurg* 112:487–505
13. Morrey BF (1993) The elbow and its disorders. Saunders, Philadelphia, p 356
14. Ochner RO, Bloom H, Palumbo C, Coyle MP (1996) Closed reduction of coronal fractures of the capitellum. *J Trauma* 40(2):199–203
15. O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S (1991) The mechanism of elbow dislocation and instability. *Orthop Trans* 15:187
16. Poynton AR, Kelly IP, O'Rourke SK (1998) Fractures of the capitellum – a comparison of two fixation methods. *Injury* 29(5):341–343
17. Richard M, Aldridge JM 3rd, Wiesler ER, Ruch DS (2008) Traumatic valgus instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 90(11):2416–2422
18. Tscherne H, Oestern HJ (1982) Die Klassifizierung des Weichteilschadens. *Unfallheilkd* 85:111–115
19. Ward WG, Nunley JA (1988) Concomitant fractures of the capitellum and radial head. *J Orthop Trauma* 2(2):110–116
20. Wildburger R, Mähring M, Hofer HP (1991) Supracondylar fractures of the distal humerus: results of internal fixation. *J Orthop Trauma* 5(3):301–307