

Luxationsfrakturen des proximalen Humerus – Ergebnisse nach operativer Behandlung

Eine AO-Studie über 167 Fälle

E. H. Kuner, G. Siebler

Abteilung für Unfallchirurgie (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. H. Kuner) im Zentrum Chirurgie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

167 Patienten mit Luxationsfrakturen des proximalen Humerus – operativ versorgt in den Jahren 1970 bis 1980 – wurden nach der von Neer angegebenen Klassifikation in Zweisegment- (n = 24), Dreisegment- (n = 60), Viersegment- (n = 61) sowie Kalottenfrakturen (n = 22) eingeteilt und durchschnittlich 43,2 Monate nach dem Unfall klinisch und radiologisch nachuntersucht. Bei jeder fünften Luxationsfraktur war primär eine neurologische Komplikation festzustellen. Nur in 31 % der Fälle konnte ein gutes oder sehr gutes funktionelles Resultat erzielt werden. Die Ergebnisse zeigten sowohl hinsichtlich der Funktion als auch der Häufigkeit aseptischer Kopfnekrosen eine deutliche Abhängigkeit vom Frakturtyp, d. h. von der Zahl der dislozierten Segmente. Die Ergebnisse nach 23 implantierten Kopfprothesen waren funktionell unbefriedigend. Hinsichtlich der einzelnen Operationsverfahren konnte eine leichte Überlegenheit der Minimalosteosynthese (Kirschner-Drähte, Zuggurtung, Schraubenosteosynthese) gegenüber der Plattenosteosynthese (T-Platte) festgestellt werden. Wir schließen daraus, daß gerade bei den durchblutungsgefährdeten Mehrsegmentfrakturen eine schonende Rekonstruktion des proximalen Humerus mit Refixation der Rotatorenansätze einem primären Gelenkersatz vorzuziehen ist.

Fracture dislocations of the proximal humerus – results after operative treatment

167 patients with fracture dislocations of the proximal humerus – operated upon between 1970 and 1980 – were followed up on an average 43.2 months after the accident. Fractures were classified according to Neer in two-part- (n = 24), three-part- (n = 60) and four-part-fractures (n = 61) as well as fractures of the articular surface (n = 21). 20.4 % of all fractures were complicated by a neurological lesion. In 31 % of all cases a good or excellent result was obtained. The functional result and the rate of avascular head necrosis were dependent on the type of fracture, that means the number of displaced parts. Results after 23 head prostheses were disappointing. The analysis of functional results and the rate of avascular head necrosis after different types of operation proved that minimal fixation with K-wire or tension-band was slightly superior to plate fixation.

Einleitung

„Die am häufigsten geübten Methoden der Behandlung von Verrenkungsbrüchen der Schulter sind die Einrichtung in offener Wunde oder das Entfernen des verrenkten Kopfes.“ Diese Feststellung von Böhler aus dem Jahre 1929 gründet sich auf zwei wichtigen Erfahrungen: der Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit einer unblutigen Reposition und Retention sowie der Häufigkeit einer sekundären avaskulären Humeruskopfnekrose.

Neben der Luxation selbst galt die offene Reposition als eine wesentliche Ursache in der Pathogenese der aseptischen Kopfnekrose [3, 9]. In den wenigen systematischen

Mitteilungen über klinische und radiologische Spätergebnisse wird die Prognose insbesondere der intrakapsulären Luxationsfraktur übereinstimmend als nicht günstig angesehen [10, 11, 13, 14, 16]. Geringe Fallzahlen und unterschiedliche Verwendung der Begriffe „Luxationsfraktur“ und „Luxationstrümmerfraktur“ erschweren jedoch den Vergleich einzelner Behandlungsmethoden.

Erweitert wurde das Verständnis über die Pathologie proximaler Humerusfrakturen durch die Klassifikation von Neer (1970), die besonders den Zusammenhang zwischen Frakturform und Gefährdung der Kopfdurchblutung aufzeigt. Diese Klassifikation hat auch in der deutschsprachigen Literatur zunehmend Verbreitung gefunden [7, 17], so daß eine notwendige vergleichende Bewertung einzelner Behandlungsverfahren auf anerkannter Basis vorgenommen werden kann.

Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, an der sich neun deutsche Kliniken beteiligten, die Spätergebnisse nach operativer Behandlung zu ermitteln und dabei frakturabhän-

Unter Mitarbeit von: Rahmzadeh u. Breyer, Unfallchirurgie der FU Berlin; Schmit-Neuerburg u. Obertacke, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Essen; Kuner u. Siebler, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Freiburg; Ecke u. Deeg, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Gießen; Tscherne u. Giebel, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Hannover; Muhr u. Knopp, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Homburg; Jäger u. Wirth, Orthopädische Universitätsklinik München; Weller, Hermichen u. von Rechteren, BG-Unfallklinik Tübingen; Burri, Kirchner u. Urbanski, Unfallchirurgie, Universitätsklinik Ulm.

gige und frakturunabhängige Parameter herauszuarbeiten, die das Ausheilungsergebnis und damit die Prognose der Verletzung bestimmen.

Patienten und Methode

In die Studie aufgenommen wurden 167 Patienten, bei denen zwischen 1970 und 1980 eine Luxationsfraktur des proximalen Humerus operativ behandelt wurde. Es handelt sich um 86 Männer und 81 Frauen im Alter zwischen 17 und 89 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 44,3 Jahren für die Männer und 57,1 Jahren für die Frauen. 88mal war die rechte, 79mal die linke Schulter betroffen. Die klinische und radiologische Nachuntersuchung erfolgte im Schnitt 43,2 Monate nach dem Unfall.

Isolierte proximale Humerusläsionen	122
Commotio/Contusio cerebri	12
Rippenfrakturen	3
Fraktur einer oberen Extremität	13
Fraktur des Beckens, Wirbelsäule und der unteren Extremitäten	6
Polytrauma	11
Total	167

Tabelle 1. Häufigkeit zusätzlicher Verletzungen bei Humeruskopfläsionen (n = 167).

Frakturtypus	N. axillaris	Plexus brachialis*	%
2-Segment	2	3	20,8
3-Segment	5	6	18,3
4-Segment	6	9 (2)**	24,6
Kalottenfraktur	2	1	13,6
Total	15	19	21,6

* = komplett/inkomplett, ** = zusätzliche A. axillaris.

Tabelle 2. Traumatisch bedingte Nervenläsion (n = 167).

Alle Frakturen wurden nach dem von Neer angegebenen Schema eingeteilt, die Luxationsrichtung des Kopfes blieb bei der Analyse der Ergebnisse unberücksichtigt. Das funktionelle Ergebnis – bewertet nach einem Punkteschema [4] – und die Häufigkeit aseptischer Kopfnekrosen wurde in Beziehung gesetzt zur Frakturform sowie zur Art der operativen Versorgung.

	2-Segment	3-Segment	4-Segment	Kalotte	Gesamt
Platte („T“)	8	42	23	10	83
Schrauben	11	5	3	2	21
K-Drähte	3	6	14	2	25
Zuggurtung	1	3	3	1	8
Osteosutur	1	–	1	1	3
Kopfestirpation	–	2	2	–	4
Kopfprothese	–	2	15	6	23
	24	60	61	22	167

Tabelle 3. Operationsverfahren/Frakturtypus (n = 167).

Am Unfalltag	41	22,0 %
Innerhalb der ersten Woche	55	52,7 %
Innerhalb der zweiten Woche	23	34,8 %
Drei Wochen und später	21	28,6 %

Tabelle 4. Zeitpunkt der operativen Versorgung. Zuordnung der Ergebnisse „sehr gut + gut“ (n = 140).

Fast die Hälfte der Unfälle ereigneten sich im Straßenverkehr (47%), wobei alle Verkehrsteilnehmer gleichermaßen betroffen waren. Häusliche Unfälle (31%), Arbeitsunfälle (11%) und Sportunfälle (8%) folgten in entsprechendem Abstand. Einige wenige Frakturen waren auf Krampfanfälle unterschiedlicher Genese zurückzuführen.

Bei 122 Verletzten (73%) lag eine isolierte Schulterverletzung vor, elf Patienten (6,6%) waren polytraumatisiert. Art und Häufigkeit von Zusatzverletzungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Ergebnisse

Bei jeder fünften Luxationsfraktur ist eine primäre neurologische Komplikation festzustellen (Tabelle 2); mit steigender Zahl der Segmentdislokation nehmen Häufigkeit und Schwere von Begleitverletzungen zu. In 21 von 34 Fällen (61%) hatten sich die Paresen bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vollständig zurückgebildet.

140mal wurde eine operative Rekonstruktion des proximalen Humerus angestrebt (Tabelle 3), 27mal wurde der Humeruskopf primär entweder ersatzlos entfernt (n = 4) oder durch die Kopfprothese ersetzt (n = 23). In 41 Fällen (29,3%) erfolgte die Osteosynthese am Unfalltag, der häufigste Operationszeitpunkt lag in der ersten Woche nach dem Unfall. 15% der Osteosynthesen wurden erst in der dritten Woche oder später durchgeführt. Die Häufigkeit „sehr guter“ und „guter“ Ergebnisse in Abhängigkeit vom Operationszeitpunkt ist in Tabelle 4 dargestellt.

Stabile Osteosynthesen wurden ausnahmslos frühfunktionell nachbehandelt, nach Minimalosteosynthesen kamen

für zwei bis fünf Wochen adduzierende (Desault, Gilchrist) oder abduzierende Verbände (Abduktionsschiene, Abduktionsgips) zur Anwendung, bevor die Schulter für eine intensive krankengymnastische Übungsbehandlung freigegeben wurde.

Der stationäre Aufenthalt betrug durchschnittlich 20,7 Tage; die berufstätigen Patienten waren im Schnitt 18,1 Wochen arbeitsunfähig. Bei knapp zwei Drittel der Patienten wurde das Osteosynthesematerial im Mittel nach 9,1 Monaten entfernt.

Unter den postoperativen Komplikationen stehen Wundheilungsstörungen und Infektionen an erster Stelle. Sechs oberflächliche epifasziale infizierte Hämatome konnten durch einfache Maßnahmen zur Ausheilung gebracht werden. Tiefe Infektionen mit Knochen- und Gelenkbeteiligung traten zwölfmal auf (7,2%), achtmal nach Plattenosteosynthese, dreimal nach Minimalosteosynthese und einmal nach Prothesenimplantation. Damit liegt die Infektrate nach Plattenosteosynthese mit 9,6% deutlich höher als nach Minimalosteosynthese (5,3%).

Bis zur knöchernen Heilung bzw. Abschluß der Behandlung waren in 17 Fällen (10,2%) Sekundäreingriffe erforderlich. Ursache und Art des Reeingriffs sind in Tabelle 5 aufgeführt. Reeingriffe wurden elfmal nach Plattenosteosynthese (13,3%), viermal nach Minimalosteosynthese

Ursache	Zahl	Reeingriffe	Zahl
Infektion	3	→ Kopfresektion	2
		→ Prothesenentfernung	1
Pseudarthrose	3	→ Spongiosoplastik	3
Kopfnekrose	6	→ Kopfresektion	4
		→ Prothese	2
Schraubenlockerung	1	→ Platte	1
Gelenksteife	1	→ Arthrolyse	1
Mißglückte Operation	2	→ Prothese	1
		→ Platte	1
Prothesenluxation	1	→ Reimplantation	1
Total	17		17

Tabelle 5. Zweiteingriffe nach Osteosynthesen (n = 167).

Frakturtypus	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Schlecht	Gesamt
2-Segment	10	8	3	3	24
3-Segment	13	12	15	20	60
4-Segment	2	5	21	33	61
Kalottenfraktur	1	1	6	14	22
Total	26	26	45	70	167

Tabelle 6. Funktionelle Ergebnisse (n = 167).

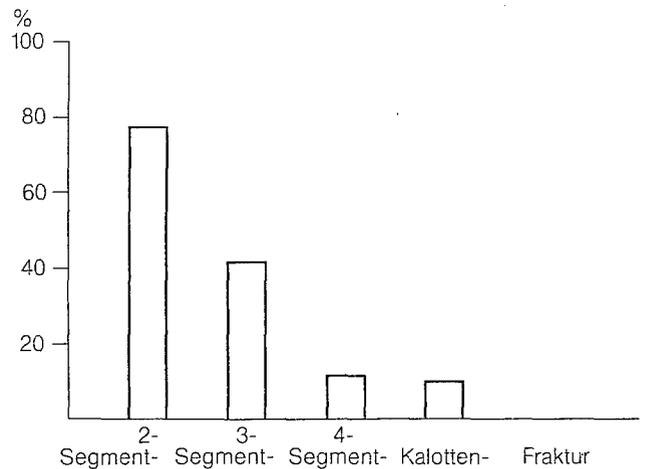


Abbildung 1. Sehr gute und gute Ergebnisse in Abhängigkeit vom Frakturtyp.

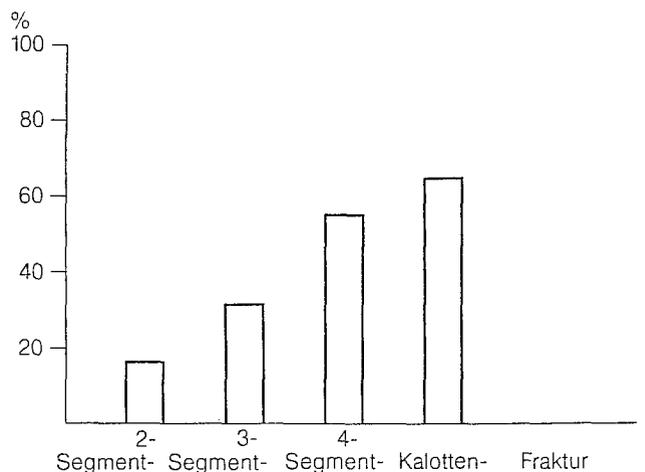


Abbildung 2. Schlechte Ergebnisse in Abhängigkeit vom Frakturtyp.

(7,0%) und zweimal nach Prothesenimplantation (8,7%) notwendig.

Insgesamt konnte bei 31% der operierten Patienten ein „sehr gutes“ und „gutes“ funktionelles Ergebnis erzielt werden (Tabelle 6). In 42% der Fälle war das Ergebnis mit „schlecht“ zu bewerten. Die Abhängigkeit vom Frakturtyp ist eindeutig mit Abnahme der guten und Zunahme der schlechten Ergebnisse bei steigender Segmentdislokation (Abbildungen 1 und 2). Die Häufigkeit aseptischer Kopfnekrosen zeigt die gleiche Abhängigkeit vom Frakturtyp (Tabelle 7 und Abbildung 3).

Der Zusammenhang zwischen funktionellem Ergebnis bzw. Häufigkeit aseptischer Kopfnekrosen und Operationsverfahren ist in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt. Bei 140 kopferhaltenden Operationen sind „gute“ und „sehr gute“ funktionelle Ergebnisse nach Minimalosteosynthese häufiger

	2-Segment	3-Segment	4-Segment	Kalottenfraktur
Partielle Nekrose	2	12	10	11
Totale Nekrose	-	6	12	3
Total: 56 (40%)	2 (8,3%)	18 (32,1%)	22 (50,0%)	14 (87,5%)

Tabelle 7. Aseptische Kopfnekrose und Frakturtyp (kopferhaltende Operationen, n = 140).

Operation	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Schlecht	Gesamt
Platte	15	13	26	29	83
Minimalosteosynthese	11	13	15	18	57
Prothese			3	20	23
Kopfxestirpation			1	3	4
Total	26	26	45	70	167

Tabelle 8. Funktionelle Ergebnisse und Operationsverfahren (n = 167).

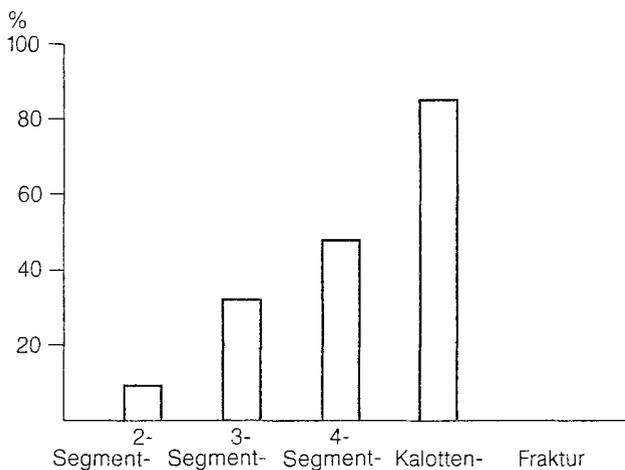


Abbildung 3. Aseptische Kopfnekrosen in Abhängigkeit vom Frakturtyp.

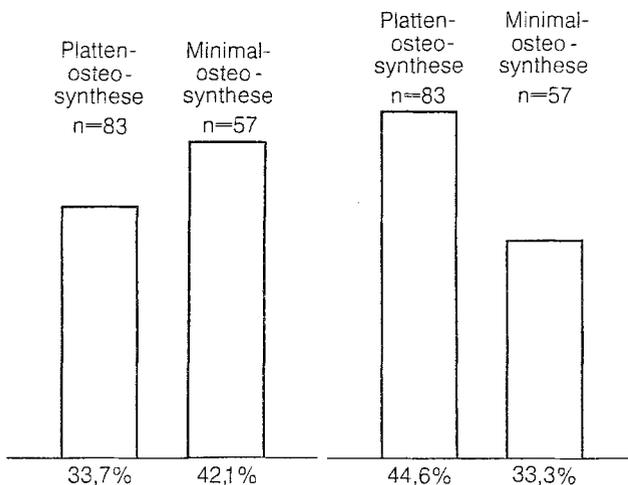


Abbildung 4. Sehr gute und gute Ergebnisse. - - - - - Abbildung 5. Aseptische Kopfnekrosen.

ger als nach Plattenosteosynthese (Tabelle 8); aseptische Kopfnekrosen treten nach Minimalosteosynthese weniger

häufig auf als nach Plattenosteosynthese. Nach Kopfresektion bzw. Implantation einer Kopfprothese wird nur in Einzelfällen eine befriedigende Funktion wiedererlangt.

Diskussion

Die Ergebnisse bestätigen die bekannte Erfahrung, daß die Prognose einer Luxationsfraktur des proximalen Humerus im wesentlichen durch die Frakturform bestimmt wird [7, 9, 11, 13, 16]. Dies gilt sowohl für die zu erwartende Funktion als auch für das Auftreten einer Humeruskopfnekrose. Die klinische Brauchbarkeit der Neerschen Klassifikation und die Logik der ihr zugrundeliegenden pathophysiologischen Überlegungen werden umgekehrt durch die vorliegenden Ergebnisse nachdrücklich unterstrichen.

Eine weitverbreitete Meinung kann nicht bestätigt werden: daß nämlich Frakturen am proximalen Humerus überwiegend alte Menschen betreffen [17]. Altersverteilung, Altersdurchschnitt und Altershäufung (Abbildung 6) sind nahezu identisch mit den von Neer mitgeteilten Zahlen und bestätigen seine Beobachtung, daß die meisten betroffenen Patienten in ihren aktivsten Lebens- und Berufsjahren stehen. Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) hat für die geschlossene proximale Humerusfraktur eine durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit von etwa elf Wochen errechnet [18]. Der Wert von 18,1 Wochen in der vorliegenden Studie spiegelt nur die besondere Problematik der Luxationsfrakturen wider.

Primäre neurologische Komplikationen waren mit über 20% besonders häufig [8] und in weniger als zwei Drittel der Fälle reversibel. In der Gruppe der Zweissegmentluxationsfrakturen mit Abriß des Tuberculum majus kann der neurologische Schaden allein die Indikation zur Operation bedeuten, ihr Anteil ist deshalb überdurchschnittlich hoch. Bei den Mehrsegmentluxationsfrakturen steigt die Häufigkeit neurologischer Komplikationen mit der Zahl dislozierter

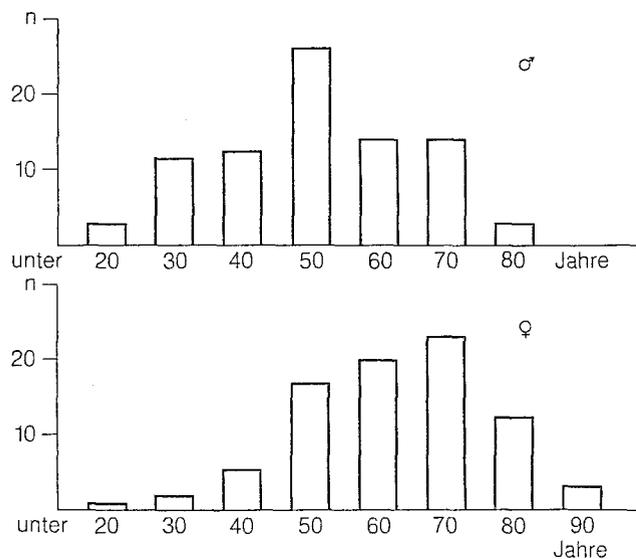


Abbildung 6. Altersverteilung.

Segmente und ist ein weiterer Indikator für das Ausmaß lokaler Weichteilschädigung.

Weniger als 30% der Osteosynthesen wurden primär am Unfalltag, fast ein Drittel jedoch erst in der zweiten Woche und später durchgeführt. Der Anteil polytraumatisierter Patienten (6,5%) erklärt diese Zurückhaltung nicht, sie muß eher als ein Ausdruck einer gewissen Unsicherheit hinsichtlich der Indikationsstellung gedeutet werden. Offensichtlich wurde in der überwiegenden Zahl der Fälle die Indikation zur Operation erst nach konservativen Behandlungsversuchen gestellt. Der geringere Anteil guter Ergebnisse nach Primärversorgung darf deshalb auch nicht fehlinterpretiert und dem Operationszeitpunkt angelastet werden: Er ist Folge einer negativen Auswahl prognostisch ungünstiger Verletzungen mit neurologischen und vaskulären Komplikationen. Die theoretisch zu fordernde Überlegenheit einer frühen Osteosynthese gerade bei durchblutungsgefährdeten Frakturformen wird zumindest durch die Ergebnisse der in der ersten Unfallwoche operierten Patienten unterstrichen.

Im Mittelpunkt des Interesses steht jedoch die Frage nach dem geeigneten Operationsverfahren. Die für Gelenk und gelenknahe Frakturen anderer Skelettabschnitte gültige Forderung nach anatomischer Reposition und stabiler Fixation läßt sich am proximalen Humerus aus anatomischen und mechanischen Gründen nur bedingt realisieren; sie kann auch nicht oberstes Ziel der Operation sein, zumindest nicht um den Preis einer extensiven Freilegung und weiteren Schädigung der Durchblutung [5], da selbst gröbere Achsenabweichungen funktionell ausgeglichen werden und

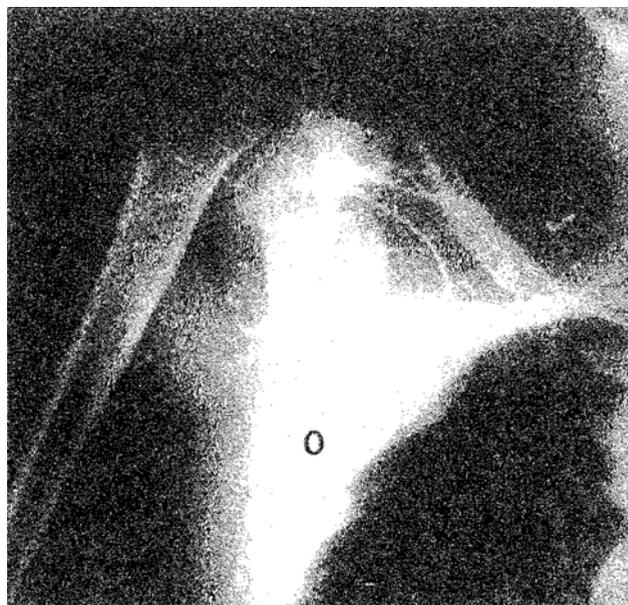


Abbildung 7. Vordere Viersegmentluxationsfraktur mit Verschluss der A. axillaris und kompletter Plexuslähmung bei einem 48-jährigen Patienten nach Fahrradunfall.



Abbildung 8a



Abbildung 8b

Abbildungen 8a und 8b. a) Vordere Dreisegmentluxationsfraktur nach Versuche der geschlossenen Reposition einer Schulterluxation mit Abriß des Tuberculum majus. - b) Status nach offener Reposition und Bohrdrahtosteosynthese.

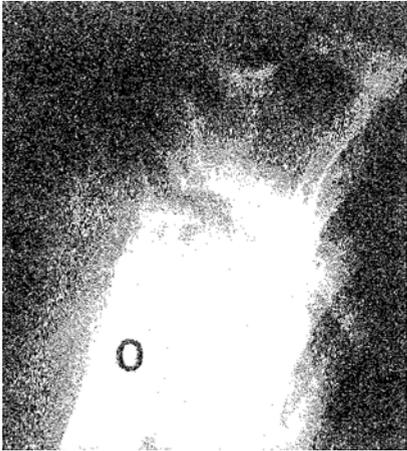


Abbildung 9a

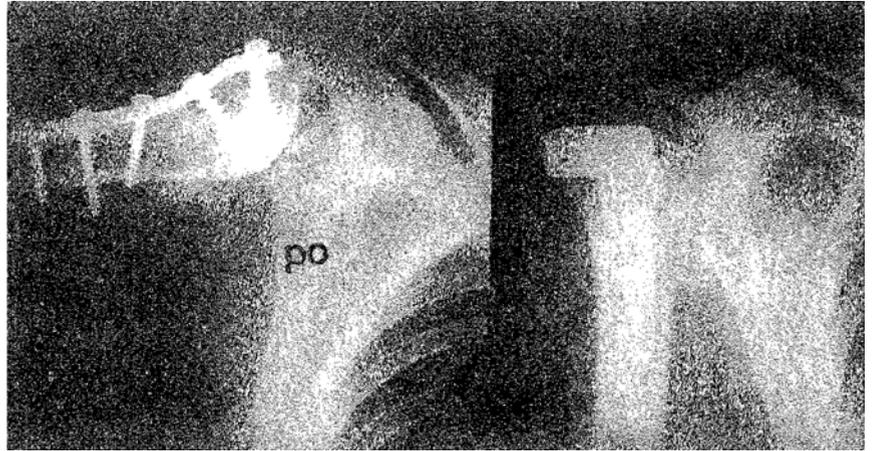


Abbildung 9b

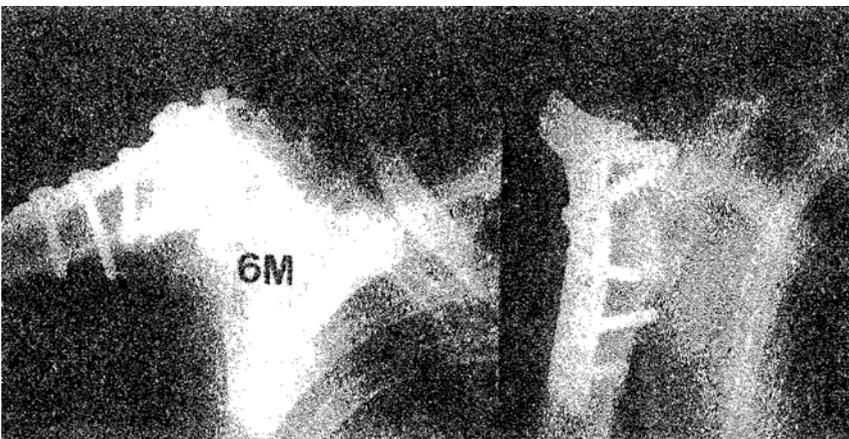


Abbildung 9c

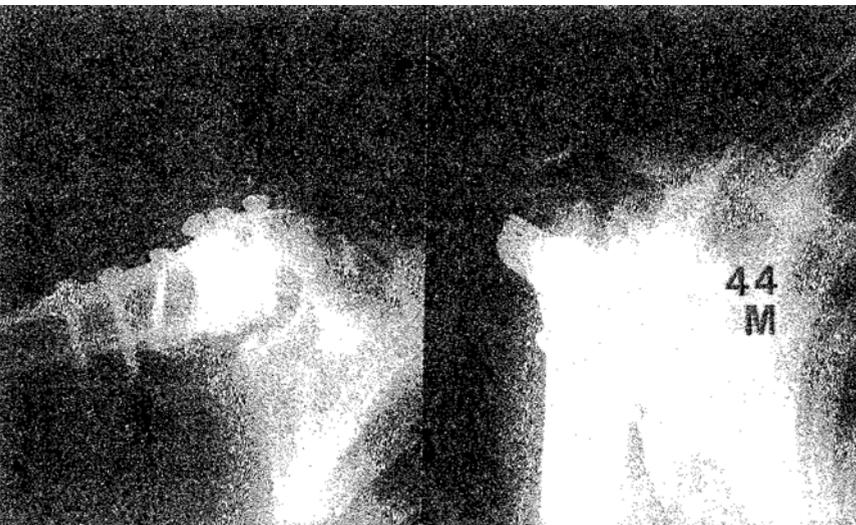


Abbildung 9d

Abbildungen 9a bis 9d. a) Viersegmentluxationsfraktur bei einer 52jährigen Patientin nach häuslichem Unfall. Komplette Zerreißung der Rotatorenmanschette und Isolierung des Kopfsegmentes. - b) Status nach Osteosynthese durch L-Platte und Rekonstruktion der Rotatorenansätze. Regelmäßige Form des Humeruskopfes. - c) Nach sechs Monaten knöcherner Heilung regelrecht; beginnende Entrundung des Humeruskopfes. - d) Nach 44 Monaten fortgeschrittene avaskuläre Kopfnekrose mit beginnender Arthrose. Funktion unbefriedigend.

eine posttraumatische Arthrose nicht die fatalen Folgen zeitigt wie an den belasteten Gelenken der unteren Extremität [1]. Die Vorteile einer Minimalosteosynthese mit schonen-

der Reposition, Rekonstruktion der Rotatorenansätze am Tuberculum majus und minus und sparsamer Verwendung von Implantaten sind bekannt [6, 7, 16] und erkennbar

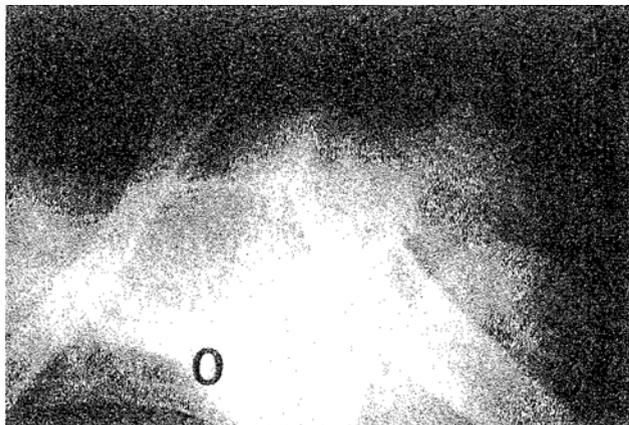


Abbildung 10a

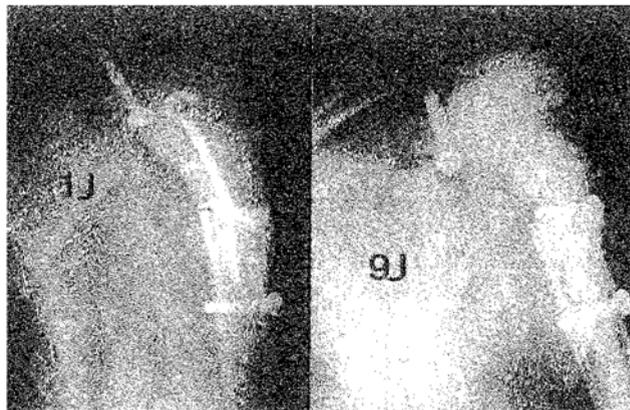


Abbildung 10b

Abbildungen 10a und 10b. a) Viersegmentluxationsfraktur einer 63jährigen Patientin nach häuslichem Unfall 1973. Operative Versorgung durch isoelastische Kopfprothese Typ Mathys mit Refixation der Rotatorenansätze. – b) Verschlechterung der anfangs guten Funktion. Radiologisch zunehmende Subluxation des Kopfes nach kranial als Zeichen der Rotatoreninsuffizienz.

sowohl in funktioneller Hinsicht als auch an der Rate aseptischer Kopfnekrosen (Abbildungen 4 und 5). Allenfalls bei wenig nekrosegefährdeten Zwei- und Dreisegmentfrakturen, großen Fragmenten und fester jugendlicher Spongiosa ist eine Platten- und Schraubenosteosynthese sinnvoll möglich. Der Anteil von 59,3% Plattenosteosynthesen, bezogen auf die Zahl rekonstruierter Luxationsfrakturen in der vorliegenden Studie, muß retrospektiv sicherlich als zu hoch angesehen und zum Teil für die unbefriedigenden Ergebnisse verantwortlich gemacht werden. Insofern ist von der häufigeren Durchführung der Minimalosteosynthesen bei den prognostisch ungünstigen Drei- und Viersegmentfrakturen noch eine gewisse Verbesserung der Ergebnisse zu erwarten.

Im Gegensatz zum Femur kann die Problematik der kopfnahen, nekrosegefährdeten Fraktur am Humerus mit den Möglichkeiten der Endoprothetik nicht annähernd gelöst werden. Eine Seitwärts- und Vorwärtshebung des Armes bis 90° und eine funktionell brauchbare Rotation werden nach Implantation der Kopfprothese nur in Ausnahmefällen erreicht [15], insgesamt ist die Beweglichkeit nur unwesentlich günstiger als nach ersatzloser Kopfresektion. Auch die relative Beschwerdefreiheit der meisten Patienten kann nicht über diese unbefriedigende Situation hinwegtäuschen. Das Hauptproblem der isoelastischen Kopfprothese liegt in der zuverlässigen und biologischen Fixation der tuberkulären Region, damit die „zentrierende Funktion“ der Rotatoren auf den Humeruskopf wirksam werden kann. Die Insuffizienz der Rotatorenmanschette führt zu einem Wandern des Drehpunktes während der Bewegung mit Subluxation des Kopfes nach kranial. Die theoretisch überzeugende Lösung mit Ersatz lediglich der Kopfkalotte und Rekonstruktion der tuberkulären Region [13] konnte durch

die Klinik nicht bestätigt werden [7, 10, 15]. Es bleibt in der Traumatologie die Forderung gültig, daß bei der Erstversorgung die operative Rekonstruktion auch bei einer zu erwartenden Humeruskopfnekrose anzustreben ist. Die Schulterprothese ist mit der Arthrode und der Resektionsplastik als eine Sekundärmaßnahme anzusehen.

Literatur

1. Bandi, W.: Zur operativen Therapie der Humeruskopf- und -halsfrakturen. Hefte Unfallheilk. 126 (1976), 38–45.
2. Böhler, L.: Die Behandlung von Verrenkungsbrüchen der Schulter. Z. Chir. (1929).
3. Böhler, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich, Wien 1953, Ergänzungsband 1963.
4. Breyer, H. G., R. Rahmzadeh, H. D. Brauner: Zur Bewertung der Bewegungseinschränkung im Schultergelenk. Hefte Unfallheilk. 148 (1980), 871.
5. Huggler, A. H., Th. Rüedi: Operative Behandlung von Humeruskopffrakturen. In: Chapchal, G. (Hrsg.): Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion. Thieme, Stuttgart-New York 1984, S. 112–115.
6. Jäger, M., C. J. Wirth: Luxationstrümmerfrakturen des Humeruskopfes – Resektion oder Refixation der Fragmente? Unfallheilkunde 84 (1981), 26–32.
7. Jakob, R. P., R. Ganz: Proximale Humerusfrakturen. Helv. chir. Acta 48 (1981), 26–32.
8. Kaeser, H. E.: Neurologische Nebenverletzungen bei Luxationen und Frakturen im Bereich der Schultergegend. In: Chapchal, G. (Hrsg.): Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion. Thieme, Stuttgart-New York 1984, S. 86–88.
9. Knight, R. A., J. A. Mayne: Comminuted fractures and fracture-dislocations involving the articular surface of the humeral head. J. Bone Jt Surg. 39-A (1957), 1343–1355.
10. Lim, T. E., R. K. Marti, P. E. Ochsner: Trümmerfrakturen und Luxationsfrakturen am proximalen Humerusende. In: Chapchal, G. (Hrsg.): Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion. Thieme, Stuttgart-New York 1984, S. 115–117.
11. Meeder, R. J., K. Weise, A. Wentzensen: Technik und Ergebnisse einer operativen Therapie der Humeruskopfluxationsfraktur des Erwachsenen. Akt. Traumatol. 10 (1980), 201–207.
12. Neer, C. S.: Displaced proximal humeral fractures. J. Bone Jt Surg. 52-A (1970), 1077–1089.

13. Neer, C. S.: Displaced proximal humeral fractures. *J. Bone Jt Surg.* 52-A (1970), 1090-1103.
14. Poigenfürst, J.: Der Oberarmbruch im Collum anatomicum. *Unfallheilkunde* 80 (1977), 537-546.
15. Rüter, A., C. Burri: Schulterprothesen in der Traumatologie. *Hefte Unfallheilk.* 160 (1982), 123-135.
16. Sturzenegger, M., E. Fornano, R. P. Jakob: Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 100 (1982), 249-259.
17. Wörsdorfer, O., F. Magerl: Operative Behandlung der proximalen Humerusfrakturen. *Hefte Unfallheilk.* 160 (1982), 136-154.
18. Wüthrich, P.: Sozio-ökonomische Bedingungen und Folgen der traumatischen Schulteraffektion. In: Chapchal, G. (Hrsg.): *Verletzungen und Erkrankungen der Schulterregion.* Thieme, Stuttgart-New York 1984, S. 108-112.

Für die Verfasser: Prof. Dr. E. H. Kuner, Abteilung für Unfallchirurgie im Zentrum Chirurgie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Hugstetter Straße 55, D-7800 Freiburg.