Diagnostik und Klassifikation von Schulterverletzungen

Skapulafrakturen, „floating shoulder“ und proximale Humerusfrakturen

Die Klassifikation von Frakturen dient nicht nur der Formulierung einer genauen Diagnose, es sollte sich auch die zu erwartende Prognose abschätzen lassen. Anhand einer genauen Einteilung lassen sich zudem Therapieschemata festlegen und evaluieren. Obwohl anatomische Varianten und verschiedenste Frakturformen berücksichtigt werden müssen, sollte die Einteilung einem logischen und anschaulichen Prinzip folgen, um auch im klinischen Alltag eine hohe Reproduzierbarkeit zu erreichen.

Die Diagnostik und Klassifikation von Schulterverletzungen umfassen ein breites Spektrum. Im Folgenden werden sie für Skapula- und proximale Humerusfrakturen dargestellt. Insbesondere aktuelle Erkenntnisse aus der Literatur sollen dabei herausgearbeitet werden.

Skapulafrakturen und „floating shoulder“

Klassifikation

Skapulafrakturen können nach intra- oder extraartikulärer Verlaufsform eingeteilt werden. Jede darüber hinausgehende Klassifikation sollte die Morphologie, die Schwere und die Prognose der Fraktur berücksichtigen, um die Entscheidung über das konservative oder operative Vorgehen begründen zu können [24].

Nach der Klassifikation der Glenoidfrakturen nach Ideberg et al. [13] werden die Pfannenrandfrakturen basierend auf konventionellen a.-p. und seitlichen Röntgenaufnahmen in die Typen I–VI eingeteilt (■ **Abb. 1**):

- Bei Typ-I-Frakturen handelt es sich um einen vorderen Pfannenrandabbruch bzw. eine vordere Chip-Fragment-Fraktur.
- Typ-II-Frakturen sind untere Pfannenrandfrakturen unter Einbeziehung eines Teils des Collum scapulae.
- Bei Typ III betrifft die Fraktur den oberen Pfannenrand und erstreckt sich durch die Basis des Korakoids.
- Typ-IV-Frakturen sind horizontale Brüche durch die Gelenkpfanne, die sich in Collum und Corpus scapulae inkomplett fortsetzen.
- Bei Typ V handelt es sich um eine horizontale Fraktur.
- Bei Typ VI liegt zusätzlich zum horizontalen Bruch eine komplette oder inkomplette Fraktur des Collum scapulae vor.

Euler u. Rüedi [7] erweiterten die Ideberg-Klassifikation auf 5 Gruppen (■ **Tab. 1**). 3 davon sind extraartikulär und beziehen sich auf Frakturen des Skapulablatts (Typ A), seiner Fortsätze (Typ B) und des Pfannenhalses (Typ C) mit den jeweiligen Untergruppen. Die Brüche des Pfannen-

halses werden dabei in die seltenen Frakturen im anatomischen (C1, lateral der Korakoidbasis) und die häufigen Frakturen im chirurgischen Hals (C2, medial der Korakoidbasis durch die Incisura scapulae) unterteilt.

Im Gegensatz dazu wird eine Fraktur im chirurgischen Hals in die Gruppe C3 eingeordnet, falls sie von einer zusätzlichen Verletzung der korakoklavikulären Aufhängung der Skapula begleitet wird („floating shoulder“). Diese kann aus einer zusätzlichen Fraktur der Klavikula bestehen (C3a) oder aus einem Abriss der korakoklavikulären bzw. korakoakromialen Bänder (C3b). In beiden Fällen ist das laterale Fragment der Skapula, der so genannte „korakoglenoidale Block“, von allen Strukturen getrennt, die ihn in seiner Position halten, sodass dieser Frakturtyp als instabil anzusehen ist. Die Definition und Klassifikation der „floating shoulder“ sind jedoch nicht immer eindeutig gewesen [14, 23]. Der Begriff geht auf eine Publikation von Herscovici et al. [11] aus dem Jahr 1992 zurück. Sie definierten die „floating shoulder“ als ipsilaterale Klavikulaschaftfraktur in Kombination mit einer Skapulahalsfraktur. Ganz u. Noesberg [8] waren die ersten, die auf den Verlust des stabilisierenden Effekts der Klavikula bei dieser Kombinationsverletzung aufmerksam machten. Einige Autoren bezweifelten die Genauigkeit dieser

Tab. 1 Einteilung der Skapulafrakturen

A	Korpusfrakturen	Skapulablatt, einfach oder mehrfragmentär	
B	Fortsatzfrakturen	B1	Spina
		B2	Korakoid
		B3	Akromion
C	Kollumfrakturen	C1	Collum anatomicum
		C2	Collum chirurgicum
		C3	Collum chirurgicum mit
		a	Klavikulafraktur
		b	Ruptur der Ligg. coracoclaviculare und coracoacromiale
D	Gelenkfrakturen	D1	Pfannenrandabbrüche
		D2	Fossa-glenoidalis-Frakturen
		a	Mit unterem Pfannenrandfragment
		b	Mit horizontaler Skapulaspaltung
		c	Mit korakoglenoidaler Blockbildung
		d	Trümmerfrakturen
		D3	Kombinationsfrakturen mit Kollum- bzw. Korpusfrakturen
E	Kombinationsfrakturen mit Humeruskopffrakturen		

Nach Euler u. Rüedi [7]

Definition. Kumar u. Satku [14] betonten, dass der Begriff „floating“ ausschließlich Frakturen unter- und oberhalb eines Gelenks vorbehalten sein sollte. Nach dieser Auffassung müssten Humerusschaftfrakturen oder proximale Humerusfrakturen Teil der Frakturmorphologie der „floating shoulder“ sein. Diese Kombination ist jedoch sehr selten und nur in Einzelfällen beschrieben (■ **Abb. 2**) [6, 20].

Goss [9] hat die aktuellste Klassifikation publiziert. Er sah diese Verletzung als eine Variante einer doppelten Verletzung der superioren Aufhängung der Schulter („superior shoulder suspensory complex“, SSSC), die aus folgenden 3 Säulen besteht (■ **Abb. 3**):

1. Klavikula – AC Gelenk – Akromion
2. Klavikula – CC-Bänder – Korakoid
3. Knöcherne Verstrebung von Spina – Korakoid – Glenoid

Entsprechend dieser Einteilung handelt es sich z. B. bei einer ipsilateralen Grad-III-AC-Gelenksprengung in Kombination mit einer Skapulahalsfraktur um eine „floating shoulder“ [23].

Intraartikuläre Brüche entsprechen dem Typ D. In Anlehnung an die Ideberg-

Klassifikation [13] werden Bankart-Frakturen (D) von „echten“ Glenoidfrakturen (D2) unterschieden. Erstere bestehen aus einem schrägen Pfannenrandfragment, das am glenoidalen Ende breiter ist als am Skapulahals. Eine große Bankart-Fraktur kann bis zu 1/3 der Pfanne umfassen. Sie muss von der knöchernen Bankart-Läsion unterschieden werden, bei der sich nur ein schmales Kortikalisfragment findet, das zusammen mit dem Labrum bei der Schulterluxation abgesprengt wird und nur wenig Spongiosa enthält.

Skapulafrakturen, die zusammen mit einem Humeruskopfbruch auftreten, werden in eine separate Gruppe E eingeteilt.

Diagnostik

Die konventionelle Diagnostik zur Darstellung der Skapula ist die Standardtraumaserie (true a.-p., transskapular, schmerzabhängig auch axial) am stehenden oder sitzenden Patienten. Sofern eine Fraktur damit nicht eindeutig zu klassifizieren oder der Patient bettlägerig ist, ist eine Computertomographie mit 3D-Rekonstruktion angezeigt. Damit lassen sich die Details einer Fraktur genau erfassen,

und ihre dreidimensionale Rekonstruktion stellt die oft komplexe Morphologie dar. Allerdings verbessert das CT die Einordnung von Skapulahalsfrakturen nicht in allen Fällen. McAdams et al. [15] stellten ihr das konventionelle Röntgen für die Diagnostik von Skapulahalsfrakturen gegenüber und analysierten, dass die CT die ohnehin schon moderate Interobserverreliabilität nicht verbessern konnte.

Die MRT-Untersuchung hat ihren Stellenwert zur Darstellung von begleitenden Rotatorenmanschettenläsionen. Bandverletzungen im Zusammenhang mit der Verletzung des SSSC können nicht ausreichend dargestellt werden [1].

Proximale Humerusfraktur

Klassifikation

Bereits 1896 beschrieb Kocher erstmals eine Fraktуреinteilung des proximalen Humerus. Er unterschied 3 anatomische Regionen:

- den anatomischen Hals,
- die Tubercula sowie
- den chirurgischen Hals.

Diese erste Klassifikation ließ jedoch weder eine Differenzierung von dislozierten und nichtdislozierten Frakturen zu, noch konnten Mehrteilefrakturen adäquat klassifiziert werden. Andere Klassifikationen zu Beginn und Mitte des 21. Jahrhunderts orientierten sich am Unfallmechanismus, konnten sich jedoch nicht durchsetzen.

Duparc et al. [4] unterschieden extra- von intraartikulären Frakturen. Erstere werden in Brüche im Bereich des chirurgischen Halses, in spiralförmige metadiaphysäre und in vertikale Frakturen mit Ausläufern ins Tuberculum majus unterteilt. Die intraartikulären Frakturen sind Brüche im Bereich des anatomischen Halses mit unterschiedlicher Anzahl an Kopffragmenten. Letztere weisen nach Duparc et al. [4] eine deutlich schlechtere Prognose auf.

Neer-Klassifikation

Codman [2] formulierte 1934 eine auf 4 Hauptfragmenten basierende Einteilung:

- Kopffragment,
- Schaftfragment,

- Tuberculum majus und
- Tuberculum minus.

Gleichzeitig erkannte er die Bedeutung der umgebenden Weichteile für den Frakturzusammenhalt. Diese Unterscheidung der Frakturfragmente und deren Dislokationsgrad bildete die Grundlage für die von Neer [18] 1970 formulierte Fraktureinteilung. Er modifizierte die Codmann-Einteilung dahingehend, dass der Grad der Dislokation mit der resultierende Prognose und den Therapieformen in Verbindung gesetzt wurde. Hiermit war erstmals eine Einteilung benannt, durch welche Rückschlüsse von anatomischen und biomechanischen Faktoren auf die Frakturentstehung und die Prognose möglich wurden. Gleichzeitig erhielt dieses System eine hohe Akzeptanz, sodass es sich bis heute als die am häufigsten verwendete Klassifikation für proximale Humerusfrakturen durchsetzen und etablieren konnte.

Voraussetzung für die korrekte Anwendung sind grundlegende anatomische Kenntnisse. Diese beinhalten sowohl die exakte Identifizierung der knöchernen Fragmente auf den Röntgenbildern als auch die Berücksichtigung der Auswirkung der ansetzenden Sehnen bei der Frakturdislokation. Als disloziert gelten per Definition Frakturen mit einer Fragmentverschiebung von über 1 cm oder einer Achsenfehlstellung von über 45°. Die Einteilung erfolgt in nicht oder nur gering dislozierte Frakturen oder entsprechend der Anzahl der dislozierten Fragmente in 2- bis 4-Segment-Frakturen. Mit der Berücksichtigung des Dislokationsgrads wird erstmals in einer Klassifikation der Problematik einer gestörten Vaskularität des Humeruskopfs Rechnung getragen [22]. Mit steigender Anzahl der dislozierten Fragmente erhöht sich nach Neer die Gefahr einer Humeruskopfnekrose mit damit einhergehender Verschlechterung der Prognose.

Vordere und hintere Luxationsfrakturen werden als eigene Gruppe ebenfalls nach der Anzahl der Fragmente unterteilt. Trümmerfrakturen des Humeruskopfs („head-splitting“-Frakturen) werden gesondert aufgeführt.

Mit der „five-part-theory“ wurde die Neer-Klassifikation durch Mittlmeier et

Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2007 · 9 [Suppl 2]:S213–S219 DOI 10.1007/s10039-006-1147-6
© Springer Medizin Verlag 2006

P. Hepp · C. Josten

Diagnostik und Klassifikation von Schulterverletzungen. Skapulafrakturen, „floating shoulder“ und proximale Humerusfrakturen

Zusammenfassung

Die Diagnostik von Schulterverletzungen folgt verletzungsunabhängig einem klaren Protokoll. Neben der Inspektion und Palpation ist die Bildgebung von entscheidender Bedeutung, insbesondere die konventionelle Radiologie mit der Traumaserie [true a.-p., skapulotangential Aufnahme (Y-Aufnahme), axiale Aufnahme]. Sonographie und MRT dienen zur Evaluation von begleitenden Weichteilverletzungen. Insbesondere bei der proximalen Humerusfraktur bietet die computertomographische 3D-Rekonstruktion eine wesentliche Entscheidungshilfe bei der Frage

um Kopferhalt oder primäre Frakturprothetik. Die Einteilung der proximalen Humerusfraktur ist nicht einheitlich, als Goldstandard hat sich die Neer-Klassifikation kristallisiert. Bei den Skapulafrakturen hat sich die pathologiekonforme Klassifikation nach Euler und Rüedi durchgesetzt.

Schlüsselwörter

Proximale Humerusfraktur · Skapulafraktur · „floating shoulder“ · Klassifikation · Diagnostik

Diagnosis and classification of shoulder injuries. Fractures of the scapula and proximal humerus, and floating shoulder

Abstract

The diagnosis of shoulder injuries follows a standardized protocol regardless of the injury sustained. Imaging techniques are of decisive importance, and especially conventional radiographs including the trauma series (true a.-p, y-view and axial views). Sonography and MRI are used to evaluate accompanying soft tissue injuries. The 3D CT reconstruction is a great help when decisions have to be made on the treatment of proximal humerus fractures, and particularly on whether the humeral head should be reconstructed or a pri-

mary arthroplasty performed. There is no universally applied classification system for proximal fractures of the humerus. The Neer classification seems to have emerged as the gold standard. For scapular fractures the Euler and Rüedi classification, which is based on the pathologic findings, has proved its worth.

Keywords

Proximal humerus fracture · Scapular fracture · Floating shoulder · Classification · Diagnosis

Abb. 1 ◀ Ideberg-Klassifikation

al. [16] um ein weiteres Frakturfragment ergänzt. Bedingt durch unterschiedliche Sehnenansätze der Rotatorenmanschette beschrieben diese eine intertuberkuläre Fraktur des Tuberculum majus, das in 2 Teile subklassifiziert werden kann.

Eine Schwäche der Neer-Klassifikation ist das relativ grobe Raster, in dem unterschiedliche Frakturverläufe zusammengefasst werden. So findet die Gruppe der valgusimpaktierten Frakturen (nach AO: A2.3, B1.1, C1.1, C1.2) in der Neer-Klassifikation keine spezielle Berücksichtigung, obwohl sie bis zu 20% der Frakturen ausmacht und sich prognostische Unterschiede zu nicht impaktierten Frakturen ergeben. Zudem wurde kritisch ange-

merkt, dass etwa die Hälfte aller proximalen Humerusfrakturen in der Neer-Klassifikation als minimal disloziert zusammengefasst werden und dass diese Einteilung die Frakturmorphologie nicht adäquat wiedergibt [3]. Neer [19] kommentierte und vertiefte 2002 sein Klassifikationssystem und betonte, dass sich die valgus impaktierten Frakturen durchaus in seinem System wiederfinden, und zwar als Vorläufer der dislozierten 4-Segment-Frakturen. Er verdeutlichte dies in einer aktualisierten Darstellung (■ Abb. 4).

Habermeyer-Klassifikation

Sie berücksichtigt die Problematik hinsichtlich der impaktierten Frakturen und

stellt eine weiterentwickelte Neer-Klassifikation unter Berücksichtigung eines intra- und extrakapsulären Verlaufs dar [10]. Zusätzlich zu den Frakturfragmenten werden die Brüche noch in A- bis C-Frakturen eingeteilt, wobei A- und B-Frakturen extrakapsulär liegen und nicht-disloziert bzw. disloziert sind. Die Luxationsfrakturen werden im Gegensatz zur Neer-Klassifikation erst nach der Reposition eingeteilt. Ventrale Luxationen werden mit Grad 1 und dorsale Luxationen mit Grad 2 beziffert.

AO-Klassifikation

Die Frakturklassifikation der AO/ASIF [17] unterteilt in 3 Hauptgruppen mit zunehmendem Schweregrad und damit einhergehend einer Verschlechterung der Prognose. Typ-A-Frakturen liegen rein extrakapsulär, Gefäßverletzungen sind unwahrscheinlich, somit ist das Risiko einer Humeruskopfnekrose minimal. Frakturen des Tuberculum majus werden dieser Kategorie zugeordnet.

Typ-B-Frakturen sind partiell intrakapsulär gelegen und besitzen ein erhöhtes Risiko für einer Kopfnekrose. 3 der möglichen 4 Fraktursegmente sind betroffen.

C-Frakturen sind intrakapsulär gelegene Gelenkfrakturen mit der nachteiligsten Prognose. Die vaskuläre Isolierung des Gelenkfragments geht mit einem hohen Risiko einer Kopfnekrose einher. Alle 4 Fraktursegmente sind betroffen.

Jede Hauptgruppe wird wiederum in 9 Untergruppen unterteilt, sodass sich insgesamt 27 Klassifikationsmöglichkeiten ergeben. Diese ausführliche Klassifikationsform berücksichtigt die Komplexität der Frakturen. Gerade die ausführliche Einteilung hat sich jedoch im klinischen Alltag nicht durchsetzen können, da sie in der Praxis schwer nachvollziehbar ist.

„binary description system“

Diese auf Zeichnungen von Codman [2] zurückgehende Frakturbeschreibung von Hertel et al. [12] basiert auf 5 grundlegenden Frakturverläufen, resultierend aus 4 Frakturfragmenten (Tubercula, Kopf, Schaft), aus denen sich 12 mögliche Frakturtypen ergeben. Zusätzlich erfolgt eine Evaluation anhand eines strukturierten

Abb. 2 a ► Postoperatives Bild eines 59-jährigen männlichen Patienten, Polytrauma nach Verkehrsunfall mit Schädel-Hirn-Trauma, Thoraxtrauma, Rippenserienfraktur, Hämatothorax, Unterschenkelfraktur sowie proximaler Humerusfraktur und ipsilateraler Klavikulafraktur, Osteosynthese der Klavikulafraktur mittels LCDC-Platte, der proximalen Humerusfraktur mittels gekreuzter Schraubenosteosynthese, **b** radiologisches Ergebnis 1 Jahr postoperativ, **c** funktionelles Ergebnis 1 Jahr postoperativ mit einem Constant-Score von 91 Punkten (sehr gut)

Fragebogens zur Objektivierung radiologischer Parameter. An einer Untersuchung von 100 intrakapsulär gelegenen Frakturen hatten im Bezug auf die Blutversorgung und damit das bestehende Nekroserisiko Anzahl der Fragmente, Grad der Abkippung, Dislokation der Tubercula, glenohumerales Beteiligung oder das Vorliegen einer Trümmerfraktur nur einen einge-

schränkten prädiktiven Wert. Stattdessen waren die wichtigsten Vorhersagewerte für eine Kopfnekrose die Länge des metaphysären Anteils am Kopffragment (<8 mm), ein zerstörter Calcar und das Vorliegen einer Fraktur im anatomischen Hals. Bei gleichzeitigem Vorliegen aller 3 Parameter ergab sich ein Vorhersagewert von bis zu 97% für eine zu erwartende Kopfnekrose.

CT-basiertes dreidimensionales Klassifikationssystem

Edelson et al. [5] haben ein dreidimensionales Klassifikationssystem mit dem Ziel einer hohen Intraobserverreliabilität entwickelt. Anhand von dreidimensionalen CT-Rekonstruktionen von 73 anatomischen Präparaten und 84 Patientenschultern legten sie zunächst ein neues

Abb. 3 ▲ „superior shoulder suspensory complex“ (SSSC) [23, 24]

Abb. 4 ▲ Neer-Klassifikation [19]

Abb. 5 ▲ Schematischer Querschnitt durch den Humeruskopf, Darstellung des „shield“

Konzept der Frakturentstehung vor, in der das feste Glenoid als „Amboss“ den weichen Humeruskopf impaktiert. Die typische Position des Arms ist demnach eine Reflexhaltung, um den Sturz abzufangen: in Anteversion, Abduktion und Innenrotation. Daraus resultiert eine charakteristische Frakturmorphologie mit 5 grundsätzlichen Frakturtypen. Neben den klassischen 2- und 3-Segment-Frakturen – unterteilt in Valgus-, Varus- und Neutralstellung – beschrieben die Autoren die so genannte „shield fracture“. Als „shield“ definierten sie eine Region, die Tuberculum minus, majus und laterale Anteile des Humeruskopfs umfasst (■ Abb. 5). Je nach Frakturmechanismus werden weitere Varianten unterschieden: 4-Segment-Variante, „Trümmervariante“ (shattered shield) und „head-split“-Variante.

Diagnostik

Die so genannte Traumaserie, bestehend aus der true a.-p., der skapulotangentialen (Y-Aufnahme) und der axialen Aufnahme, hat in der Diagnostik der proximalen Humerusfraktur ihren festen Stellenwert. Obwohl die axiale Aufnahme für den Patienten belastend sein kann, darf auf sie nicht verzichtet werden, da sie mit einer guten Darstellung der Kopf-Schaft-Achse in der Sagittalebene als einzige Aufnahme ausreichende Informationen über das Tuberculum minus liefert.

Wesentlich genauere Aussagen über die Komplexität einer Fraktur sind jedoch erst nach Durchführung einer CT-Untersuchung möglich. Insbesondere hilft sie in Verbindung mit der 3D-Rekonstruktion bei Mehrfragmentfrakturen, die genaue Fragmentanzahl, -größe und -konfiguration zu bestimmen. Außerdem liefert sie wertvolle Informationen hinsichtlich der Fragmentdislokation und -rotation. Eine CT-Untersuchung und 3D-Rekonstruktion sind zumindest bei komplexen Frakturen für die Operationsplanung unverzichtbar [21] und bieten eine zusätzliche Entscheidungshilfe bei der Frage um Kopferhalt oder primäre Frakturprothetik. Eine Ausnahmeindikation stellt die Angiographie der humeruskopfversorgenden Gefäße dar. Nach ausführlicher Risikoauflärung kann sie möglicherweise Aufschluss über das Risiko ei-

ner Humeruskopfnekrose bei konservativer Therapie oder nach operativer Versorgung liefern.

Fazit für die Praxis

Für die Klassifikation von Skapulafrakturen hat sich das System nach Euler und Rüedi durchgesetzt. Es bietet eine anatomie- und pathologiekonforme Aufstellung. Bei dem Sonderfall der „floating shoulder“ mit der doppelten Verletzung der superioren Aufhängung der Schulter stellt das „3-Säulen-Konzept“ nach Goss ein logisches biomechanisches Prinzip dar. Die proximale Humerusfraktur wird überwiegend nach Neer klassifiziert. Dreidimensionale Klassifikationssysteme scheinen jedoch zunehmend in den Vordergrund zu treten. Somit hat auch in der Diagnostik sowohl im Bereich der Skapula als auch am proximalen Humerus die Computertomographie mit 3D-Rekonstruktion einen hohen Stellenwert.

Korrespondierender Autor

Dr. P. Hepp

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Plastische Chirurgie, Universität Leipzig
Liebigstraße 20a, 04103 Leipzig
pierre.hepp@medizin.uni-leipzig.de

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

- Butters KP (1998) The scapula. In: Rockwood CA, Matsen FA (eds) The shoulder. Saunders, Philadelphia, pp 391–427
- Codman EA (ed) (1934) The shoulder. Todd, Boston
- Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM (2001) The epidemiology of proximal humeral fractures. Acta Orthop Scand 72: 365–371
- Duparc F, Muller JM, Freger P (2001) Arterial blood supply of the proximal humeral epiphysis. Surg Radiol Anat 23: 185–190
- Edelson G, Kelly I, Vigder F et al. (2004) A three-dimensional classification for fractures of the proximal humerus. J Bone Joint Surg Br 86: 413–425
- Edwards SG, Whittle AP, Wood GW (2000) Nonoperative treatment of ipsilateral fractures of the scapula and clavicle. J Bone Joint Surg Am 82: 774–780
- Euler E, Rüedi T (1996) Skapulafraktur. In: Habermeyer P, Schweiberer L (Hrsg) Schulterchirurgie. Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, S 261–272

- Ganz R, Noesberger B (1975) [Treatment of scapular fractures]. Hefte Unfallheilkd 126: 59–62
- Goss TP (1993) Double disruptions of the superior shoulder suspensory complex. J Orthop Trauma 7: 99–106
- Habermeyer P, Schweiberer L (1989) Frakturen des proximalen Humerus. Orthopäde 18: 200–207
- Herscovici D Jr, Fiennes AG, Allgower M et al. (1992) The floating shoulder: ipsilateral clavicle and scapular neck fractures. J Bone Joint Surg Br 74: 362–364
- Hertel R, Hempfing A, Stiehler M et al. (2004) Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg 13: 427–433
- Ideberg R, Grevsten S, Larsson S (1995) Epidemiology of scapular fractures. Incidence and classification of 338 fractures. Acta Orthop Scand 66: 395–397
- Kumar VP, Satku K (1993) Fractures of clavicle and scapular neck. J Bone Joint Surg Br 75: 509
- McAdams TR, Blevins FT, Martin TP et al. (2002) The role of plain films and computed tomography in the evaluation of scapular neck fractures. J Orthop Trauma 16: 7–11
- Mittlmeier TW, Stedtfeld HW, Ewert A et al. (2003) Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). J Bone Joint Surg Am [Suppl 4] 85-A:136–146
- Müller ME, Allgöwer M, Schneider R et al. (Hrsg) (1992) Manual der Osteosynthese. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Neer CS (1970) Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. J Bone Joint Surg Am 52: 1077–1089
- Neer CS (2002) Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. J Shoulder Elbow Surg 11: 389–400
- Ramos L, Mencia R, Alonso A et al. (1997) Conservative treatment of ipsilateral fractures of the scapula and clavicle. J Trauma 42: 239–242
- Sandman GH, Rose T, Imhoff AB (2006) Klinische und bildgebende Diagnostik. In: Lill H (Hrsg) Die proximale Humerusfraktur. Thieme, Stuttgart New York, S 15–22
- Siebenrock KA, Gerber C (1992) Frakturklassifikation und Problematik bei proximalen Humerusfrakturen. Orthopäde 21: 98–105
- Van Noort A, Van der Werken C (2006) The floating shoulder. Injury 37: 218–227
- Wiedemann E (2004) Frakturen der Skapula. Unfallchirurg 107: 1124–1133