

Prä-/intra- und postoperative Diagnostik

A. Ellwein, H. Lill, C. Voigt

2.1 Präoperative Diagnostik – 20

- 2.1.1 Klinische Untersuchung – 20
- 2.1.2 Konventionelles Röntgen – 21
- 2.1.3 Computertomographie (CT) mit 3-D-Rekonstruktion – 22
- 2.1.4 Magnetresonanztomographie (MRT) – 22
- 2.1.5 Sonographie – 24

2.2 Intraoperative Diagnostik – 25

- 2.2.1 C-Bogen – 25
- 2.2.2 Arthroskopie – 26

2.3 Postoperative Diagnostik – 26

- 2.3.1 Postoperative radiologische Diagnostik – 26
- 2.3.2 Osteoporosediagnostik – 26

Literatur – 27

2.1 Präoperative Diagnostik

2.1.1 Klinische Untersuchung

Die primäre Diagnostik besteht nach einer ausführlichen Anamnese in der klinischen Untersuchung, welche in Abhängigkeit von der akuten Schmerzsituation des Patienten durchzuführen ist. Aufgrund der frakturbedingten Einblutung in das Gelenk und umgebende Weichteile schwillt die Schulter an, und die Schulterkontur verstreicht. Ein ausgeprägter Weichteilmantel lässt diese Veränderung meist nur erahnen. Nach 3–5 Tagen entwickelt sich daraus die typische livide Hämatomverfärbung, welche sich mit der Schwerkraft nach distal ausweitet. Zum Ausschluss offener Frakturen gehören die Beurteilung des Haut-Weichteilmantels und das Erkennen von Deformitäten, welche auf Begleitverletzungen hinweisen können.

Oft wird der betroffene Arm von den Patienten in einer Schonhaltung am Oberkörper getragen, um unnötige Bewegungen in der Schulter zu vermeiden. Die Untersuchung des Bewegungsausmaßes und klinische Tests zur Beurteilung der Rotatorenmanschette sind schmerzbedingt häufig nicht durchführbar. Dies lässt bereits ein komplexes Verletzungsmuster vermuten. Die Untersuchungen sollten keinesfalls erzwungen werden, da unnötige Manipulationen im Frakturbereich zu vermeiden sind. Durch die Palpation der markanten Knochenpunkte – Klavikula, Akromioklavikulargelenk, Akromion, Tuberculum majus und minus, Humerushals und Skapula – lässt sich eine Fraktur weiter eingrenzen. Krepitationen im Gelenkbereich bei der Untersuchung lassen die Verdachtsdiagnose einer Fraktur erhärten.

➤ **Eine unnötige Manipulation im Frakturbereich ist zu vermeiden.**

Obligat sind in jedem Fall die Untersuchung und die Dokumentation des Nerven- und Gefäßstatus, um einen unfallbedingten Schaden von einem iatrogenen, intraoperativen Schaden abzugrenzen. Die Inzidenz neurovaskulärer Begleitverletzungen ist gering und steigt in Kombination mit einem Luxationsereignis auf bis zu 30 % (Mouzopoulos et al. 2008; Zuckerman u. Checroun 1999). Gefäßverletzungen betreffen am häufigsten den 3. Abschnitt der Arteria axillaris mit den Abgängen der A. subscapularis und A. circumflexa humeri (Onyeka 2002). Sie sind zu 95 % auf ein penetrierendes und zu 5 % auf ein stumpfes Trauma zurückzuführen. In seltenen Fällen kann es zu einer sekundären Thrombose durch Lösen eines weichen atheromatösen Plaques kommen.

➤ **Die präoperative Untersuchung und Dokumentation des Gefäß-Nerven-Status ist obligat.**

Die traumatische Gefäßverletzung ist durch die anatomische Nähe zu den scharfen Frakturkanten und Fragmenten bedingt. Iatrogen können Gefäßverletzungen durch eine forcierte Schulterreposition oder klinische Untersuchung verursacht werden. Narbige Kapselverwachsungen nach Schulteroperationen oder stattgehabtem Luxationsereignis erhöhen das Risiko von Gefäßverletzungen bei Luxationsfrakturen zusätzlich (Zuckerman u. Checroun 1999).

Klinische Hinweise für eine Gefäßverletzung (Lill 2006)

- Ausgeprägte Hämatombildung im Bereich des Oberarmes
- Kalte, blasse Extremität
- Nicht/vermindert palpable Pulse
- Ausgeprägte Schwellung mit palpablem Strömungsgeräusch

➤ **Begleitende Gefäßverletzungen müssen rechtzeitig erkannt und umgehend versorgt werden.**

Ist der Puls nicht sicher tastbar oder im Vergleich zur Gegenseite von unterschiedlicher Intensität, ist eine Doppelsonographie durchzuführen. Kann eine arterielle Verletzung weiterhin nicht ausgeschlossen werden, sollte eine Angiographie durchgeführt werden. Cuomo et al. (1997) beschrieben einen durch Umgehungskreisläufe distal palpablen Puls in 27 % bei Verletzung der A. axillaris (Cuomo 1997). Sollte ein Gefäßschaden diagnostiziert werden, ist eine umgehende gefäßchirurgische Intervention erforderlich, um bleibende Schäden zu vermeiden.

Neben den vaskulären Verletzungen besteht bei proximalen Humerusfrakturen die Gefahr der Verletzung des Plexus brachialis. Besonders gefährdet ist der Nervus (N.) axillaris, welcher nach Durchtritt durch die laterale Achsellücke von dorsal um das Collum chirurgicum des Humerus zieht. Eine Schädigung des N. axillaris kann sich durch eine Sensibilitätsstörung über der lateralen Schulter zeigen. Die motorische Innervation des Musculus (M.) deltoideus wird grob orientierend durch den 0°-Abduktionstest untersucht. Alternativ kann eine Muskelkontraktion am M. deltoideus palpiert werden, wenn der Patient eine Anteversion, Abduktion und Retroversion gegen Widerstand durchführt. In beiden Fällen können die Symptome durch eine Rotatorenmanschettenläsion überlagert werden, sodass bei Kraftminderung zum Ausschluss einer N.-axillaris-Läsion eine elektromyographische Untersuchung durchzuführen ist. In den meisten Fällen liegt nur eine Neurapraxie durch Zug am Nerven vor, welche sich innerhalb von 3–12 Monaten regeneriert (Voigt u. Lill 2009). Neurologische Defizite bei Luxationsfrakturen oder erheblich dislozierten proxima-

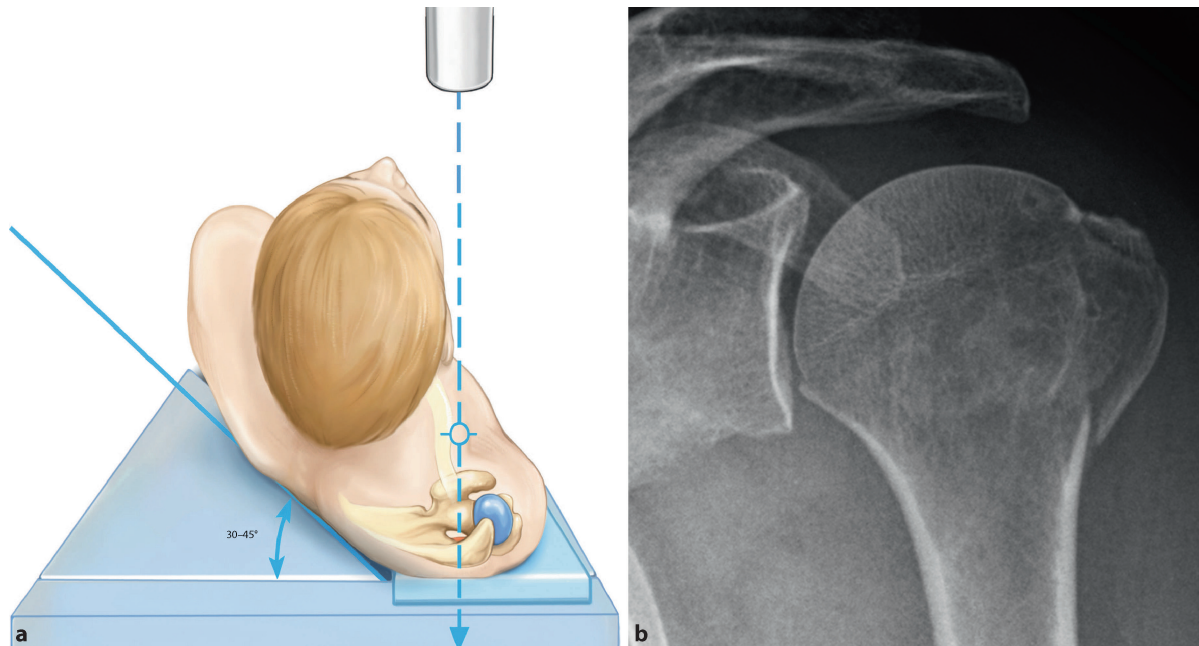


Abb. 2.1a,b True-a.-p.-Aufnahme mit überlappungsfreier Darstellung von Humeruskopf und Glenoid und freiem Blick in den Gelenkspalt. **a** Schema zur Durchführung einer True-a.-p.-Aufnahme mit Oberkörperrotation von 30-45°, **b** True-a.-p.-Aufnahme einer Tuberculum-majus-Fraktur

len Humerusfrakturen sind überwiegend auf eine direkte Kompression von Nerven oder Plexus zurückzuführen (Hems u. Mahmood 2012). In diesen Fällen muss eine notfallmäßige Dekompression durch Frakturpositionierung und -stabilisierung erreicht werden, um weitere Schäden zu vermeiden.

➤ **Bei Verdacht auf einen Nervenschaden ist eine präoperative fachneurologische Untersuchung und Dokumentation obligat.**

2.1.2 Konventionelles Röntgen

Nach der klinischen Untersuchung stellt die konventionelle Röntgendiagnostik in mindestens 2 Ebenen die Basisdiagnostik nach einem Schultertrauma dar. Verschiedene Einstelltechniken werden beschrieben, die eine jeweils unterschiedliche Aussagekraft besitzen. Im klinischen Alltag hat sich die sog. Traumaserie durchgesetzt, bestehend aus

- True-a.-p.-Aufnahme (glenoidal-tangentiale Projektion),
- y-Aufnahme (transskapuläre Projektion),
- axialer Aufnahme.

Die True-a.-p.-Aufnahme (Abb. 2.1) wird im Gegensatz zur klassischen a.-p.-Aufnahme mit einer Oberkörperdrehung von 30° zur untersuchten Seite durchgeführt. Auf diese Weise bekommt der Untersucher eine überlap-

pungsfreie Darstellung von Humeruskopf und Glenoid mit freiem Blick in den Gelenkspalt. Jegliche Überlappung spricht für eine genohumerale Luxation. Die Übereinanderprojektion des vorderen und hinteren Pfannenrandes lässt zudem Kantenfrakturen des Glenoids erkennen.

Die y-Aufnahme (Abb. 2.2) entspricht der wahren seitlichen Aufnahme, da sie senkrecht zur True-a.-p.-Aufnahme entsteht. Ihre typische y-Konfiguration wird nach ventral durch den Processus (Proc.) coracoideus, nach dorsal durch die Spina scapulae und nach kaudal durch den Skapulakörper gebildet. Der Humeruskopf steht regelrecht im Zentrum des „y“. Anhand dieser Projektion kann eine glenohumerale Dislokation in kraniokaudaler oder anterior-posteriorer Richtung sowie eine Abkipfung des Kalottenfragmentes erkannt werden. Insbesondere die dorsale Luxation, welche in der a.-p.-Aufnahme aufgrund einer vermeintlich korrekten Gelenkstellung in bis zu 60 % übersehen wird, ist in dieser Aufnahme gut erkennbar.

Im Gegensatz zur y-Aufnahme zeigt die axilläre Aufnahme (Abb. 2.3) 15 % weniger Überschneidung der Frakturregionen mit der a.-p.-Aufnahme (Bahrs et al. 2009) und wird daher als 2. Ebene favorisiert. Beim akut Verletzten ist diese teilweise erschwert durchzuführen, da eine Abduktion des betroffenen Armes von 60–90° erforderlich ist.

A.-p.-Aufnahmen in Innen- und Außenrotation können zusätzliche Informationen über die Tubercula liefern. In Außenrotation wird das Tuberculum majus nach lateral gedreht und somit im Profil sichtbar, während bei Innenro-

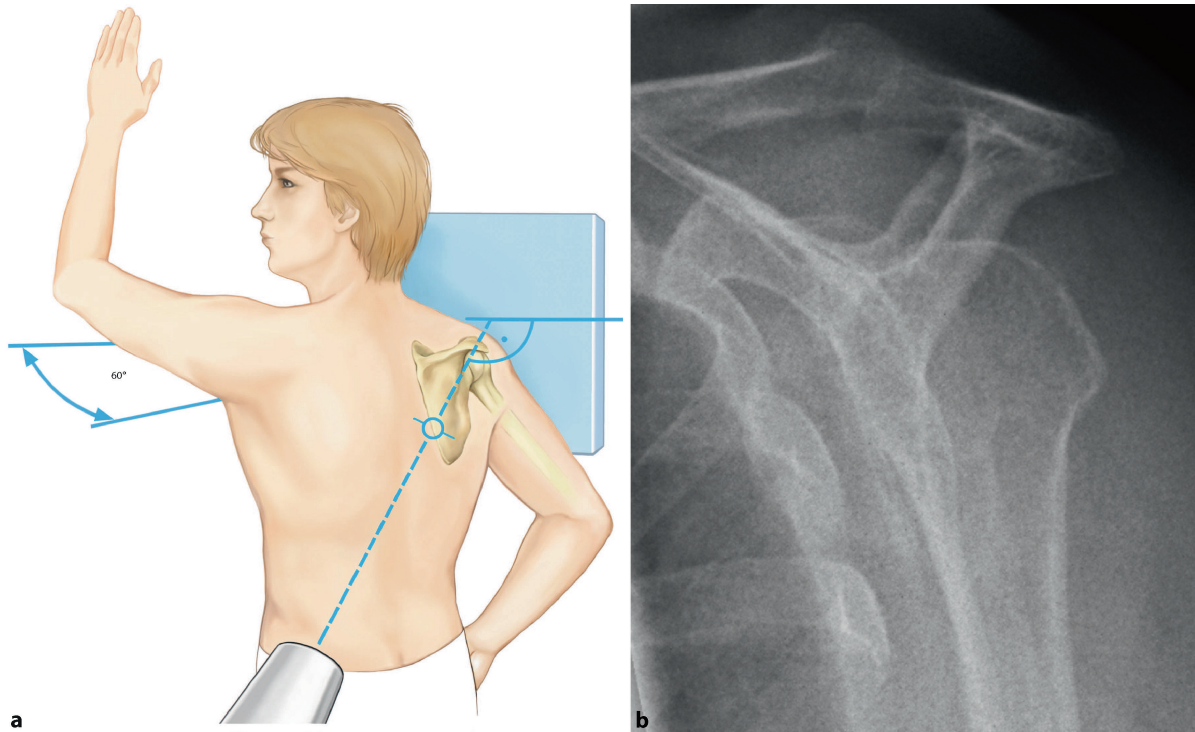


Abb. 2.2a,b Y-Aufnahme. a Schema zur Durchführung einer y-Aufnahme, b y-Aufnahme einer 4-Segment-Fraktur mit Head Split

tation das Tuberculum minus medial erscheint. Die Rotationsaufnahmen ersetzen nicht die axilläre oder y-Aufnahme.

2.1.3 Computertomographie (CT) mit 3-D-Rekonstruktion

Obwohl sich viele proximale Humerusfrakturen bereits nativradiologisch darstellen lassen, sollte die Diagnostik mittels CT mit 3-D-Rekonstruktion (Abb. 2.4) erweitert werden. Insbesondere bei höhergradigen Frakturen ist eine zusätzliche CT obligat, da die Anzahl der Hauptfragmente im konventionellen Röntgen meist nicht eindeutig abgrenzbar und die Aussagekraft zur Komplexität der Fraktur eingeschränkt ist (Bahrs et al. 2009; Hirzinger et al. 2011).

➤ Insbesondere bei komplexen Frakturmustern ist die zusätzliche CT mit 3-D-Rekonstruktion obligat.

Sonderformen wie Head-Split-Frakturen können häufig erst in der CT erkannt werden. Durch die multiplanare Darstellung der CT werden zusätzliche, wertvolle Informationen hinsichtlich Fragmentzahl, -größe und -form sowie Frakturdislokation gewonnen. In Verbindung mit der 3-D-Rekonstruktion verbessert sich das Frakturverständnis und die präoperative Planung der Therapiestrategie wird erleichtert.

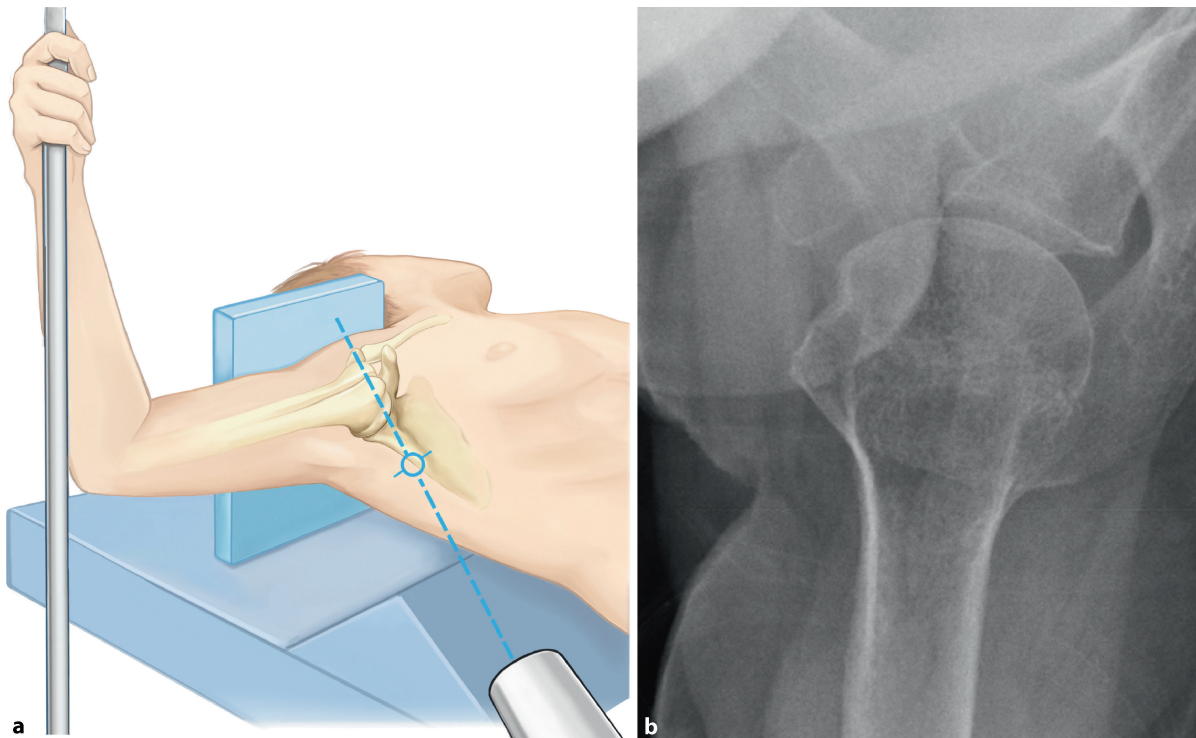
➤ Die 3-D-CT verbessert das Frakturverständnis.

Zudem können über die CT frakturmorphologische Veränderungen dargestellt werden, die eine Aussage über die Kalottenperfusion zulassen und damit prognoserelevant und therapieentscheidend sind. Medial zwischen Kalotte und Schaft findet sich die dorsomediale metaphysäre Extension des Kalottenfragmentes („medialer Spickel“). Ist dieser mediale Spickel kürzer als 8 mm, ist die ausreichende Kopfdurchblutung als kritisch einzustufen (Hertel 2005).

Eine Ad-latus-Dislokation der Kalotte, welche ab 3 mm Verschiebung beginnt und die Kalottenperfusion beeinträchtigt, kann zum Zerreißen des Periosts („medialer Hinge“) führen (Kralinger et al. 2009). Damit steigt das Risiko einer Humeruskopfnekrose und eine korrekte anatomische Reposition ist erschwert (Kralinger et al. 2009; Lill u. Josten 2000).

2.1.4 Magnetresonanztomographie (MRT)

Entgegen der Meinung, dass die MRT ihre ausschließliche Domäne in der Darstellung von Weichteilstrukturen hat und gegenüber der CT in knöchernen Bereichen unterlegen sei, kann sie dieselben frakturmorphologischen Informationen darstellen wie die CT (Abb. 2.5; Voigt et al. 2010).



■ Abb. 2.3a,b Axiale Aufnahme. a Schema zur Durchführung einer axialen Aufnahme im Liegen, b axiale Aufnahme einer 3-Segment-Fraktur

- Die MRT liefert dieselben frakturmorphologischen Informationen wie die CT und bietet Zusatzinformationen über die Integrität der Rotatorenmanschette und die Kalottenperfusion.

Dennoch gilt die CT aufgrund ihrer exzellenten Fragmentdarstellung weiterhin als Standardschnittbilddiagnostik. Die MRT kann bei speziellen Fragestellungen ergänzt werden. Die durch die MRT gewonnenen, therapierelevanten Zusatzinformationen beziehen sich vor allem auf den Zustand der Rotatorenmanschette und die Kalottenperfusion und können aus der folgenden Übersicht entnommen werden.

In der MRT darstellbare Begleitverletzungen der proximalen Humerusfraktur

- Hämarthros
- Knochenmarkskontusion
- Läsionen der Rotatorenmanschette: Retraktionsgrad, Atrophie und fettige Degeneration
- Abgrenzbarkeit des medialen Periostes
- Bizepssehnenläsion/-luxation
- Labrumläsion
- Arthrose des Akromioklavikulargelenks (ACG)
- Knorpelläsionen, degenerative Zysten

Die klinische Relevanz der Beurteilung der Rotatorenmanschette liegt in der Entscheidung über die Therapiestrategie. Für die Indikation zur Implantation einer Schulterprothese spielt die Qualität der Rotatorenmanschette eine entscheidende Rolle, welche prä- oder intraoperativ zu beurteilen ist. Rotatorenmanschettenrupturen oder fettige Degenerationen der Muskulatur sollten bekannt sein, um die Differenzialindikation zwischen anatomischer Frakturprothese und inverser Prothese treffen zu können. Zudem werden traumatische Verletzungen der Rotatorenmanschette beschrieben. Insbesondere bei 2-Segment-Frakturen mit einer Dislokation des Tuberculum majus um mehr als 5 mm und 3- oder 4-Segment-Frakturen zeigte sich eine erhöhte Inzidenz von Rotatorenmanschettenläsionen (Gallo et al. 2009). In diesen Fällen wird die Erweiterung der bildgebenden Diagnostik durch die MRT empfohlen.

Neben der Rotatorenmanschette ist die Beurteilung der Kalottenperfusion stark dislozierter und mehrfragmentärer Frakturen therapieentscheidend, welche wesentlich auf der posteromedialen Periostverbindung beruht (Hertel et al. 2004). Eine Ruptur dieses posteromedialen Periostes geht mit einem deutlich erhöhten Humeruskopfnekrosierisiko einher. In einer biomechanischen Studie an 20 Kadavern konnte gezeigt werden, dass das Periost ab einer Dislokation von 3 mm zu zerreißen beginnt und nach 34 mm vollständig zerreißt (Kralinger et al. 2009). Laut Resch zerreißt das Periost sogar schon vollständig ab

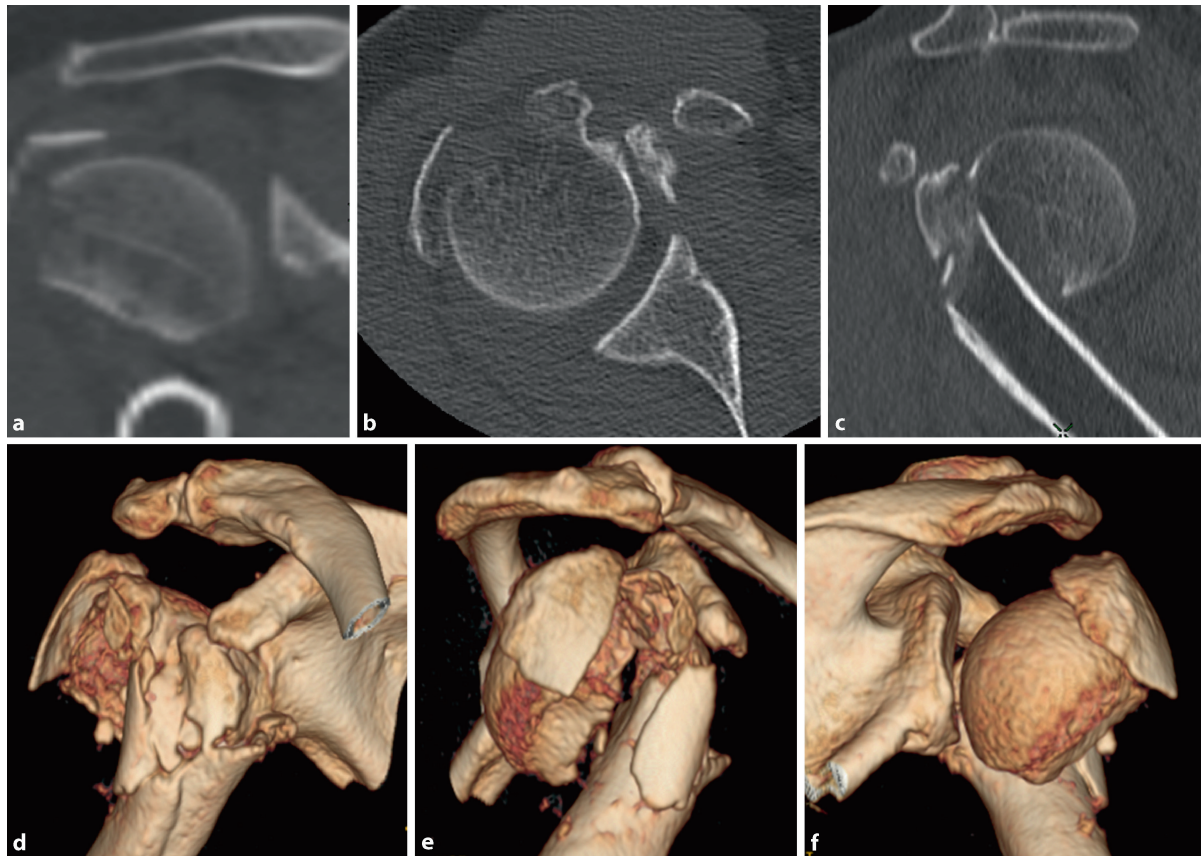


Abb. 2.4a–f Varisch distrahierte 4-Segment-Fraktur. **a** CT: koronare Schicht, **b** CT: axiale Schicht, **c** CT: sagittale Schicht, **d** 3-D-CT von ventral, **e** 3-D-CT von lateral, **f** 3-D-CT von dorsal

einer Lateralverschiebung von 6 mm und Medialverschiebung von 9 mm (Resch 2003). Anhand der Integrität der posteromedialen Periostverbindung ist das Risiko einer Humerkopfnekrose abzuschätzen und in die Entscheidung zwischen Frakturrekonstruktion und prothetischem Ersatz einzubeziehen.

➤ **Die MRT gilt als ergänzendes Diagnostikum, welches bei komplexen Frakturen zusätzlich bei der Fragestellung zur Kalottenperfusion und bei älteren Patienten (>65 Jahre) zur Beurteilung degenerativer Veränderungen der Rotatorenmanschette herangezogen werden kann.**

Obwohl die proximale Humerusfraktur eine typische Fraktur des alten Menschen ist, kommt es bei Hochrasanztraumen auch zu Frakturen bei jungen Patienten oder Kindern. Hier kann die MRT alternativ als Diagnostikum ohne Strahlenbelastung eingesetzt werden. Der Einsatz der MRT ist jedoch mit einigen Einschränkungen verbunden. Patienten mit Metallimplantaten wie Herzschrittmachern oder Cochleaimplantaten können aufgrund des magnetischen Feldes nicht untersucht werden. Zudem handelt es

sich um eine zeit- und kostenintensive Untersuchung, die ein längeres ruhiges Liegen erfordert. Dies wird teilweise schmerzbedingt nicht toleriert. Darüber hinaus steht die MRT aufgrund ihrer geringen Verfügbarkeit bei proximalen Humerusfrakturen nicht als Akutdiagnostikum zur Verfügung.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Beurteilung von Plexusläsionen. Die Darstellung der Plexuskontinuität spielt für den Patienten eine prognoseentscheidende Rolle. Besteht nach einem Trauma ein neurologisches Defizit und ist in der MRT der Plexus durchgängig darstellbar, liegt am ehesten eine Neurapraxie mit guter Regenerationsprognose vor. Ist hingegen die Kontinuität des Plexus unterbrochen, ist die Prognose ungleich schlechter.

2.1.5 Sonographie

Die Sonographie stellt ein weiteres Diagnostikum zur Weichteildarstellung dar. Ihr Vorteil ist in der hohen Verfügbarkeit, den geringen Kosten, der Möglichkeit einer dynamischen Untersuchung und der Abwesenheit von Strahlung zu sehen. Zum Einsatz kommen hochauflö-

■ **Abb. 2.5a–d** Varisch
impaktierte 3-Segment-Fraktur.
a CT: koronare Schicht, **b** CT:
axiale Schicht, **c** MRT: koronare
Schicht, **d** MRT: axiale Schicht



sende lineare Multifrequenzschallköpfe, mit denen Knochenoberflächen, Sehnen, Schleimbeutel, Bänder und Muskeln dargestellt werden können. In der Beurteilung vollständiger Rupturen der Rotatorenmanschette bietet die Sonographie in der Hand des geübten Untersuchers eine hohe Sensivität und Spezifität (Gaitini 2012). Zudem ist sie zur Beurteilung von Dislokationen oder Rupturen der Bizepssehne geeignet. Unter Zunahme der Doppler-/Duplexfunktion ist es möglich, Gefäßverletzungen im Bereich der A. axillaris darzustellen. Die hohe Untersucherabhängigkeit, erschwerte Reproduzierbarkeit und eingeschränkte Genauigkeit lassen die Sonographie bei der Diagnostik um die proximale Humerusfraktur eine untergeordnete Rolle spielen. Sie wurde weitgehend von modernen Schnittbildverfahren wie der MRT abgelöst. In Fällen, in denen die Rotatorenmanschette präoperativ zu beurteilen ist (Frakturprothese vs. inverse Prothese) und eine MRT aufgrund der genannten Kontraindikationen nicht möglich ist, stellt die Sonographie ein alternatives Untersuchungsverfahren dar.

➤ Die Sonographie wurde von der MRT als modernem Schnittbildverfahren weitgehend abgelöst.

2.2 Intraoperative Diagnostik

2.2.1 C-Bogen

Die intraoperative Diagnostik erfolgt mithilfe des C-Bogens. Der Patient muss auf einem röntgendurchlässigen OP-Tisch so weit an die Tischkante gelagert werden, dass die Schulter frei über der Kante zu liegen kommt. Der C-Bogen wird vom Kopfende her über den Patienten gefahren. Um eine korrekte a.-p.-Einstellung zu erreichen, ist der C-Bogen bei einer Oberkörperhochlagerung von 30° ebenfalls um 30° einzuschwenken. Initial erfolgt ein Teströntgen, um die korrekte Einstellung des C-Bogens sicherzustellen. Dazu wird der Patientenarm vom Operateur in Neutralstellung gehalten und es ergibt sich eine klassische a.-p.-Aufnahme. Durch Rotation kann eine weitere

Ebene erzielt werden, welche jedoch als 2. Ebene nicht ausreicht. Dazu ist eine axiale Einstellung erforderlich. Diese wird durch leichte Abduktion des Armes und Einschwenken des C-Bogens mit Platzierung des Röntgenstrahlers in die Axilla erreicht.

Handelt es sich bei der durchgeführten Operation um ein kopferhaltendes Verfahren mittels Plattenosteosynthese, wird erstmalig nach Frakturpositionierung und temporärer Fixation der Platte eine Bildwandlerkontrolle durchgeführt. Hierbei wird neben der korrekten Reposition die Plattenlage kontrolliert. Durch eine radiologische Kontrolle in mindestens 2 Ebenen ist die korrekte Reposition zu erkennen, ein Plattenhoch- oder -tiefstand und ein ventrales oder dorsales Absteigen der Platte vom Schaft können ausgeschlossen werden. Beim Einbringen der Schrauben wird eine subchondrale Schraubenlage angestrebt, um biomechanisch die höchste Implantatstabilität zu gewährleisten. Aus diesem Grund ist vor Abschluss der Operation die subchondrale Schraubenlage radiologisch zu kontrollieren. Aufgrund der sphärischen Oberfläche des Humeruskopfes ermöglicht erst die dynamische Durchleuchtung unter Rotation des Humeruskopfes die sichere Beurteilung der Schraubenlage. Da eine Schraubenperforation, auch wenn sie intraoperativ erkannt und korrigiert wird, zu einer erhöhten Versagensquote führt (Bengard u. Gardner 2011), gehen einige Operateure dazu über, jedes Schraubenloch einzeln unter radiologischer Kontrolle zu bohren.

Eine intraoperative Röntgenkontrolle ist ebenfalls bei der Nagelosteosynthese am proximalen Humerus erforderlich. Hierbei wird der C-Bogen horizontal von der Patientenseite eingebracht und steril mit abgedeckt (► Abschn. 5.3.2). Unter radiologischer Kontrolle wird in medial-lateraler Ausdehnung der korrekte Nagelinsertionspunkt bestimmt. Nach Einbringen der Kopfschrauben wird deren subchondrale Lage sowie die bikortikale Lage der distalen Verriegelungsschrauben kontrolliert.

2.2.2 Arthroskopie

In der Frakturdiagnostik spielt die Arthroskopie keine Rolle. Hier haben die oben beschriebenen nichtinvasiven Diagnoseverfahren wie Röntgen, CT oder MRT ihre Berechtigung. Die Arthroskopie hat ihren Stellenwert in der Diagnostik und Therapie relevanter Begleitverletzungen der langen Bizepssehne und/oder Rotatorenmanschette, welche nicht selten im Zusammenhang mit proximalen Humerusfrakturen beschrieben wurden (Gallo et al. 2007; Resch 2003). Bahrs et al. bewerteten 66 % der Rotatorenmanschettenläsionen bei akuten proximalen Humerusfrakturen als traumatisch (Bahrs et al. 2010). Insbesondere im Hinblick auf die deutlich besseren Behandlungsergebnisse, gemessen am Constant Score bei intakter Rotatorenman-

schette, unterstreicht dies die Bedeutung der Diagnostik und Therapie solcher Begleitpathologien.

2.3 Postoperative Diagnostik

2.3.1 Postoperative radiologische Diagnostik

Postoperativ ist eine radiologische Kontrolle des Operationsergebnisses unerlässlich. Diese hat nativradiologisch in 2 Ebenen (true a.-p. und axial) zu erfolgen, welche in der Regel nach dem ersten Verbandswechsel am 2. postoperativen Tag durchgeführt wird.

- Die postoperative nativradiologische Kontrolle in 2 Ebenen (true a.-p. und axial) erfolgt nach dem ersten Verbandswechsel.

Neben der True-a.-p.-Aufnahme wird die axiale Aufnahme durchgeführt. Nur in Ausnahmefällen, wenn der Patient schmerzbedingt die axiale Aufnahme nicht toleriert, kann alternativ eine y-Aufnahme erfolgen. Bei kopferhaltender Therapie sind die anatomische Reposition, die korrekte Implantatlage und die subchondrale Schraubenlage zu beurteilen. Bei Schulterprothesen ist auf eine korrekte Artikulation und Prothesenlage sowie eine mögliche periprotetische Fraktur am Schaft zu achten. Bei komplexen Frakturmustern oder unsicherer Beurteilung der nativradiologischen Bilder, beispielsweise im Hinblick auf die subchondrale Schraubenlage und differenzierte Stellung der einzelnen Frakturfragmente, ist additiv eine CT durchzuführen.

- Die postoperative CT erfolgt bei komplexen Frakturmustern oder unsicherer Beurteilung der nativradiologischen Bilder.

2.3.2 Osteoporosediagnostik

Die proximale Humerusfraktur ist die dritthäufigste Fraktur des älteren Menschen nach Frakturen der Hüfte und des distalen Radius. Insbesondere die altersbedingte Abnahme der Knochenqualität (Osteoporose) ist hier als Ursache zu nennen (Lill et al. 2012). Die verminderte Knochenqualität führt dazu, dass bereits Niedrigenergetraumen wie ein Sturz aus dem Stand zur Fraktur führen. Im Gegensatz zu Wirbelkörperfrakturen, distalen Radiusfrakturen und Schenkelhalsfrakturen zählt die proximale Humerusfraktur jedoch nicht zu den Indexfrakturen für Osteoporose. Aufgrund der demographischen Entwicklung ist in Zukunft mit einem weiteren Anstieg der Inzidenz dieser Verletzungen zu rechnen (Palvanen et al. 2006).

Die Inzidenz osteoporotischer proximaler Humerusfrakturen wird steigen.

Aus diesem Grund sollte im Sinne des Patienten und aus sozioökonomischer Sicht postoperativ beim älteren Patienten die Durchführung einer Osteoporosediagnostik empfohlen werden. Aufgrund seiner geringen Strahlenintensität, der hohen Verfügbarkeit und leichten Anwendbarkeit hat sich die „dual energy X-ray absorptiometry“ (DXA) als Messinstrument für die Knochendichte durchgesetzt. Standardmäßig wird die Untersuchung an Schenkelhals, Femur und der Lendenwirbelsäule durchgeführt (Dachverband Osteologie e. V. 2009).

Die Osteoporosediagnostik nach proximaler Humerusfraktur ist insbesondere beim älteren Patienten postoperativ zu empfehlen.

Osteoporosediagnostik

- Anamnese und klinischer Befund: aktuelle Beschwerden, Sturz- und Frakturanamnese
- DXA
- Labor bei klinischem Verdacht, Fraktur oder T-Score < -2: kleines Blutbild, Kalzium, Phosphat, Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (BSG), alkalische Phosphatase (AP), Kreatinin, thyreoidstimulierendes Hormon (TSH), Transaminasen, Glukose
- Erfassung von Frakturen bei klinischem Hinweis: Röntgen, CT, MRT (Dachverband Osteologie e. V. 2009)

Werden die entsprechenden Grenzwerte überschritten, sollte durch den betreuenden Hausarzt eine entsprechende Therapie eingeleitet werden. Zur generellen Osteoporose- und Frakturprophylaxe gehört die Vermeidung von Immobilisation und Therapie vermeidbarer Sturzursachen wie Synkopen oder Schwindel (Dachverband Osteologie e. V. 2009). Die Basistherapie der Osteoporose besteht aus der Substitution von Kalzium und Vitamin D3. Für die spezifische Therapie stehen wirkungsvolle Medikamente wie Bisphosphonate zur Verfügung, welche zur Therapie der Osteoporose durch Hemmung der Knochenmineralisierung und Hemmung der Osteoklasten eingesetzt werden (Dachverband Osteologie e. V. 2009).

Literatur

- Bahrs C, Rolaufts B, Südkamp NP, Schmal H, Eingartner C, Dietz K, Pereira PL, Weise K, Lingenfelder E, Helwig P (2009) Indications for computed tomography (CT-) diagnostics in proximal humeral fractures: a comparative study of plain radiography and computed tomography. *BMC Musculoskelet Disord* 10: 33
- Bahrs C, Rolaufts B, Stuby F, Dietz K, Weise K, Helwig P (2010) Effect of proximal humeral fractures on the age-specific prevalence of rotator cuff tears. *J Trauma* 69(4): 901–906
- Bengard MJ, Gardner MJ (2011) Screw depth sounding in proximal humerus fractures to avoid iatrogenic intra-articular penetration. *J Orthop Trauma* 25(10): 630–633
- Cuomo F (1997) Proximal humerus fractures in the elderly: instructional course lecture 247 (Lecture. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Annual meeting, San Francisco, CA. February 14)
- Dachverband Osteologie e. V. (2009) DVO-LEITLINIE 2009 zur Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose im Erwachsenenalter. *Osteologie* 18(4): 304–324
- Gaitini D (2012) Shoulder ultrasonography: performance and common findings. *J Clin Imaging Sci* 2(3): 38
- Gallo RA, Sciulli R, Daffner RH, Altman DT, Altman GT (2007) Defining the relationship between rotator cuff injury and proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res* 458: 70–77
- Gallo RA, Altman DT, Altman GT (2009) Assessment of rotator cuff tendons after proximal humerus fractures: is preoperative imaging necessary? *J Trauma* 66(3): 951–953
- Hems TEJ, Mahmood F (2012) Injuries of the terminal branches of the infraclavicular brachial plexus: patterns of injury, management and outcome. *J Bone Joint Surg Br* 94(6): 799–804
- Hertel R (2005) Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone. *Osteoporos Int* 16(Suppl 2): 65–72
- Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M (2004) Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 13(4): 427–433
- Hirzinger C, Tauber M, Resch H (2011) Proximal humerus fracture: new aspects in epidemiology, fracture morphology, and diagnostics. *Unfallchirurg* 114(12): 1051–1058
- Kralinger F, Unger S, Wambacher M, Smekal V, Schmoelz W (2009) The medial periosteal hinge, a key structure in fractures of the proximal humerus: a biomechanical cadaver study of its mechanical properties. *J Bone Joint Surg Br* 91(7): 973–976
- Lill H (2006) Die proximale Humerusfraktur. Thieme, Stuttgart
- Lill H, Josten C (2000) Proximal and distal humerus fractures in advanced age. *Orthopade* 29(4): 327–341
- Lill H, Ellwein A, Katthagen C, Voigt C (2012) Osteoporotic fractures of the proximal humerus. *Chirurg* 83(10): 858–865
- Mouzopoulos G, Lassanianos N, Mouzopoulos D, Tzurbakis M, Georgilas I (2008) Axillary artery injury associated with proximal humerus fractures. *VASA* 37(3): 274–277
- Onyeka W (2002) Anterior shoulder dislocation: an unusual complication. *Emerg Med J* 19(4): 367–368
- Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J (2006) Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 442: 87–92
- Resch H (2003) Fractures of the humeral head. *Unfallchirurg* 106(8): 602–617
- Voigt C, Lill H (2009) Shoulder instability and rotator cuff tear. *Orthopade* 38(1): 70–74
- Voigt C, Ewig M, Vosschenrich R, Lill H (2010) Value of MRI in preoperative diagnostics of proximal humeral fractures compared to CT and conventional radiography. *Unfallchirurg* 113(5): 378–385
- Zuckerman J, Checroun A (1999) Fractures of the proximal humerus: diagnosis and management. In: Ianotti P, Williams GR (Hrsg): *Disorders of the shoulder: diagnosis and management*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, S 639–685

Bahrs C, Rolaufts B, Südkamp NP, Schmal H, Eingartner C, Dietz K, Pereira PL, Weise K, Lingenfelder E, Helwig P (2009) Indications for computed tomography (CT-) diagnostics in proximal humeral fractures: a

Die proximale Humerusfraktur

Lill, H.; Scheibel, M.; Voigt, C. (Hrsg.)

2014, XI, 232 S. 497 Abb., 206 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-642-35256-0