

5 Frakturen

5.1 Klavikulafraktur

R. Meier

5.1.1 Pathophysiologie

Das Schlüsselbein ist der einzige Verbindungsknochen zwischen dem Rumpf und der oberen Extremität. Der doppelte, s-förmige Knochen liegt unter dem Platysma und den supraklavikulären Nerven nahe unter der Haut. Medial ist die Form ähnlich eines Prismas, im mittleren Abschnitt tubulär und lateral relativ flach.

Die Klavikula überträgt über das Sternoklavikular- und das Akromioklavikulargelenk den Kraftfluss der oberen Extremität und der ansetzenden Hilfsmuskulatur auf den Rumpf, stabilisiert und schützt die infraklavikulär liegenden Gefäß- und Nervenbahnen. Die Klavikula ist in ihrer korrekten Form und Länge Voraussetzung für eine ungestörte Funktion des Schultergürtels (► Abb. 1.2). Diese grundlegenden anatomischen Betrachtungen bedingen den Fokus auf die anatomisch und funktionell korrekte Wiederherstellung bei der Behandlung von Verletzungen des Schlüsselbeins.

Klavikulafrakturen sind mit 5–15% aller Frakturen relativ häufig. Am Schultergürtel nehmen sie ca. 45% aller Brüche ein. Die Verletzungen entste-

hen regelmäßig durch direkten Sturz auf die Schulter und sind als Mäßig- und Hochenergetrauma zu sehen. Entsprechend treten sie vor allem bei jungen, athletischen und aktiven Patienten auf. Sternumnahe Brüche zeigen einen zweiten Altersgipfel wohl in Folge der Osteoporose beim alten Menschen.

An der Klavikula wirken vor allem gegensätzliche Kräfte in kranialer (M. sternocleidomastoideus) und kaudaler Richtung (Schwerkraft über den Arm, M. pectoralis major). Neutralisiert werden diese über die korakoklavikulären Bänder am Schulterblatt (► Abb. 5.1). Je nach Lokalisation des Bruches kommt es deshalb zur Dislokation.

5.1.2 Einteilung

Für den klinischen Gebrauch hat sich die Einteilung der Brüche nach ihrer Lokalisation bewährt. Unterteilt man das Schlüsselbein nach Allman in Drittel, treten ca. 80% der Frakturen im mittleren, 15% im distalen und 5% im proximalen Drittel auf (► Abb. 5.2).

Besonders häufig betroffen ist entsprechend des Frakturmechanismus der als biomechanisch schwächster Punkt zu sehende Übergang zwischen runder und flacher Form, der im mittleren Drittel liegt. Neben dieser groben Einteilung existiert eine Reihe von differenzierteren Klassifikationen, wobei sich im klinischen Alltag vor allem eine Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur in stabil und instabil als therapierelevant durchgesetzt hat (► Abb. 5.3).

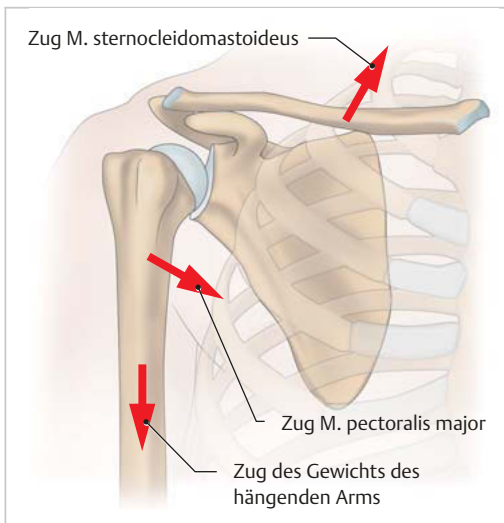


Abb. 5.1 Einwirkende Kräfte an der Klavikula.

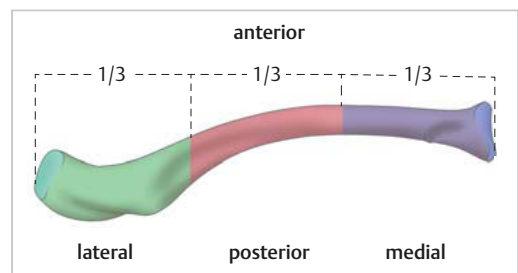


Abb. 5.2 Einteilung der Klavikula in Drittel.

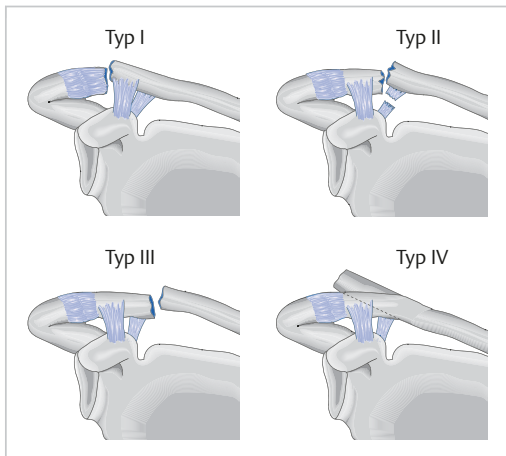


Abb. 5.3 Einteilung der lateralen Klavikulafraktur nach Jäger und Breitner. (Quelle: Wirth C, Mutschler W, Kohn D et al. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013)

5.1.3 Diagnostik

Schmerz, Schwellung, Schonhaltung und offensichtliche Fehlstellung sind klinisch hinweisend auf einen Schlüsselbeinbruch. Die Beurteilung der Weichteilverhältnisse und der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität im Seitenvergleich ist essentiell, um Begleitverletzungen zu erfassen und ggf. weiter abzuklären. Neben Verletzungen des Armplexus und dem Pneumothorax muss vor allem an akute venöse und arterielle Gefäßverletzungen sowie sekundär auftretende Thrombosen und Pseudoaneurysmen gedacht werden. Besondere Beachtung erfordert das Vorliegen einer weichteiligen oder knöchernen Trennung der oberen Extremität vom Rumpf, als skapulothorakale Dissoziation oder Floating Shoulder (S. 118) bezeichnet.

Basis der bildgebenden Diagnostik sind konventionelle Röntgenaufnahmen. Bei Frakturverdacht im mittleren Drittel erfordert dies eine Aufnahme im anterior-posterioren Strahlengang mit Darstellung der ganzen Klavikula vom Sternoklavikular- bis zum Akromioklavikulargelenk (► Abb. 5.4a). Ergänzt wird diese Einstellung durch Projektion in einer schrägen Ebene (► Abb. 5.4b).

Bei lateraler Fraktur ist eine zusätzliche Panoramaaufnahme unter Belastung gelegentlich hilfreich, um die vertikale Instabilität zu beurteilen (► Abb. 5.5). Das Ausmaß der häufigen dorsalen



Abb. 5.4 Klavikulafraktur.

- a** Aufnahme im anterior-posterioren Strahlengang mit Darstellung der gesamten Klavikula bei Klavikulafraktur im mittleren Drittel.
- b** Aufnahme in schräger Ebene mit Darstellung der gesamten Klavikula bei Klavikulafraktur im mittleren Drittel.



Abb. 5.5 Anterior-posteriore Aufnahme unter Zugbelastung bei lateraler Klavikulafraktur.

Dislokation ist nur in einer axialen Aufnahmetechnik sicher einzuschätzen. Bei unzureichender Darstellung der Frakturmorphologie, z.B. bei sternumnahen Brüchen ist die Computertomografie sinnvoll. Die Magnetresonanztomografie bietet bei Bedarf zusätzliche Informationen über die korakoklavikulären Bänder und Begleitverletzungen, ist jedoch in der Regel entbehrlich.

Merke



Der Schlüsselbeinbruch ist prinzipiell gutartig, kann jedoch bei inadäquater Behandlung zu Falschgelenkbildung und Fehlverheilung mit z. T. erheblichen und schwer zu korrigierenden Auswirkungen auf die Biomechanik des Schultergürtels führen.

5.1.4 Therapie

Konservative Behandlung

Die Behandlung der Klavikulafraktur, vor allem im mittleren Drittel, war traditionell eine Domäne der konservativen Therapie. Wesentliche Gründe waren die hohe periostale knöcherne Heilungspotenz und die z.T. schlechten Ergebnisse bei operativer Behandlung in den frühen Untersuchungen der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts.

Neuere Studien zeigen jedoch bei genauer und differenzierter Betrachtung bis zu ein Drittel unbefriedigende Ergebnisse der konservativen Therapie. Problematisch sind vor allem prominente Kallusformationen sowie nicht- und fehlverheilte Brüche. Sie können in chronischen Schmerzen, Schwäche und gestörter Biomechanik resultieren. Es folgen prolongierte Rehabilitation und Sportunfähigkeit, die von den häufig jungen und aktiven Patienten zunehmend nicht akzeptiert werden. Eine differenzierte Betrachtung und Indikationsstellung ist deshalb nötig. Insbesondere fließen hierbei das Alter des Patienten, die Frakturform und die Frakturlokalisation in die Therapieentscheidung ein.

Die konservative Behandlung der Klavikulafraktur ist gut geeignet bei nicht oder nur gering dislozierten, geschlossenen Frakturen ohne Begleitverletzung. Am weitesten verbreitet sind hier der Rucksackverband oder ein Schlingen- bzw. Gilchristverband. Der **Rucksackverband** soll hierbei vor allem der Verkürzungstendenz der Klavikula entgegenwirken (► Abb. 5.6a), der **Gilchristverband** den Zugkräften des Armes nach unten (► Abb. 5.6b).

Man muss sich bewusstmachen, dass eine wirkliche Retention und Stabilisierung der Fraktur hierdurch nur sehr eingeschränkt möglich sind. Die Verbandsanordnung dient vor allem der Schmerzreduktion und dem Komfort des Patienten und kann bei Beschwerdefreiheit nach 3–6 Wochen abgelegt werden. Wir führen die früher übliche Reposition und anschließende Retention über einen Rucksackverband nicht mehr durch.

Von einer ausreichenden Heilung ist beim Erwachsenen nach 6–8 Wochen auszugehen. Der radiologisch erkennbare Durchbau erfolgt allerdings deutlich später. Abschließende Röntgenkontrollen bei Beschwerdefreiheit erscheinen entbehrlich.

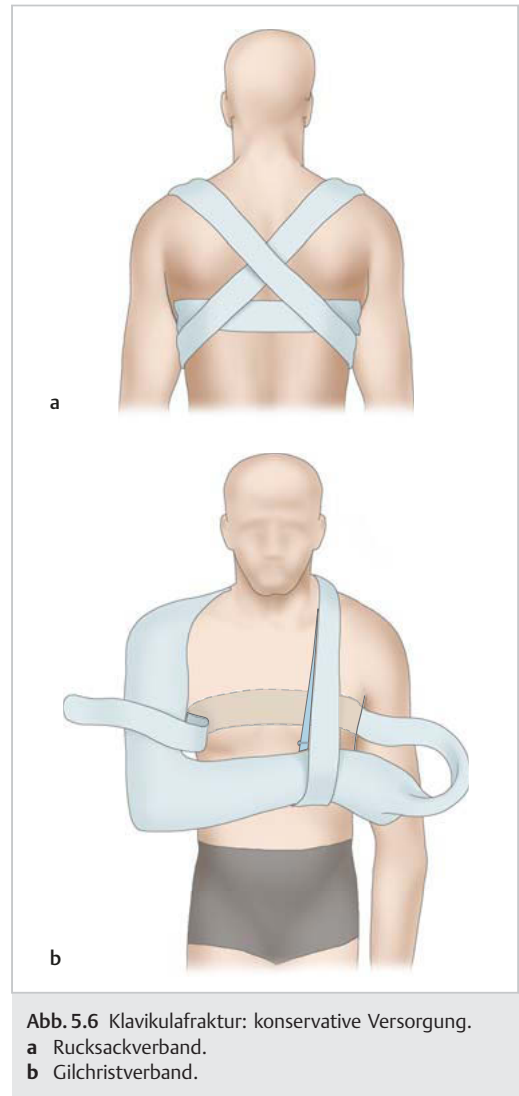


Abb. 5.6 Klavikulafraktur: konservative Versorgung.

a Rucksackverband.

b Gilchristverband.

Operative Behandlung

Die Indikation zur operativen Therapie besteht insbesondere bei offenen Frakturen und versorgungspflichtigen Nerven- und Gefäßverletzungen. Dabei werden ausgeprägte Trümmerzonen, Dislokationen und Instabilitäten bei entsprechendem Anspruch des Patienten operativ versorgt. Auch bei entsprechenden Begleitverletzungen der Rippen oder gar der Floating Shoulder ist eine operative Stabilisierung sinnvoll, um eine Stabilität des Thorax und des Schultergürtels wiederzuerlangen.

Die Frage der Instabilität ist vor allem bei den lateralen Frakturtypen relevant und wird hier entscheidend durch die mit verletzten Ligg. coracoclavicularea beeinflusst. Eine gute Orientierung bietet die Einteilung nach Jäger und Breitner (► Abb. 5.3). Typ-I- und Typ-III-Brüche sind als stabil, Typ IIa, III und IV als instabil zu werten. Typ-IIb-Frakturen sind weniger instabil, sollten jedoch eng kontrolliert und bei Dislokation operativ versorgt werden.

Als operative Optionen bei Frakturen der Klavikula haben sich die geschlossene Reposition mit intramedullärer Schienung und die offene Reposition mit interner Fixation über Plattensysteme sowie ihre verschiedenen Modifikationen durchgesetzt.

Die **intramedulläre Schienung** eignet sich bei Querbrüchen oder kurzen Schrägbrüchen im mittleren Drittel ohne Zwischenfragmente. Hier können durch einen minimalinvasiv unter Durchleuchtungskontrolle in den Markraum der Klavikula eingebrachten, elastischen Titandraht (TENS 2,5–3,5 mm) eine geschlossene Reposition und ausreichend stabile Versorgung gewährleistet werden. Um mediastinale Komplikationen zu vermeiden, wird der Draht von medial nach lateral eingebracht. Nach ausreichender Frakturheilung sollte der Draht wieder entfernt werden. Dies erfolgt ca. 12 Wochen nach dem Ersteintritt (► Abb. 5.7).

Der Vorteil ergibt sich aus dem Prinzip der intramedullären Schienung mit frakturfernem Einbringen des Implantats. Vaskularität der Fraktur bleibt erhalten und kosmetisch störende Narben sind klein und besser durch Kleidung abdeckbar. Nachteilig sind die erhöhten Durchleuchtungszeiten im Rahmen der geschlossenen Reposition. Bei geschlossen, auch unter Zuhilfenahme von Repositionszangen und zur Fragmentnavigation eingebrachten Drähten oder Schanzschrauben nicht reponible Frakturen sind mitunter offene Repositionen über kleine Hilfschnitte erforderlich.

Die **offene Reposition und interne Fixation** kann über einen Säbelhiebschnitt in sagittaler Richtung entlang der Spaltlinien der Haut oder über einen paraklavikulären Zugang über oder unter dem Schlüsselbein erfolgen. Während der quere Schnitt bei langstreckigen Brüchen einen leichteren Zugang ermöglicht, bietet der Längsschnitt eine kosmetisch günstigere Narbenbildung und eine geringere Gefährdung der längs verlaufenden Hautäste der Nn. supraclaviculares (► Abb. 5.8).

Nach Durchtrennung des Unterhautgewebes und des Platysmas wird die Fraktur unter Vermeidung von Denudierung dargestellt. Sie wird über Zangen reponiert und mit einer Platte stabilisiert. Inzwischen steht neben den konventionellen Platten eine Vielzahl anatomisch vorgeformter Modelle zur Verfügung. Entscheidend sind das Erreichen

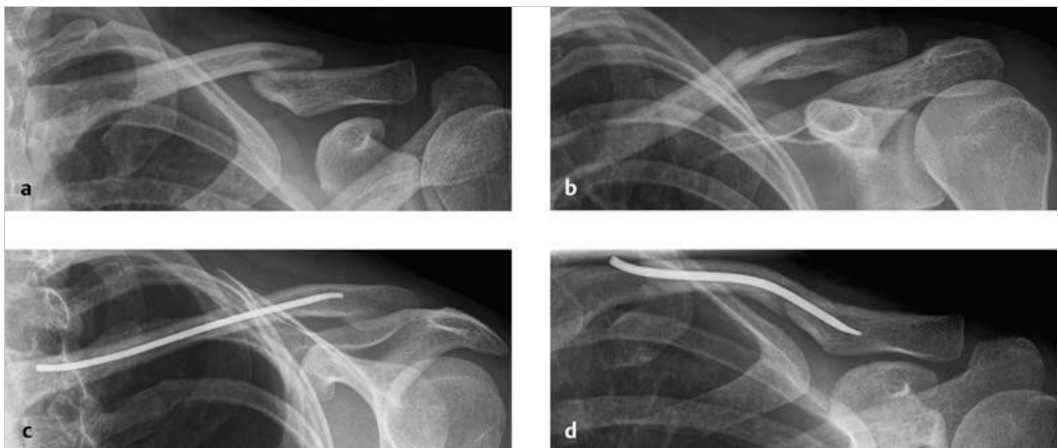


Abb. 5.7 Versorgung einer Klavikulafraktur im mittlerem Drittel mittels intramedullärer elastischer Schienung (TENS).

a Klavikulafraktur im anterior-posterioren Strahlengang.

b Klavikulafraktur im tangentialen Strahlengang.

c Ausgeheilte mittels TENS versorgte Klavikulafraktur im anterior-posterioren Strahlengang.

d Ausgeheilte mittels TENS versorgte Klavikulafraktur im tangentialen Strahlengang.

einer absoluten Stabilität und das Vermeiden zusätzlicher Minderdurchblutung durch übertriebene Weichteilablösung. Als stabil genug erscheinen konventionelle oder winkelstabile 3,5-mm-Implantate, die mit mindestens drei bikortikal eingebrachten Schrauben medial und lateral besetzt werden (► Abb. 5.9).

Rekonstruktionsplatten werden gelegentlich aufgrund der leichteren Formbarkeit verwendet. Mitunter werden jedoch vermehrt Implantatbrüche berichtet. Je nach Frakturverlauf sind Zugschrauben oder eine Kompressionsplattenosteosynthese sinnvoll. In Trümmersituationen sind überbrückend eingebrachte, winkelstabile Implantate hilfreich. Von oben angebrachte Platten bieten

den Vorteil der besseren Weichteildeckung, von ventral angebrachte haben einen längeren Schraubenverlauf und somit besseren Schraubenhalt. Zudem stört bei medialer Plattenlage die Lagerung des Kopfes nicht beim Bohren der Schraubenlöcher. Wir bevorzugen deshalb lateral eine obere und medial eine vordere Plattenlage, was durch eine entsprechende Torquierung der Platten ermöglicht wird (► Abb. 5.9).

Da bei lateralen Frakturen im kleinen distalen Fragment eine ausreichende Schraubenverankerung nicht immer möglich ist, haben sich hier sog. **Hakenplatten** bewährt. Bei diesen Platten wird ein hakenförmiger Ausläufer unter dem Akromion positioniert (► Abb. 5.10). Die zusätzliche Abstützung unter dem Schulterdach wirkt der kranialen Dislokationstendenz des medialen Fragments entgegen. Bei Modellen mit dezentral dorsal liegendem Haken sind die Interferenzen mit der Rotatorenmanschette minimiert. Die Implantat-



Abb. 5.8 Narbe zwei Wochen nach ORIF einer Klavikulafraktur über Säbelhiebschnitt.

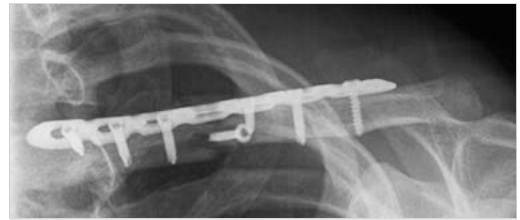


Abb. 5.9 Konventionelle Röntgenaufnahme nach Versorgung einer Klavikulafraktur mit Zugschraube und winkelstabilem Kleinfragmentimplantat (LCP).

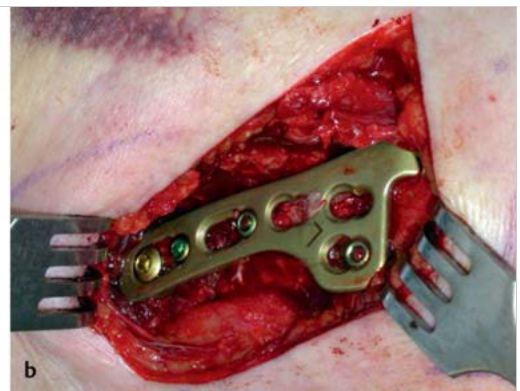
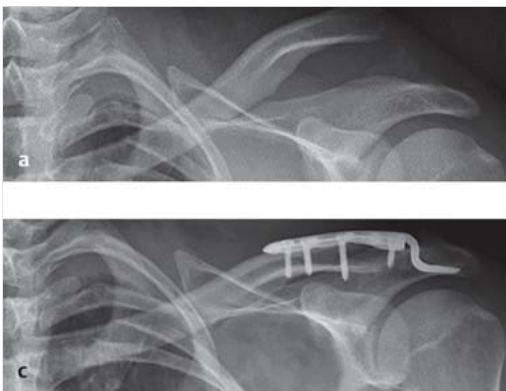


Abb. 5.10 Osteosynthese einer lateralen Klavikulafraktur mit winkelstabiler Hakenplatte.
 a Laterale Klavikulafraktur im anterior-posterioren Strahlengang.
 b Operationssitus mit einliegender Hakenplatte.
 c Ausgeheilte laterale Klavikulafraktur mit liegender Hakenplatte im anterior-posterioren Strahlengang.

entfernung der Hakenplatte nach 3–6 Monaten ist allerdings trotzdem zwingend erforderlich, um Implantatbrüche, Verletzungen der Rotatorenmanschette oder des Akromions zu minimieren. Konventionelle Platten müssen nicht zwingend entfernt werden, allerdings stören sie meist aufgrund der geringen Weichteildeckung lokal und werden dann bei gesicherter Knochenheilung nach ca. 12–18 Monaten entfernt.

Leider kommt es bei der Behandlung der lateralen Fraktur in bis zu 30 % der Fälle zur Pseudarthrosenbildung. Nicht alle Falschgelenke sind klinisch auffällig. Bei entsprechender Beschwerdesymptomatik sollte jedoch über eine Pseudarthrosenausräumung mit kortigospongiöser Spaninterposition vom Becken und stabiler Platten- bzw. Hakenplattenosteosynthese nachgedacht werden. Besonderer Augenmerk muss hierbei auf eine korrekte Einstellung der Klavikulalänge gelegt werden.

5.2 Skapulafraktur

R. Meier

5.2.1 Pathophysiologie

Das Schulterblatt ist im Prinzip eine dreieckige Rahmenkonstruktion mit mehreren Fortsätzen. Dorsal liegt die Spina scapulae oberflächennah und ist gut durch die Haut zu tasten. Sie überdeckt mit ihrem lateralen Ausläufer, dem Akromion, zusammen mit dem Korakoid und dem Lig. coracoacromiale das Schultergelenk. Über die beiden Fortsätze und deren ligamentäre Verbindungen ist das Schulterblatt am Schlüsselbein fixiert, das seinerseits über das Schulterreckgelenk mit dem Akromion artikuliert. Lateral läuft das Schulterblatt über den Hals zur Gelenkpfanne hin aus.

Der Skapulahals kann in den anatomischen und den medial gelegenen chirurgischen Hals unterschieden werden. Die seltenen Frakturen des anatomischen Halses entsprechen dabei einem Bruch lateral der Korakoidbasis, jene des chirurgischen Halses einer Fraktur medial der Korakoidbasis. Die knöcherne Festigkeit spiegelt das Prinzip der Rahmenkonstruktion wider. So sind die Ränder und Fortsätze knöchern sehr stabil, während die Knochenstruktur in der Fossa supra- und infraspinata

dünn ist. Für die Frakturbehandlung relevant ist der Verlauf des N. suprascapularis, der medial der Korakoidbasis in der Incisura scapulae verläuft und hier gefährdet ist.

Skapulafrakturen sind mit ca. 1 % relativ selten. Meist entstehen sie durch direkte Hochenergieverletzungen beim jungen, aktiven Patienten. Sie sind entsprechend regelhaft mit begleitenden Verletzungen assoziiert und treten häufig bei Mehrfachverletzten auf (► Tab. 5.1). Insofern sind sie als Indikatorfrakturen für schwerwiegende Verletzungen (z.B. Thoraxtrauma) zu sehen. In über der Hälfte der Fälle ist das Schulterblatt betroffen, gefolgt von Frakturen des Halses (25 %), Akromions (8 %), Korakoids (7 %), des Glenoidrands und der Gelenkflächen (10 %).

Tab. 5.1 Begleitverletzungen bei Skapulafrakturen.

Verletzung	Häufigkeit
Rippenfraktur	25–45 %
Humerusfraktur	12 %
Schädel-Hirn-Trauma	25 %
Gefäßverletzung	11 %
Plexusverletzung	5–10 %
Lungenverletzung	15–55 %

Cave

Die Akromionfraktur darf nicht mit der anatomischen Variante des Os acromiale verwechselt werden.



5.2.2 Einteilung

Systematische Klassifikationen der Skapulafraktur sind im klinischen Einsatz wenig verbreitet. Hilfreich sind jedoch vor allem zwei Systeme: die Einteilung nach Euler und Rüedi (► Tab. 5.2), die nach anatomischer Lokalisation fünf Typen unterscheidet, und diejenige nach Ideberg, die die Glenoidbrüche nach Frakturmorphologie in sechs Typen einteilt (► Tab. 5.3). Während Typ I und II nach Ideberg durch eine Abscherung, z.B. im Rahmen eines Luxationsmechanismus, entstehen, sind die Typen III–VI Folge einer direkten Impaktion.

Tab. 5.2 Einteilung der Skapulafrakturen nach Euler und Ruedi.

Typ	Bezeichnung	Untertyp	Betroffene Strukturen
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 a) + Klavikula b) + Ruptur des Lig. coracoclaviculare und des Lig. coracoacromiale
D	Gelenkfrakturen	D1	Pfannenrandabbrüche
		D2	Fossa glenoidalis a) mit unterem Pfannenrandfragment b) mit horizontaler Skapulaspaltung c) mit korakoidaler Blockbildung d) Trümmerfrakturen
		D3	Kombinationsfrakturen mit Kollum- bzw. Korpusfrakturen
E	Kombinationsfrakturen mit Humeruskopffrakturen		

Tab. 5.3 Klassifikation der Skapulahalsfrakturen nach Ideberg.

Typ	Bezeichnung/betroffene Strukturen
I	Vordere Pfannenrandbrüche.
II	Quer- oder Schrägfrakturen durch das Glenoid mit Anteilen des unteren Skapulahalses.
III	Schrägfrakturen durch das Glenoid mit Anteilen des oberen Skapulahalses einschließlich des Proc. coracoideus.
IV	Horizontale Frakturen durch Glenoid, Skapulahals und -körper; diese Frakturen verlaufen stets distal der Spina scapulae.
V	Kombination aus einer Typ-IV-Verletzung und einer senkrecht durch den Skapulahals verlaufenden Bruchlinie.

5.2.3 Diagnostik

Klinisch treten Skapulafrakturen vor allem durch eine erhebliche Schmerzsymptomatik in den Vordergrund. Allerdings können diese im Rahmen der Begleitverletzungen auch in den Hintergrund treten oder wenig Beachtung finden. Neben den schwerwiegenden Begleitverletzungen muss auch bei der Skapulafraktur diffizil auf Störungen der Innervation (vor allem N. suprascapularis, N. axillaris) und der Durchblutung geachtet werden.

Basis der bildgebenden Diagnostik sind konventionelle Röntgenaufnahmen true a.–p., axial und transskapulär. Die Computertomografie erleichtert die genaue Zuordnung (► Abb. 5.11). Insbesondere bei den Glenoidfrakturen ist eine dreidimensionale Rekonstruktion unter Subtraktion des Humeruskopfs zur Abschätzung der Fragmentgröße enorm hilfreich und wird von uns standardisiert durchgeführt (► Abb. 5.12). Magnetresonanztomogra-



Abb. 5.11 3D-CT-Rekonstruktion einer Korpusfraktur der Skapula und proximalen Oberarmfraktur.



Abb. 5.12 3D-CT-Rekonstruktion einer Glenoidfraktur.



Abb. 5.13 Schulterblattfraktur im konventionellem Röntgenbild.

fische Untersuchungen sind bei der Skapulafraktur speziellen Fragestellungen vorbehalten.

5.2.4 Therapie

Aufgrund der guten muskulären Stabilisierung sind vor allem die häufigen Schulterblattbrüche eine Domäne der konservativen Behandlung. Allerdings gibt es immer wieder auch schlechte Ergebnisse, sodass eine differenzierte Indikationsstellung erforderlich ist. Einer operativen Versorgung bedürfen insbesondere dislozierte Glenoid- und Halsfrakturen, Abtrennungen des Schultergürtels (shoulder suspensory complex, SSC) sowie stark dislozierte Körper- und Spinafrakturen.

Konservative Behandlung

Isolierte Schulterblattfrakturen vom Typ A können über aktiv-assistive und aktive Übungen über den Schienungseffekt der kräftigen Muskulatur prinzipiell gut konservativ behandelt werden (► Abb. 5.13). Zu Beginn der Behandlung erhöht eine kurzfristige Schlingen- oder Gilchristanlage den Patientenkomfort. Ausgeprägte Dislokationen, vor allem bei schlanken Patienten, können jedoch langfristig zu funktionellen Einschränkungen führen, sodass hier über eine Reposition und Plattenosteosynthese nachgedacht werden sollte. Auch unverschobene Spina-scapulae-Frakturen (Typ B1) kommen ohne Operation aus. Bei verschobenen

Brüchen ist die Pseudarthroserate erhöht, weshalb auch hier über eine Osteosynthese nachgedacht werden sollte. Diese kann gut über Kleinfragmentplatten erfolgen.

Periphere Korakoidfrakturen (B2) sind in der Regel über das korakoakromiale Band relativ stabil gesichert und können konservativ behandelt werden. Eine Versorgung mittels Schraubenosteosynthese ist nur erforderlich, wenn das Fragment über den Zug der korakobrachialen Sehnen disloziert oder die Fraktur zwar zentral der korakoklavikulären Bänder liegt, jedoch eine zusätzliche Instabilität der lateralen Klavikula oder des AC-Gelenks vorliegt und es hierüber zur Dislokation des Fragments kommt.

Operative Behandlung

Durch den Zug des M. deltoideus kommt es bei Akromionfrakturen (B3) meist zu einer Dislokation mit konsekutiv drohender subakromialer Enge. Deshalb sind hier häufig eine Reposition und Osteosynthese über Zugschrauben oder Zuggurtung sinnvoll. Bei erhöhter Zugbelastung, z. B. bei liegender inverser TEP kann auch eine stabilere Plattenosteosynthese sinnvoll sein (► Abb. 5.14). Differenzialdiagnostisch abgegrenzt werden muss das Os acromiale (► Abb. 5.15).

Stark verschobene Skapulahalsfrakturen beeinträchtigen die Funktion der Rotatorenmanschette. Deshalb sollten nur die wenig medialisierten Frak-



Abb. 5.14 Winkelstabile Osteosynthese einer Ermüdungsfraktur am Akromion bei liegender reverser TEP.



Abb. 5.15 Os acromiale im anterior-posterioren Strahlengang.

turen (Typ C2) des chirurgischen Halses konservativ beübt werden. Da bei Frakturen des anatomischen Halses (C1) jegliche ligamentäre Verbindung mit der Skapula verloren geht und der Zug der Trizepssehne zur Dislokation führt, werden diese über einen dorsalen Zugang mittels Schrauben, ggf. Plattenosteosynthese versorgt. Auch bei Brüchen des chirurgischen Halses und assoziierter Klavikulafraktur (C3a) oder korakoklavikularer Bandinstabilität (C3b) entsteht eine instabile Situation. Hier sollte zumindest die Klavikula versorgt werden, um eine indirekte Reposition des Glenoidfragments und eine stabile Situation zu erreichen. Auch eine kombinierte Osteosynthese kann erforderlich sein.

Pfannenrandbrüche (D1) sind Folge von Luxationen und resultieren in Instabilität mit Reluxationsgefahr des Humeruskopfs. Die Bankartfragmente sollten entsprechend refixiert werden. Unverschobene intraartikuläre Glenoidfrakturen (D2) werden nichtoperativ behandelt. Bei verschobenen Brüchen und Stufenbildung ist, um posttraumatische Arthrosen zu vermeiden, ein operatives Vorgehen indiziert. Eine Fixierung ist je nach Fragmentgröße mit Schrauben (► Abb. 5.16) oder Ankern sinnvoll (► Abb. 5.17). Je nach Frakturverlauf, -lokalisation und Fragmentgröße ist ein offenes, arthroskopisch unterstütztes oder arthroskopisches Vorgehen am besten geeignet.

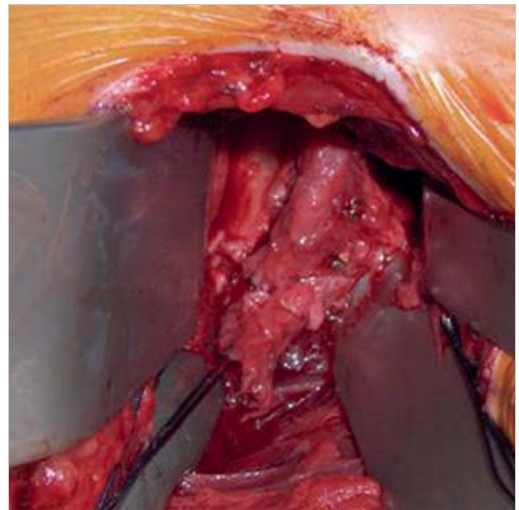


Abb. 5.16 Schraubenosteosynthese einer Glenoidfraktur.

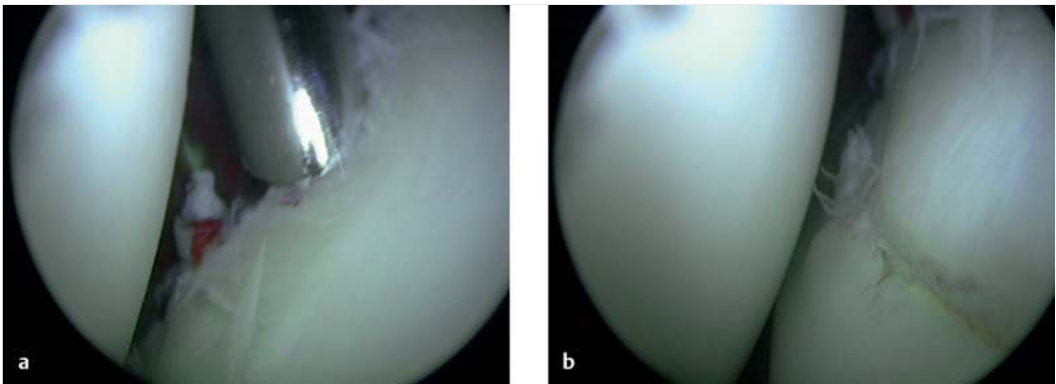


Abb. 5.17 Arthroskopische Versorgung einer Glenoidfraktur über Fadenanker.

a Einbringen des Fadenankers über Zielhülse in Frakturspalt.

b Reponierte und mittels Fadenanker retinierte Fraktur.

5.3 Proximale Humerusfraktur

I. Marzi, D. Schramm

5.3.1 Epidemiologie

Aufgrund der demografischen Entwicklung in Deutschland mit der deutlichen Zunahme älterer Patienten zeigt sich eine steigende Inzidenz proximaler Humerusfrakturen [5], wobei 70 % der Patienten über 60 Jahre alt sind. Der proximale Humerus stellt die dritthäufigste Frakturlokalisation nach dem distalen Radius und dem proximalen Femur dar.

Die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur liegt derzeit bei über 100 pro 100 000, bei Patienten über 80 Jahre sogar bei 400 pro 100 000. Schätzungen gehen von einer Verdreifachung der Inzidenz bis zum Jahre 2030 aus [6]. Dies hat erhebliche soziale wie auch ökonomische Folgen, nicht nur die reinen Gesundheitskosten betreffend. Zum einen ist die unfallbedingte Mortalität mit fast 10 % innerhalb der ersten Monate weiterhin hoch, zum anderen mussten laut einer Studie 17 % der Patienten mit proximaler Humerusfraktur den eigenen Haushalt aufgeben. Unterschätzt wird auch die deutliche Verschlechterung der Gehfähigkeit mit einer vermehrten Inzidenz erneuter Sturzereignisse im Verlauf [7].

Nicht nur die Frakturhäufigkeit, auch die Frakturschwere zeigt eine proportionale Altersabhängigkeit [5], wohl am ehesten aufgrund der in den

meisten Fällen bestehenden relevanten Osteoporose [8]. Dies scheint auch der Grund für die Tatsache zu sein, dass 75 % der erlittenen Humerusfrakturen bei Frauen auftreten [9]. Die schwersten Frakturformen treten wohl ebenfalls aufgrund der verminderten Knochenstruktur beim älteren Patienten auf. So verteilen sich die Drei- und Vier-Segment-Frakturen zu 70 % auf die Patientengruppe der über 70-Jährigen [5].

5.3.2 Pathophysiologie

Die Kenntnisse der anatomischen Verhältnisse sind unumgänglich für das tiefere Verständnis proximaler Humerusfrakturen. Entsprechend der Frakturebenen dislozieren die Fragmente analog des Muskelzugs (► Abb. 5.18).

5.3.3 Einteilung

Proximale Humerusfrakturen werden am häufigsten nach Neer klassifiziert, der sich auf die Vier-Segment-Theorie von Codman beruft (► Abb. 5.19) [11], [12]. Sie weist jedoch einige Schwächen auf, so werden z.B. prognostisch ungünstige Head-Split-Frakturen nicht berücksichtigt.

Eine weitere und detailliertere Klassifikation ist die Klassifikation nach AO (► Abb. 5.20). Sie beschreibt die Frakturmorphologie genauer, ist jedoch aufgrund ihrer Komplexität mit 27 Untergruppen teilweise zu aufwändig in der Durchführung.

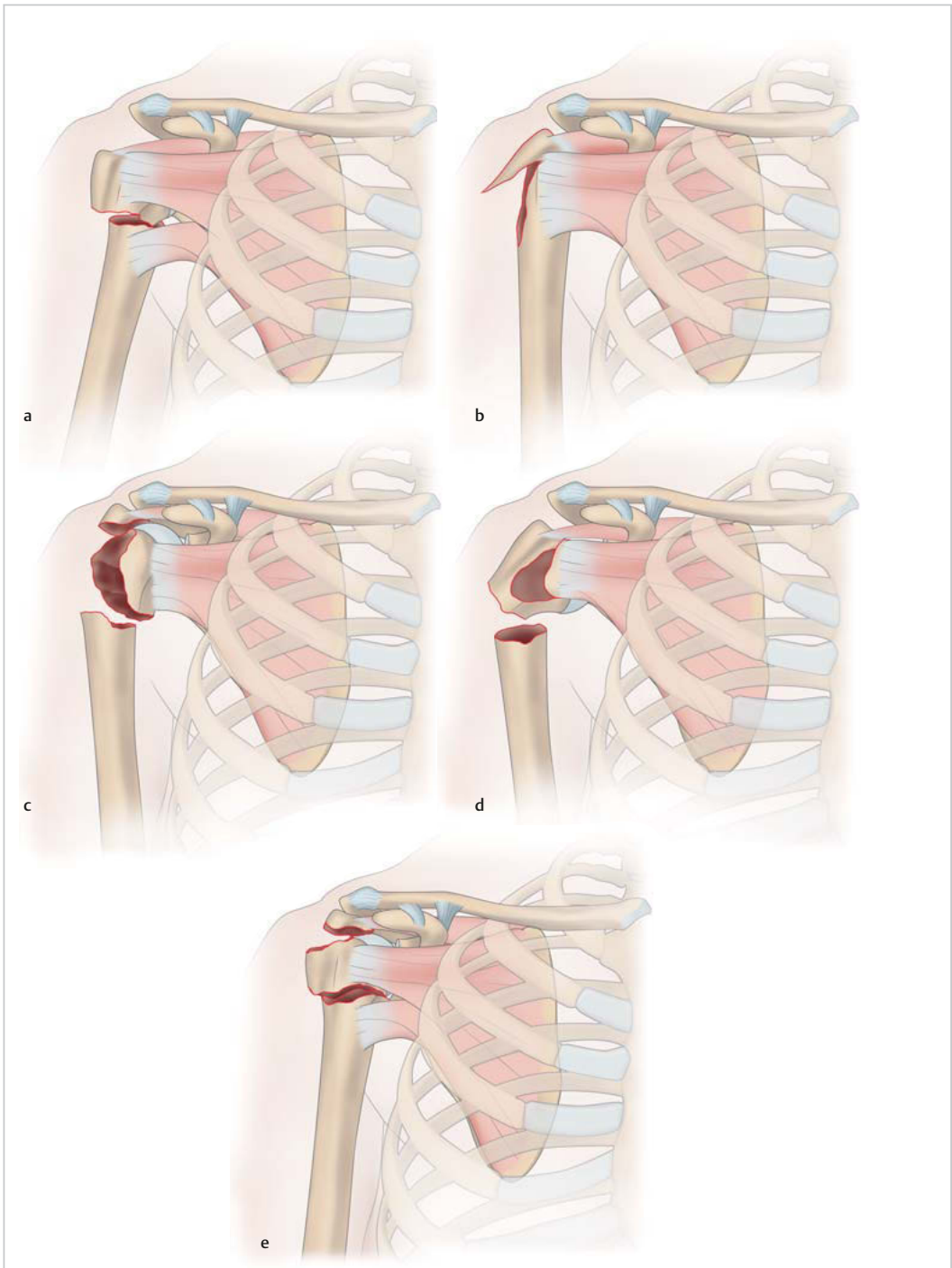


Abb. 5.18 Darstellung der einwirkenden Muskelzüge bei Zwei- bis Vier-Fragment-Frakturen. Die Frakturfragmente dislozieren entsprechend der Zugrichtung der inserierenden Muskeln. **a** Schaftfragment nach medial; **b** Tuberculum majus nach dorsokraniel; **c** Kalottenfragment über kompensatorischer Rotation in Varusfehlstellung; **d** Tuberculum minus nach mediokaudal; **e** Fehlstellung einer Vier-Fragment-Fraktur entsprechend der Muskelzugrichtung.