

#### Redaktion

P. Biberthaler, München  
T. Gössling, Braunschweig  
T. Mittlmeier, Rostock



CrossMark



### Online teilnehmen

## 3 Punkte sammeln auf CME.SpringerMedizin.de

#### Teilnahmemöglichkeiten

Die Teilnahme an diesem zertifizierten Kurs ist für 12 Monate auf CME.SpringerMedizin.de möglich. Den genauen Teilnahmeschluss erfahren Sie dort.

Teilnehmen können Sie:

- als Abonnent dieser Fachzeitschrift,
- als e.Med-Abonnent.

Als Abonnent von *Der Unfallchirurg* oder *Der Orthopäde* können Sie kostenlos an CME-Kursen beider Zeitschriften teilnehmen.

#### Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist zertifiziert von der Ärztekammer Nordrhein gemäß Kategorie D und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Es werden 3 Punkte vergeben.

#### Anerkennung in Österreich

Gemäß Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die auf CME.SpringerMedizin.de erworbenen Fortbildungspunkte von der Österreichischen Ärztekammer 1:1 als fachspezifische Fortbildung angerechnet (§26(3) DFP Richtlinie).

#### Kontakt

Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
E-Mail: [kundenservice@springermedizin.de](mailto:kundenservice@springermedizin.de)

# CME Zertifizierte Fortbildung

M. Wurm · M. Beirer · P. Biberthaler · C. Kirchhoff<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

## Klavikulafrakturen

### Diagnostik, Management und Therapie

#### Zusammenfassung

Die Klavikulafraktur ist mit ca. 6% eine der häufigsten knöchernen Verletzungen des Schultergürtels. Das Patientenkollektiv beinhaltet 2 Altersgipfel (2. und 8. Lebensdekade); der Großteil der Klavikulafrakturen tritt bei jungen, aktiven Patienten im Rahmen von Sport- oder Freizeitunfällen auf. Neben der Anamnese mit Fokus auf den Traumamechanismus stellen die klinische und die adäquate bildgebende Untersuchung die Eckpfeiler der Diagnostik dar. Bei nichtdislozierten Frakturen mit geringer Dislokationsgefahr und gering dislozierten Frakturen im pädiatrischen Sektor hat die konservative Therapie einen hohen Stellenwert. Nach Dislokation und/oder Verkürzung sowie bei hohem funktionellem Anspruch kann operativ eine stabile Fixierung mit der Möglichkeit der frühfunktionellen Nachbehandlung erreicht werden. Die Indikationsstellung des Verfahrens ist allerdings von weiteren Faktoren abhängig. Die operative Stabilisierung kann die Gefahr der Pseudarthroseausbildung erheblich reduzieren; deswegen gewinnt sie zunehmend an Bedeutung.

#### Schlüsselwörter

Akromioklavikulargelenk · Dislokation · Klassifikationen · Plattenosteosynthese · Pseudarthrose

Verletzungsmechanismen der Klavikulafrakturen sind sehr heterogen

Der Hauptanteil der Frakturen betrifft mit etwa 76% das mittlere Schaftdrittel

## Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- kennen Sie die Indikationen für die konservative bzw. die operative Behandlung einer Klavikulafraktur.
- sind Sie in der Lage, Klavikulafrakturen anhand der genannten Klassifikationen einzuteilen.
- können Sie relevante Begleitverletzungen und die weiterführenden diagnostischen Schritte beschreiben.
- ist Ihnen das postoperative, aber auch das konservative Management einer Klavikulafraktur bekannt.

## Hintergrund

Klavikulafrakturen sind mit einer Prävalenz von etwa 2,6–10% eine der häufigsten Frakturereignisse im Bereich des Schultergürtels [1, 2, 3, 4]. Die Verletzungsmechanismen sind vielfältig und sehr heterogen. Indirekte Traumata (z. B. Stürze auf den ausgestreckten Arm) sind, statistisch gesehen, häufiger als direkte (Anprall)-Traumen für dieses Frakturgeschehen verantwortlich. Über 80% der kausalen Stürze resultieren aus alltäglichen Stürzen insbesondere im Straßenverkehr [6]. Insbesondere sind hier auch Freizeit- und Sportunfälle, vor allem **Fahrradstürze** zu nennen [1, 5, 7]. Die perinatale Klavikulafraktur als häufigste geburtsassoziierte Verletzung mit der Gefahr einer Plexusläsion [8] nimmt eine Sonderstellung ein und steht im vorliegenden Beitrag nicht im Fokus.

Bezüglich der Klavikulafraktur des Jugendlichen und des adulten Patienten ist beim männlichen Geschlecht in der 1. und 2. Dekade ein **Häufigkeitsgipfel** ersichtlich [1, 5]. Die Verteilung beider Geschlechter gleicht sich im Verlauf des Lebens nahezu an.

Der Hauptanteil der Frakturen betrifft mit etwa 76% das mittlere Schaftdrittel. Diese sind gefolgt von Frakturen des lateralen Drittels mit 19% und Frakturen des medialen Drittels mit etwa 4% [1, 9].

Die Notwendigkeit einer **anatomischen Rekonstruktion** erklärt sich durch die Funktion der Klavikula. So stellt sie die einzige ossäre Verbindung des Schultergürtels zum Torso dar und vollzieht bei sämtlichen Bewegungen im Schultergelenk Rotationsbewegungen in AC- und SC-Gelenk. Zum besseren Verständnis können andere Säugetiere wie etwa Katzen herangezogen werden. Diese haben lediglich eine verkümmerte oder sogar fehlende Klavikula; was nur minimale/fehlende

---

## Clavicular fractures. Diagnostics, management and treatment

### Abstract

Clavicular fractures account for approximately 6% of bony injuries of the shoulder girdle. Patients suffering from this type of injury show 2 peaks (at the 2nd and 8th decades of life) where the majority occur in young active patients during recreational and sports activities. Besides an accurate patient history with a focus on the trauma mechanism, the clinical and radiological investigations are the cornerstones of the diagnostics. Slightly displaced fractures in a pediatric population as well as non-displaced fractures in adults can be treated conservatively. In cases of shortening and/or displacement and high functional demands, operative treatment of clavicular fractures, stable fixation and the possibility of early mobilization and therapy can be achieved; however, the indications for the procedure also depend on other factors. Surgical stabilization can substantially reduce the danger of non-union, which is why it is becoming more important.

### Keywords

Acromioclavicular joint · Dislocation · Classification · Plate osteosynthesis · Pseudarthrosis

---

Abduktions- und Adduktionsbewegungen zulässt. Die große Bewegungsfreiheit der menschlichen Schulter ergibt sich somit mitunter durch die Distanz, die die Clavicula zum Sternum darstellt.

## Anamnese und Diagnostik

### Spezifische Anamnese

Die Diagnosestellung erfolgt über die Anamnese, in der das Unfallgeschehen und der **Unfallmechanismus** explizit erhoben werden. Hier gilt es, etwaige Begleitverletzungen frühzeitig zu erkennen, um diese im zu planenden Behandlungskonzept beachten zu können. Hochrasanztraumata gehen häufig mit weiteren Verletzungen (z. B. „dashboard injuries“ etc.) einher. Diese können mithilfe adäquater bildgebender Untersuchungen erfasst werden (ggf. Spiral-CT; [10]).

### Klinische Untersuchung

In der klinischen Untersuchung gilt es, **Frakturzeichen** festzuhalten. Es ist eine vollständige körperliche Untersuchung durchzuführen und zu dokumentieren. Speziell nach Hochrasanztraumata oder bei bewusstlosen Patienten ist die **Palpation** obligat und sollte gemäß den Richtlinien des Advanced Trauma Life Support vorgenommen werden (ATLS, [11]). Aufgrund des erhobenen Unfallhergangs sollten Begleitverletzungen nun bekannt sein und ggf. weitere diesbezügliche Untersuchungen stattfinden.

Ein wichtiger Aspekt der Inspektion ist die Detektion einer drohenden Durchspießung der Frakturrenden. In diesem Fall sollte eine umgehende operative Versorgung erfolgen, um die Gefahr einer offenen Fraktursituation zu vermeiden. Eine funktionelle Untersuchung der Region ist meist aufgrund der Schmerzsymptomatik erschwert oder nicht durchführbar und sollte nicht erzwungen werden.

Des Weiteren gilt folgenden Parametern besondere Beachtung:

- periphere Durchblutung,
- Motorik und
- Sensibilität.

Bei Verdacht auf begleitende Verletzungen des Thorax wie Rippenprellungen/-frakturen und/oder **Pneumothorax** ist eine regelhaft die weiterführende Diagnostik mittels Röntgen des Thorax bzw. CT erforderlich [12]. In der weiteren Folge muss bei Thoraxverletzungen ebenso an die Abklärung des Abdomens gedacht werden.

### Diagnose von Begleitverletzungen

Stürze können für weitere Verletzungen im Bereich des Schultergürtels und der oberen Extremität verantwortlich sein. Beirer et al. fanden speziell bei lateralen Klavikulafrakturen in über 46% der Fälle mindestens eine weitere Verletzung. Dies waren, ähnlich den Begleitverletzungen bei hochgradiger Akromioklavikulargelenk(ACG)-Dislokation, im Wesentlichen Läsionen der langen Bizepssehne (Superior-Labrum-anterior-posterior[SLAP]-Läsionen) und der Rotatorarmanschette [13, 14]. Insbesondere eine eingeschränkte **glenohumerale Beweglichkeit** oder persistierende Beschwerden im Bereich der Schulter (länger als 6 Wochen) sollten zu weiterer Abklärung (MRT, CT-Arthrographie etc.) veranlassen. Aufgrund der ähnlichen Dichteverhältnisse der Flüssigkeiten (Ödem vs. Hämatom) ist die Diagnostik in der akuten Situation jedoch häufig erschwert.

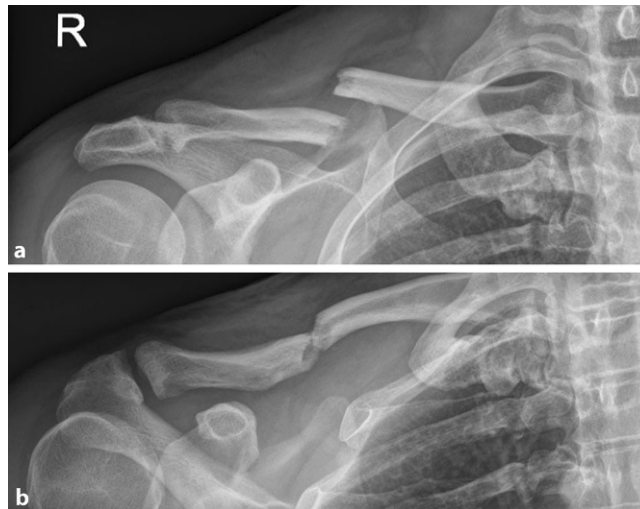
**Neurovaskuläre Verletzungen** sind seltene, jedoch mitunter erschwerende Komplikationen, die u. U. weiterer neuro- bzw. thoraxchirurgischer Versorgung bedürfen [15]. Vor allem im medialen Drittel der Klavikula ist die Gefahr einer Verletzung aufgrund der unmittelbaren Nähe der V. subclavia ( $\varnothing$  2,5 mm) höher als beispielsweise im Schaftbereich ( $\varnothing$  12,4 mm; [16]).

Hochrasanztraumata gehen häufig mit weiteren Verletzungen einher

Eine vollständige körperliche Untersuchung ist durchzuführen

Ein wichtiger Aspekt ist die Detektion einer drohenden Durchspießung der Frakturrenden

In über 46% der lateralen Klavikulafrakturen wurde mindestens eine weitere Verletzung gefunden



**Abb. 1** ◀ Röntgenbilder einer dislozierten Klavikulaschaftfraktur: a a.-p., b tangential

Mediale Klavikulafrakturen bedürfen der zweiten Ebene in der Röntgenbildgebung

In der Alexander-Aufnahme können horizontale Instabilitäten des ACG dargestellt werden

Mithilfe der Spiral-CT-Untersuchung erfolgt die Befundung in wenigen Sekunden

## Bildgebende Untersuchungen

### Röntgenuntersuchung in zwei Ebenen

Komplettiert wird die Diagnostik durch Röntgenuntersuchungen der Klavikula (in 2 Ebenen). Dabei ist ein Großteil der Frakturen ersichtlich und kann gemäß der vorhandenen Fraktur therapiert werden. Mediale Klavikulafrakturen bedürfen einer zweiten Ebene in der Röntgenbildgebung. Aufgrund der häufig stabilen und nichtdislozierten Situation kann eine Fraktur sonst leicht übersehen werden (▣ **Abb. 1**).

### Alexander-Aufnahme

Zur Detektion von Verletzungen rund um das Akromioklavikulargelenk hat sich die Alexander-Aufnahme bewährt [17, 18]. Hier wird die betroffene Seite des Patienten schmerzabhängig maximal adduziert. So können horizontale Instabilitäten im ACG, die eine operative Versorgung notwendig machen, dargestellt werden. Diese Aufnahme ist nicht in allen akuten Situationen erforderlich und bezieht sich speziell auf additive Verletzungen des ACG, die gerade bei jungen und sportlichen Patienten häufig der operativen Versorgung bedürfen.

### Belastungsaufnahmen

Belastungsaufnahmen, in denen die Patienten ein Gewicht auf der betroffenen Seite (oder beiden Seiten) zur besseren Darstellung tragen, sind wegen der oben genannten Aufnahmetechnik in der akuten Situation nicht mehr notwendig, da diese für die Patienten häufig schmerzhaft ist. Bei chronischen ACG-Verletzungen haben sie jedoch weiterhin Bedeutung, da im Seitenvergleich eine **Höhendifferenz** ersichtlich wird.

### Panoramaaufnahme

Als weitere additive radiologische Untersuchungstechnik kann die Panoramaaufnahme Aufschluss über die gesunde Gegenseite geben. Ein **Hochstand** der lateralen Klavikula im Fall einer ACG-Beteiligung etwa lässt sich hier im Seitenvergleich gut darstellen.

### Computertomographie

Hochrasanz- oder Polytraumata bedürfen häufiger weiterer Abklärung. Hier hat sich die Spiral-CT-Untersuchung etabliert, da in wenigen Sekunden bereits die Befundung erfolgen kann [19]. **Trümmerfrakturen** oder Pseudarthrosen sind weitere Indikationen für die Durchführung einer CT-Untersuchung.

**Tab. 1** Neer-Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur

Typ	Frakturlokalisation	Stabilität	Therapie
I	Lateral des Lig. coracoclaviculare	Stabil	Konservativ
II	Im Bereich des Lig. coracoclaviculare	Instabil	Operativ
III	Medial des Lig. coracoclaviculare	Instabil	Operativ

### „Focused assessment with sonography in trauma“

Auch bei vermeintlich „einfachen“ Fahrradstürzen sollte ein „Focused Assessment with Sonography in Trauma“ (FAST) des Abdomens zum Ausschluss etwaiger **intraabdomineller Verletzungen** erfolgen (z. B. Milz etc.; [20]).

### Klassifikation

Es existiert eine Vielzahl von Klassifikationssystemen für die Klavikulafraktur. Die Einteilung erfolgt über die Lokalisation der Fraktur. Hierzu werden grob das mittlere Drittel, der Klavikulaschaft und das laterale Drittel unterschieden.

Neben der Allmann-Klassifikation sind als weitere klinisch gebräuchliche die nach Craig [21], Neer [22], Robinson (Edinburgh-Klassifikation, [4]) oder Nordqvist und Peterson [23] zu nennen.

### Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese

Das heute einheitlich und international für Frakturen angewandte Instrument ist die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO), die 2018 in einer neuen Fassung erschienen ist [24].

Die AO-Klassifikation unterteilt die Klavikula in die 3 Teile mediale (AO 15.1), Diaphyse- (AO 15.2) und laterale Frakturen (AO 15.3). Die Schwere der jeweiligen Fraktur wird über einen additiven Großbuchstaben (A, B, C) erklärt (z. B. AO 15.1-A für eine mediale, extraartikuläre Klavikulafraktur). Des Weiteren werden **ligamentäre Verletzungen** der lateralen Klavikulafrakturen über einen zusätzlichen Buchstaben erfasst (z. B. AO 15.3A(a) für eine laterale, dislozierte Fraktur mit intakten korakoklavikulären [CC]-Bändern).

### Neer-Klassifikation

Neer begründete 1968, neben Allmann, als einer der Ersten seine Klassifikation für die laterale Klavikulafraktur. Er unterteilte diese in einen stabilen Typ I und **nichtstabile Frakturen** (Typen II und III; **Tab. 1**). Die stabilen Typen wurden einer konservativen Therapie zugeführt. Die restlichen Typen II und III wurden operativ versorgt [25].

### Klassifikation nach Jäger und Breitner

Jäger und Breitner [26] ließen ihre Erfahrungen zu dieser Frakturlokalisation im lateralen Bereich in die Literatur einfließen und gliederten die Frakturen in insgesamt 5 Typen (**Tab. 2**). Hier wird die laterale Klavikulafraktur nochmals in 3 Teile unterteilt. Mit dieser Klassifikation kann eine gute Unterscheidung zwischen notwendiger konservativer und operativer Therapie gefunden werden. Des Weiteren ist ersichtlich, ob eine additive Stabilisierung des ACG notwendig ist [26].

### Therapie

#### Indikationsstellung

Für die Entscheidungsfindung dazu, welches weitere Vorgehen gewählt wird, ist es wichtig, **individuelle Faktoren** (z. B. Patientenalter, Aktivitätslevel, Nebenerkrankungen, Begleitverletzungen etc.) einzubeziehen. Auch radiologische Aspekte, wie etwa eine vorhandene Verkürzung oder Dislokation, sind neben einer drohenden Durchspießung (ante perforationem) bei der Therapieplanung zu berücksichtigen.


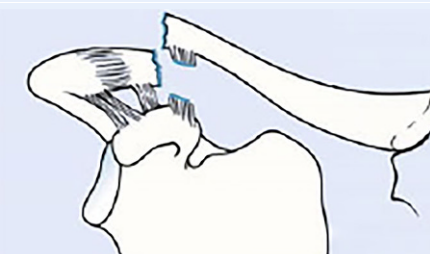


Die Einteilung wird über die Lokalisation der Fraktur vorgenommen

Die Schwere der jeweiligen Fraktur wird über einen der additiven Großbuchstaben A, B oder C erklärt

Der stabile Typ I der Neer-Klassifikation wurde einer konservativen Therapie zugeführt

Die Klassifikation nach Jäger und Breitner unterteilt die laterale Klavikulafraktur nochmals in 3 Teile

**Tab. 2** Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur nach Jäger und Breitner. (Abbildungen aus Harrasser et al. [27])

Typ	Frakturlokalisation	Ligamentäre Verletzung
I	 Lateral des Lig. coracoclaviculare	–
II	 Im Bereich des Lig. coracoclaviculare	IIa Pars conoidea IIb Pars trapezoideum
III	 Medial des Lig. coracoclaviculare	–
IV	 Kindliche Fraktur „Pseudoluxation“ mit Zerreißung des Periostschlauchs	–

### State of the Art

Die konservative Behandlung ist mit guten bis sehr guten Ergebnissen weiterhin Therapie der Wahl bei nicht- bzw. geringgradig dislozierten Frakturen sowie im pädiatrischen Sektor [9, 28, 29]. Die operative Versorgung muss bei neurovaskulären Begleitschdigungen (z. B. A./V. subclavia, Plexus brachialis) sowie offenen Frakturen bzw. stark dislozierten Frakturen mit Gefahr der sekundären Perforation erfolgen.

Interessant ist, dass die Gesamtzahl operativer Versorgungen in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich zugenommen hat, so zeigt sich bspw. eine 705%ige Steigerung der operativen Versorgung zwischen 2001 und 2012 in Schweden [30]. Dies ist zum einen zu erklären durch die Zunahme der Prävalenz von Klavikulafrakturen, zum anderen sicher auch durch die hohe Zuverlässigkeit moderner Implantate und die damit einhergehenden guten funktionellen Ergebnisse.

**Die operative Versorgung von Klavikulafrakturen hat in den letzten beiden Dekaden überdurchschnittlich zugenommen**

**Tab. 3** Indikationen zur operativen Versorgung einer Klavikulafraktur

Relative Indikation	Absolute Indikation
Verkürzung >14 mm (weiblicher Patient)/18 mm (männlicher Patient; [32])	Drohende Durchspießung
>1 Schaftbreite [42]	Offene Frakturen
Pseudarthrosen	Neurovaskuläre Begleitverletzung
Refrakturen	Verletzungen des SSSC

SSSC „superior shoulder suspensory complex“

Eine notfallmäßige Versorgung ist bei offener Fraktur oder begleitender Gefäß-/Nervenverletzung indiziert. Ebenso ist der Patient bei **Ante-perforationem-Frakturen** zeitnah zu versorgen.

In jedem Fall soll die eingeleitete Therapie eine früh-funktionelle physiotherapeutische Beübung des Schultergelenks erlauben [31].

### Therapieziele und -planung

Bei der Versorgung der Klavikulafraktur geht es grundsätzlich um die Vermeidung einer Verkürzung, da sich hieraus Bewegungseinschränkungen, aber auch Schmerzen im Bereich des Schultergürtels ergeben können [32]. Beachtung und Vermeidung einer **Pseudarthrose** sind besonders wichtig, da diese zu Instabilitäten und Schmerzen führen und etwaige weitere Eingriffe notwendig machen kann [33]. Dazu gilt es, das Vorliegen von Begleitverletzungen zu erkennen und bei Relevanz eine entsprechende Therapie einzuleiten.

Das Abwägen zwischen konservativer und operativer Therapie erfolgt ausführlich vorab gemeinsam mit dem Patienten, um vorhandene **Komorbiditäten** in die Entschlussfindung einzubeziehen. Einem guten Heilungsverlauf abträgliche Faktoren wie Nikotinabusus und Diabetes mellitus müssen vor einem möglichen operativen Vorgehen berücksichtigt werden [34, 35]. Den Patienten soll eine Abstinenz vom Rauchen nahegelegt und die optimale Blutzuckereinstellung sollte prä- sowie postoperativ etabliert werden.

Neer und Rowe ermittelten in den 1960er-Jahren erhöhte Pseudarthrosenraten nach operativer Versorgung. Die zunehmende Verbesserung in Bezug auf die (anatomische) Passform der Plattensysteme und die Zunahme des Wissens um die Durchblutung der Klavikula resultierten jedoch zuletzt in deutlich niedrigeren Pseudarthrosenraten (ca. 5,9%) im Vergleich zu den Anfängen (ca. 11,5%). Allerdings weisen laterale Klavikulafrakturen höhere Werte auf [28, 36, 37, 38, 39]. Hier soll jedoch speziell darauf hingewiesen werden, dass eine verminderte Pseudarthrosenrate auf den Einsatz winkelstabiler Plattensysteme zurückzuführen ist und nicht die anatomische Passform entscheidend ist. Insbesondere die periostale Durchblutung soll durch das Vermeiden einer großzügigen Ablösung des Periosts erhalten bleiben.

Klare Indikationen für eine operative Versorgung stellen allerdings die drohende Durchspießung, Gefäß-/Nervenverletzungen, offene Frakturen, aber auch **komplexe Frakturen** des Schultergürtels unter Einbezug des „superior shoulder suspensory complex“ dar (SSSC; [Tab. 3](#)). Dieser „Komplex“ setzt sich aus osteoligamentären Strukturen des Schultergürtels zusammen und beinhaltet neben dem Glenoid und dem Akromion den Processus coracoideus, die laterale Klavikula, die Ligg. coracoclaviculares sowie das ACG ([Abb. 2](#)). Da eine Unterbrechung an 2 Stellen des SSSC zu einer „floating shoulder“ und somit instabilen Situation des Schultergürtels führt, ist die operative Stabilisierung vorrangig. Konservative Therapieansätze zeigten im Vergleich dazu bedeutend schlechtere Ergebnisse [40, 41].

Offene Frakturen können gemäß Gustilo-Anderson bzw. Tschern-Öestern-Klassifikation eingeteilt und im weiteren Verlauf leitliniengerecht antibiotisch therapiert [43, 44].

## Konservative Therapie

### Klavikulafrakturen im Kindesalter

Gerade im pädiatrischen Sektor ist die konservative Therapie aufgrund des ausgezeichneten **Heilungspotenzials** (*Remodeling*) und der geringen Rate an Pseudarthrosen eine bewährte Therapieform und gilt heute weiterhin als Standard [45, 46, 47]. Hierzu haben sich diverse Methoden wie etwas das Mitella-Tuch bei Kindern bzw. ein Gilchrist-Verband bei Jugendlichen als gängige

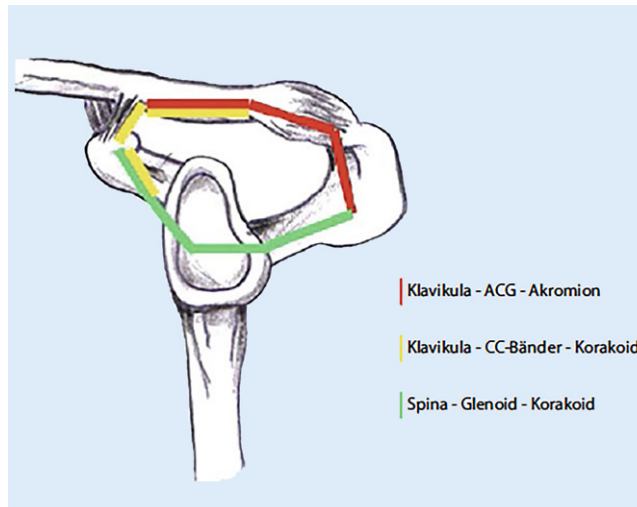
Bei der Versorgung der Klavikulafraktur geht es grundsätzlich um die Vermeidung einer Verkürzung

Dem guten Heilungsverlauf abträgliche Faktoren müssen vor einem möglichen operativen Vorgehen berücksichtigt werden

Die verminderte Pseudarthrosenrate ist auf den Einsatz winkelstabiler Plattensysteme zurückzuführen

Die zu einer „floating shoulder“ führende Unterbrechung an 2 Stellen des SSSC erfordert eine operative Stabilisierung

Als gängige Verfahren haben sich das Mitella-Tuch bei Kindern bzw. ein Gilchrist-Verband bei Jugendlichen etabliert



**Abb. 2** ◀ „Superior shoulder suspensory complex“. ACG Akromioklavikulargelenk, CC korakoklavikulär. (Aus Harrasser et al. [27])

Achsabweichungen bis zu 45° können akzeptiert werden

Verfahren etabliert. Aufgrund einfacher anzulegender Systeme und beschriebener Läsionen des N. axillaris findet der Rucksackverband heute nur selten Verwendung [48]. Die Therapiedauer beträgt beim Kind etwa 2 und beim Adoleszenten etwa 4 Wochen [8, 29]. Die mediale Klavikulafraktur im Kindesalter nimmt einen typischen Verlauf (<80%) durch die **Wachstumsfuge** und bedarf außer bei Begleitverletzungen oder deutlicher Dislokation bzw. Luxation keiner operativen Therapie.

Bezüglich des Dislokationsgrades können Achsabweichungen bis zu 45° akzeptiert werden. Selbst höhere Abweichungen wären durch das Remodeling zu kompensieren, jedoch sollten eine damit einhergehende konsekutive Verkürzung und deutliche Einschränkung der Beweglichkeit der Schulter bedacht werden. Die **Schaftfraktur** stellt die häufigste Entität dar, und die laterale Klavikulafraktur ist oft durch den erhaltenen Periostschlauch („Grünholzfraktur“) gekennzeichnet. Diese heilt meist in wenigen Wochen konservativ ab [29].

Im seltenen Fall einer Pseudarthrose konnten Pennock et al. mithilfe vorgeformter anatomischer Platten bzw. intramedullärer Osteosynthese sehr gute Ergebnisse erzielen [46].

### Klavikulafrakturen im Erwachsenenalter

Ogleich die Ausheilungsraten im Erwachsenenalter deutlich schlechter sind, existieren weiterhin gute Indikationen für die konservative Behandlung.

Wenig bis nichtdislozierte mediale Klavikulafrakturen zeigen neben einer hohen Heilungsrate ein gutes bis exzellentes Outcome [9, 38, 49].

**Dislozierte Schaftfrakturen** hingegen sind mit relativ hohen Pseudarthrosenraten (15,3%) assoziiert, und auch die funktionellen Ergebnisse sind bei Dislokation um mehr als eine Schaftbreite signifikant schlechter [28, 42]. Etwaige Risikofaktoren wie Rauchen oder Diabetes stellen abträgliche Faktoren dar, die zu einem negativen Heilungsverlauf führen können [35]. Ähnliche Ergebnisse beschrieben Robinson et al.; sie konnten mithilfe der Plattenosteosynthese eine signifikant höhere Konsolidierungsrate im Vergleich zur konservativen Therapie erreichen [50]. Van Der Ven Denise et al. führten eine vergleichende (konservativ vs. operativ) Nachuntersuchung mit Patienten nach Trauma durch. Sechs Wochen nach dem Trauma beobachteten die Autoren in der operativen Gruppe bedeutend bessere Ergebnisse, nach 24 Monaten jedoch waren die funktionellen Ergebnisse gleichwertig [51]. Ersen et al. konnten in einer prospektiven randomisierten Arbeit den Vorteil einer **breiten Armschlinge** gegenüber einer in Achterkonfiguration angebrachten Schlinge aufzeigen. Die breite Armschlinge erwies sich als deutlich leichter im Anlegen; dies ging auch mit einer niedrigeren Schmerzkomponente für den Patienten einher [52].

Vierundzwanzig Monate nach konservativer vs. operativer Therapie waren die funktionellen Ergebnisse gleichwertig

## Operative Therapie

### Indikationen

Operative Indikationen sind dislozierte Frakturen (mehr als eine Schaftbreite bzw. 100 %) und Frakturen mit deutlicher Verkürzung (>14 mm bei Frauen bzw. 18 mm beim Männern). Diese zeigen neben höheren **Schmerzlevels** bei konservativer Versorgung auch deutlich schlechtere funktionelle Ergebnisse, verglichen zur operativen Versorgung [32, 42]. Offene Frakturen stellen absolute Operationsindikationen dar. Dies gilt ebenso für Begleitverletzungen von neurovaskulären Strukturen, z. B. Blutungen, **sensomotorische Defizite** etc., die, wenn möglich, in Kooperation mit der jeweiligen Fachdisziplin (Neuro-, Gefäß- oder Thoraxchirurgie) versorgt werden sollten.

### Positionierung des Patienten

Der Patient kann im OP auf verschiedene Weisen positioniert werden. Ein leicht erhöhter Oberkörper (ca. 30–45°) oder auch die **Beach-chair-Position** sind aufgrund der guten Darstellung der Klavikula von Vorteil und haben sich bewährt, um Begleitverletzungen zu adressieren (z. B. intraartikuläre Läsionen via Arthroskopie, [13]). Nebenher lässt sich aufgrund der Entfernung der Schulterstütze die Röntgendiagnostik intraoperativ leichter durchführen.

### Zugang

Die Hautinzision kann via eines vertikalen **Coup-de-sabre-Schnitts** (Säbelhiebzugang) oder eines horizontalen Schnitts im Verlauf der Klavikula erfolgen. Die horizontale Schnittführung in minimalinvasiver Technik („minimal-invasive plate osteosynthesis“, „MIPO“) erzeugt im Vergleich zum konventionellen Zugang ein geringeres Taubheitsareal im Bereich der ventralen Thoraxapertur [53]. Beim ersteren Zugang ist für das weibliche Patientenkollektiv das mögliche Verdecken durch BH- bzw. Bikiniträger als vorteilhaft anzuführen.

### Osteosyntheseverfahren

**Marknagelosteosynthese.** Allen Osteosyntheseverfahren sollte das Anzeichnen der anatomischen Landmarken vorausgehen. **Anatomische Besonderheiten** sind zu berücksichtigen. Zum Beispiel kann der Markraum bei einer sehr schlanken Patientin äußerst schmal sein; die Insertion eines elastischen Nagels wäre in diesem Fall nicht erfolgreich durchführbar. Intramedulläre Nagelosteosynthesen (elastisch-stabile intramedulläre Nagelung, ESIN) werden minimalinvasiv entweder über einen lateralen oder einen medialen Zugang eingebracht. So können mediale Schaftfrakturen bis hin zu lateralen Klavikulafrakturen operativ versorgt werden.

Es wird eine **Stichinzision** über der zuvor erfolgten Markierung medial oder lateral gesetzt und die Klavikula mithilfe eines Pfriems oder Bohrers eröffnet. Als Vorteil des ESIN kann die geschlossene Reposition angeführt werden. Das Einbringen des Nagels von medial ist kosmetisch zu favorisieren und aufgrund des größeren Durchmessers der medialen Klavikula sicherer in Bezug auf die Gegenkortikalis. Wichtig hierbei ist, dass der Operateur auf der gesunden Seite des Patienten steht und sozusagen über dem Patienten operiert. Anschließend werden der passende Durchmesser (1,5–4 mm) und Länge des Nagels ermittelt. Dies kann bereits präoperativ approximativ via Messen beim Röntgen erfolgen. Nach Einspannen des Nagels in das Insertionsinstrumentarium wird dieser durch leicht drehendes und ggf. vorsichtiges Hämmern in den Markraum eingebracht. Sollte eine geschlossene Reposition nicht möglich sein, kann über eine kleine Inzision über der Fraktur die Reposition mithilfe von **Repositionszangen** erfolgen. Hierbei sollten regelmäßige **Röntgenkontrollen** in 2 Ebenen erfolgen, um eine mögliche Dislokation aus dem Markraum frühzeitig zu erkennen (Abb. 3; [54]).

Ob nun die Implantation eines elastischen intramedullären Nagels („ESIN“) oder eine anatomisch **präkonfigurierte Platte** herangezogen wird, ist abhängig von der vorliegenden Fraktur. Mehrfragmentäre Frakturen sollten mithilfe einer winkelstabiler Platte versorgt werden, um möglichst stabile Verhältnisse zu generieren. Heute angewandte winkelstabile Plattensysteme weisen in biomechanischen Testungen eine bessere **Rotationsstabilität** auf, verglichen mit der intramedullären Nagelung [55]. Die Ergebnisse dieser beiden Techniken bezüglich des klinischen Outcome, der Operationsdauer und auch der Komplikationsraten zeigen jedoch keine signifikanten Unterschiede [56].

Offene Frakturen stellen absolute Operationsindikationen dar

Das Taubheitsareal im ventralen Thoraxaperturbereich ist bei horizontalem MIPO-Schnitt geringer als bei konventionellem Zugang

Intramedulläre Nagelosteosynthesen werden minimalinvasiv über einen lateralen oder einen medialen Zugang eingebracht

Vorteil der ESIN ist die geschlossene Reposition

Mehrfragmentäre Frakturen sollten mithilfe einer winkelstabilen Platte versorgt werden



**Abb. 3** ◀ **a** Postoperative Stellung nach minimalinvasiver intramedullärer Nagelversorgung, **b** regelrechte Konsolidierung und Z. n. Osteosynthesematerialentfernung nach 20 Monaten

Anatomisch für den jeweiligen Abschnitt der Klavikula vorgeformte Plattensysteme erzielen gute kurz- und mittelfristige Ergebnisse

Hinsichtlich einer anteroinferioren oder superioren Plattenlage finden sich keine signifikanten Unterschiede

Spezielle Doppel-Button-Systeme haben sich als sehr gut in der Versorgung von CC-Band-Rupturen erwiesen

Weder die intramedulläre Nagelosteosynthese noch die Plattenosteosynthese zeigte sich dem anderen Verfahren eindeutig überlegen

**Plattenosteosynthese.** Die Plattenosteosynthese eignet sich für Frakturen aller Abschnitte der Klavikula. Es sollten nur mehr winkelstabile Plattensysteme eingesetzt werden, da sich diese im Vergleich zu älteren nichtwinkelstabilen Systemen bewährt haben [57, 58].

Anatomisch für den jeweiligen Abschnitt der Klavikula vorgeformte Plattensysteme erzielen in der jüngsten Literatur neben sehr guter Passformen auch gute kurz- und mittelfristige Ergebnisse [59]. Die früher gebrauchten nichtwinkelstabilen Plattenosteosynthesen waren aufgrund der häufigen Ausbildung von Pseudarthrosen und **Refrakturen** nicht zufriedenstellend [60]. Ferner belegen biomechanische Arbeiten die signifikant niedrigeren Ausreißkräfte im Vergleich zu heutigen winkelstabilen Systemen [58].

In Hinblick auf die biomechanische Primärstabilität erscheint jedoch weiterhin bedeutender als die Winkelstabilität das sichere Verschrauben von sechs Kortikales in jedem Hauptfragment (▣ **Abb. 4**; [61]).

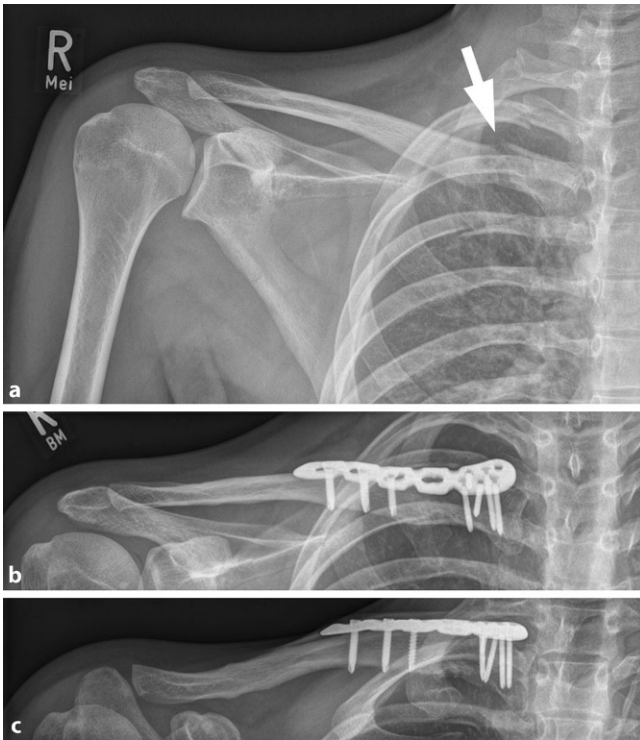
Speziell der Schaftbereich der Klavikula ist häufig auch eine **kosmetisch-sensible Region**, weshalb sich die MIPO eignet, wenn eine Marknagelosteosynthese als nichtausreichend stabil zu erwarten ist [53].

Hinsichtlich der gewählten Plattenlage (anteroinferiore oder superiore) finden sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede, betreffend die Operationsdauer, die Konsolidierung oder klinische bzw. radiologische Ergebnisse [62]. Obgleich die superiore Plattenlage für eine mögliche vermehrte Prominenz des Plattensystems verantwortlich ist und mitunter zu **Irritationen**, beispielsweise beim Tragen eines Rucksacks, führen kann, ist die Materialentfernungsrates beider genannten Plattenlagen annähernd gleich (▣ **Abb. 5**; [63, 64]).

Die früher häufig angewendete **Hakenplattenosteosynthese**, die die spätere Materialentfernung erfordert, wird zunehmend durch Neuerungen im Bereich der lateralen Plattensysteme abgelöst. Grund ist mitunter das in vielen Fällen nichtnotwendige Kompromittieren des ACG [65].

In der jüngsten Vergangenheit beschäftigten sich verschiedene Arbeitsgruppen intensiv mit dem Komplex der lateralen Klavikulafraktur und konnten verschiedene Fragen beantworten. Die Versorgung etwaiger Begleitverletzungen des ACG resp. der CC-Bänder oder des Glenohumeralgelenks ist in der heutigen Zeit arthroskopisch assistiert oder offen sehr gut durchführbar [13, 66]. Spezielle (z. T. knotenlose) Doppel-Button(Plättchen)-Systeme haben sich als sehr gute Technik zur Versorgung von CC-Band-Rupturen im Zuge von Klavikulafrakturen erwiesen [65]. Die additive Versorgung instabiler, lateraler Frakturen mithilfe der **korakoklavikulären Augmentation** zeigt bessere funktionelle und radiographische Ergebnisse im Vergleich zu Frakturen, die keine CC-Versorgung erfahren (▣ **Abb. 6**; [67]).

**Fazit.** Die Frage, ob eines der oben genannten beiden Verfahren dem anderen eindeutig überlegen ist, kann auch nach einem systematischen Review nicht abschließend beantwortet werden. Weder die intramedulläre Nagelosteosynthese noch die Plattenosteosynthese zeigte sich dem



**Abb. 4** ◀ Röntgenaufnahmen einer medialen Klavikulafraktur nach einem Verkehrsunfall. **a** Präoperativ, **a-p.**, **b, c** postoperative Versorgung mithilfe der winkelstabilen Plattenosteosynthese: **b** a.-p., **c** tangential. Derart gut wie im Beispiel (*weisser Pfeil*) sind Frakturen der medialen Klavikula im konventionellen Röntgen üblicherweise nicht abbildbar

anderen Verfahren eindeutig überlegen. Die Notwendigkeit der Materialentfernung wurde bei Plattensystemen mit 38 % beziffert, eine Entfernung bei Marknagelosteosynthesen sogar mit bis zu 73 %. Weder bezüglich postoperativer Funktion noch im Hinblick auf die Ausbildung von Pseudarthrosen war eines der beiden Systeme führend [68].

## Nachbehandlung

### Physiotherapeutische Behandlung

Allen Verfahren sollte eine physiotherapeutische Behandlung nachgeschaltet sein. Diese sollte für die ersten beiden postoperativen Wochen kontrolliert und zuerst passiv, dann aktiv assistiert erfolgen. Im weiteren Verlauf kann eine **patientenadaptierte Aktivitätssteigerung** erfolgen. Grundsätzlich kann etwa bei einfachen Schaftfrakturen eine schmerzadaptierte freie Beweglichkeit erlaubt werden. Mehrfragmentäre Frakturen sollten restriktiver nachbehandelt werden, und eine Flexion bzw. Abduktion über 90° sollte in den ersten 6 Wochen postoperativ nicht überschritten werden. Sportliche Aktivitäten (z. B. Liegestütze, Klimmzüge etc.), die eine starke Belastung des Schultergürtels erfordern, werden in den ersten 3 postoperativen Monate nicht empfohlen.

### Osteosynthesematerialentfernung

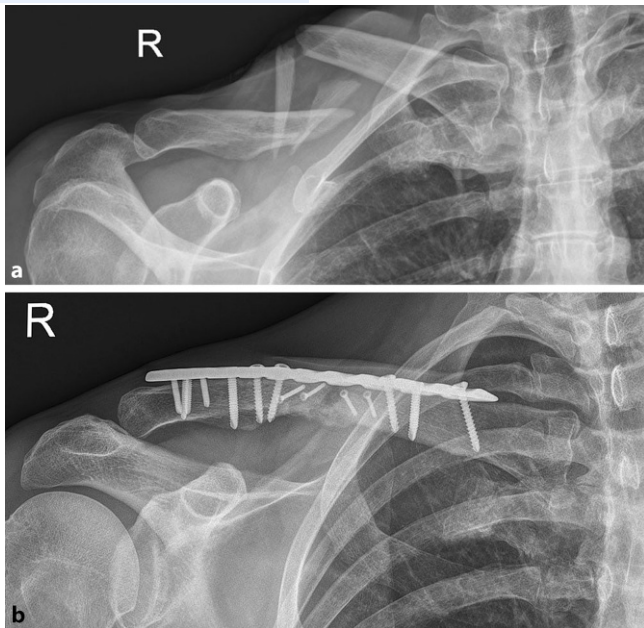
Die Osteosynthesematerialentfernung wird in der derzeit gültigen S1-Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) für mehrere Gründe, u. a. etwa den „Patientenwunsch“ oder auch „direkt/indirekt funktionell störende Implantate“ und weitere, angeführt. Derartige Einschränkungen werden häufig von Patienten wie etwa beim Tragen von Taschen oder Rucksäcken geäußert. Eine Metallentfernung sollte aufgrund einer hohen Refrakturrate erst nach 18 Monaten post operationem durchgeführt werden. Die Plattenosteosynthese zeigt kürzlich eine höhere Wahrscheinlichkeit für ein erneutes operatives Vorgehen zur Materialentfernung im Vergleich zur intramedullären Versorgung [69, 70].

## Komplikationen

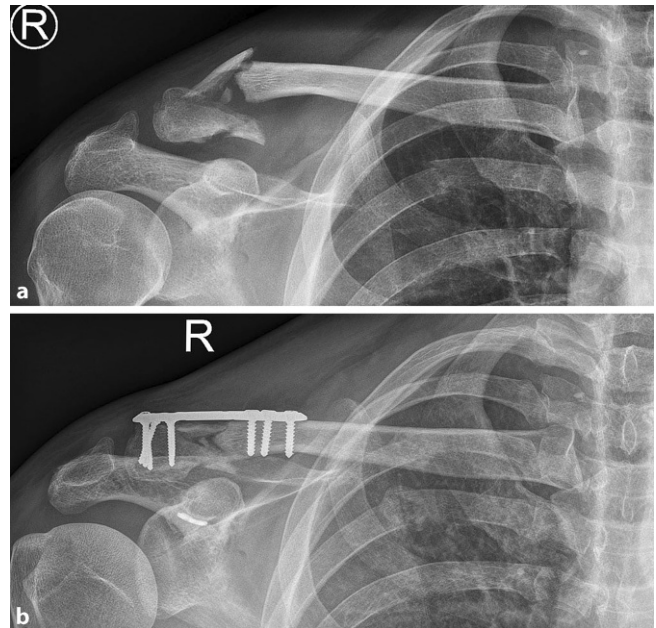
Die Raten an **verzögerten Knochenheilungen** sowie Pseudarthrosen sind durch Neuerungen im Bereich der Materialien, aber auch durch die Erkenntnisse aus anatomischen Studien, die

**Eine Flexion bzw. Abduktion über 90° sollte in den ersten 6 postoperativen Wochen unterbleiben**

**Eine Metallentfernung wird aufgrund der hohen Refrakturrate erst nach 18 Monaten post operationem durchgeführt**



**Abb. 5** ▲ Röntgenaufnahme einer mehrfragmentären Klavikulaschaftfraktur, einschließlich drohender Durchspießung. **a** Präoperativ, **b** postoperative Darstellung der Ausversorgung mithilfe von Zugschrauben und minimalinvasiver Plattenosteosynthese



**Abb. 6** ▲ Röntgenaufnahmen einer mehrfragmentären, lateralen Klavikulafaktur (Typ 2b in der Klassifikation nach Jäger und Breitner). **a** Präoperativ, **b** postoperativ nach Versorgung mithilfe einer lateralen Klavikulaplatte und knotenlosem Button

**Zum Ausschluss einer Infektion als Ursache einer Pseudarthrose erfolgt eine laborchemische Untersuchung mit Bestimmung des CRP und der Leukozytenzahl**

die periostale Blutzufuhr der Klavikula zeigen konnten, gesunken [34, 71, 72]. Kommt es im Verlauf der Heilungsphase jedoch zu einer solchen Komplikation, sollte die operative Versorgung in einer Klinik bzw. Praxis mit hoher operativer Frequenz dieser Verletzungen erfolgen. Präoperativ gilt es, die Ursache für die Pseudarthrose zu ermitteln. Zu diesem Zwecke erfolgt neben der klinischen Beurteilung die laborchemische Untersuchung mit Bestimmung des CRP und der Leukozytenzahl zum Ausschluss einer Infektion. In Fällen mit **Defektzonen** hat sich die Durchführung einer CT des Schlüsselbeins als hilfreich erwiesen. Kleinere Defekte können mithilfe von Spongiosa (beispielsweise auch proximalem Humerus bei jungen Patienten), größere via eines Knochenblocks, vorzugsweise aus dem ipsilateralen Beckenkamm, aufgefüllt werden [73]. In mehrfachen Revisionen, die häufig mit Verkürzungen einhergehen können, werden auch gestielte oder freie Knochentransplantate inseriert, etwa aus dem Beckenkamm oder der Fibula. In der Literatur finden sich diesbezüglich wenige, jedoch mitunter erfolgreiche Fälle [36].

### Fazit für die Praxis

- Frakturen bei Kindern sowie geschlossene, nichtdislozierte Frakturen im Erwachsenenalter sind Indikationen für eine konservative Therapie. Verkürzungen, aber auch Dislokationen um mehr als eine Schaftbreite zeigen funktionell deutlich schlechtere Outcomes; hier wird die operative Therapie empfohlen. Ante perforationem stehende sowie offene Frakturen und multiple Verletzungen des SSSC sollten operativ therapiert werden.
- Infektionen und Refrakturen sind Gründe für die erneute operative Sanierung. Speziell sollten Pseudarthrosen vor Revisionen einer differenzierten Abklärung unterzogen und Infektionen ausgeschlossen werden.
- Die regelmäßige früh-funktionelle Physiotherapie sollte sowohl im konservativen als auch im operativen Setting erfolgen.

## Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. C. Kirchhoff

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München  
Ismaninger Str. 22, 81675 München, Deutschland  
Chlodwig.Kirchhoff@mri.tum.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Wurm, M. Beirer und P. Biberthaler geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. C. Kirchhoff ist Berater für Arthrex.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

- Kihlstrom C, Moller M, Lonn K et al (2017) Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2 422 fractures in the Swedish Fracture Register; an observational study. *BMC Musculoskelet Disord* 18:82
- Klonz A, Hockertz T, Reilmann H (2001) Clavicular fractures. *Unfallchirurg* 104:70–81 (quiz 80)
- Postacchini F, Gumina S, De Santis P et al (2002) Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 11:452–456
- Robinson CM (1998) Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. *J Bone Joint Surg Br* 80:476–484
- Nowak J, Mallmin H, Larsson S (2000) The aetiology and epidemiology of clavicular fractures. A prospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden. *Injury* 31:353–358
- Chen W, Zhu Y, Liu S et al (2018) Demographic and socioeconomic factors influencing the incidence of clavicle fractures, a national population-based survey of five hundred and twelve thousand, one hundred and eighty seven individuals. *Int Orthop* 42:651–658
- Hertelev M, Winckelmans T, Hoekstra H et al (2018) Epidemiology of clavicle fractures in a level 1 trauma center in Belgium. *Eur J Trauma Emerg Surg* 44(5):717–726. <https://doi.org/10.1007/s00068-017-0858-7>
- Seif El Nasr M, Von Essen H, Teichmann K (2011) Clavicular fractures in pediatric traumatology. *Unfallchirurg* 114:300–310
- Salipas A, Kimmel LA, Edwards ER et al (2016) Natural history of medial clavicle fractures. *Injury* 47:2235–2239
- Horst K, Hildebrand F, Kobbe P et al (2015) Detecting severe injuries of the upper body in multiple trauma patients. *J Surg Res* 199:629–634
- Shafafy R, Suresh S, Afolayan JO et al (2017) Blunt vertebral vascular injury in trauma patients: ATLS((R)) recommendations and review of current evidence. *J Spine Surg* 3:217–225
- Gottschalk HP, Dumont G, Khanani S et al (2012) Open clavicle fractures: patterns of trauma and associated injuries. *J Orthop Trauma* 26:107–109
- Beirer M, Zyskowski M, Cronlein M et al (2017) Concomitant intra-articular glenohumeral injuries in displaced fractures of the lateral clavicle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25:3237–3241
- Tischer T, Salzmann GM, El-Azab H et al (2009) Incidence of associated injuries with acute acromioclavicular joint dislocations types III through V. *Am J Sports Med* 37:136–139
- Khan LA, Bradnock TJ, Scott C et al (2009) Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 91:447–460
- Mulder FJ, Mellema JJ, Ring D (2016) Proximity of vital structures to the clavicle: comparison of fractured and non-fractured side. *Arch Bone Jt Surg* 4:318–322
- Alexander OM (1949) Dislocation of the acromioclavicular joint. *Radiography* 15:260
- Alexander OM (1954) Radiography of the acromioclavicular articulation. *Med Radiogr Photogr* 30:34–39
- Huber-Wagner S, Lefering R, Kanz KG et al (2017) The importance of immediate total-body CT scanning. *Lancet* 389:502–503
- Richards JR, McGahan JP (2017) Focused assessment with sonography in trauma (FAST) in 2017: what radiologists can learn. *Radiology* 283:30–48
- Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW (2006) Rockwood and Green's fractures in adults. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Neer CS 2nd (1963) Fracture of the distal clavicle with detachment of the coracoclavicular ligaments in adults. *J Trauma* 3:99–110
- Nordqvist A, Petersson CJ, Redlund-Johnell I (1998) Mid-clavicle fractures in adults: end result study after conservative treatment. *J Orthop Trauma* 12:572–576
- Kellam JF, Meinberg EG, Agel J et al (2018) Introduction: fracture and dislocation classification compendium-2018: international comprehensive classification of fractures and dislocations committee. *J Orthop Trauma* 32(Suppl 1):S1–S10
- Neer CS 2nd (1968) Fractures of the distal third of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res* 58:43–50
- Jager M, Breitner S (1984) Therapy related classification of lateral clavicular fracture. *Unfallheilkunde* 87:467–473
- Harrasser N et al (2016) Obere Extremität. In: Harrasser N, Eichenhart-Rothe R, Biberthaler P (Hrsg) *Facharztwissen Orthopädie Unfallchirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg, S207–365
- Altamimi SA, Mckee MD, Canadian Orthopaedic Trauma S (2008) Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 90(Suppl 2 Pt 1):1–8
- Marzi I, Rose S (2016) *Kindertraumatologie*. Springer, Berlin
- Huttunen TT, Launonen AP, Berg HE et al (2016) Trends in the incidence of clavicle fractures and surgical repair in Sweden: 2001–2012. *J Bone Joint Surg Am* 98:1837–1842
- Ladermann A, Abrassart S, Denard PJ et al (2017) Functional recovery following early mobilization after middle third clavicle osteosynthesis for acute fractures or nonunion: a case-control study. *Orthop Traumatol Surg Res* 103:885–889
- Lazarides S, Zafropoulos G (2006) Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle: the relevance of shortening and clinical outcome. *J Shoulder Elb Surg* 15:191–194
- Beirer M, Banke IJ, Harrasser N et al (2017) Mid-term outcome following revision surgery of clavicular non- and malunion using anatomic locking compression plate and iliac crest bone graft. *BMC Musculoskelet Disord* 18:129
- Liu W, Xiao J, Ji F et al (2015) Intrinsic and extrinsic risk factors for nonunion after nonoperative treatment of midshaft clavicle fractures. *Orthop Traumatol Surg Res* 101:197–200
- Murray IR, Foster CJ, Eros A et al (2013) Risk factors for nonunion after nonoperative treatment of displaced midshaft fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 95:1153–1158
- Martetschlager F, Gaskill TR, Millett PJ (2013) Management of clavicle nonunion and malunion. *J Shoulder Elbow Surg* 22:862–868
- Neer CS 2nd (1960) Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc* 172:1006–1011
- Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM et al (2004) Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 86-A:1359–1365
- Rowe CR (1968) An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res* 58:29–42
- Oh W, Jeon IH, Kyung S et al (2002) The treatment of double disruption of the superior shoulder suspensory complex. *Int Orthop* 26:145–149
- Schroder LK, Gauger EM, Gilbertson JA et al (2016) Functional outcomes after operative management of extra-articular glenoid neck and scapular body fractures. *J Bone Joint Surg Am* 98:1623–1630
- Fuglesang HF, Flugsrud GB, Randsborg PH et al (2016) Radiological and functional outcomes 2.7 years following conservatively treated completely displaced midshaft cla-

- vicle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 136:17–25
43. Gustilo RB, Anderson JT (1976) Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 58:453–458
  44. Tscherner H, Oestern HJ (1982) A new classification of soft-tissue damage in open and closed fractures (author's transl). *Unfallheilkunde* 85:111–115
  45. Hughes K, Kimpton J, Wei R et al (2018) Clavicle fracture nonunion in the paediatric population: a systematic review of the literature. *J Child Orthop* 12:2–8
  46. Pennock AT, Edmonds EW, Bae DS et al (2018) Adolescent clavicle nonunions: potential risk factors and surgical management. *J Shoulder Elbow Surg* 27:29–35
  47. Schulz J, Moor M, Roocroft J et al (2013) Functional and radiographic outcomes of nonoperative treatment of displaced adolescent clavicle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 95:1159–1165
  48. Biberthaler P, Schubert EC, Kirchhoff C et al (2015) Current management of midshaft clavicle fractures. *MMW Fortschr Med* 157:50, 53
  49. Donnelly TD, Macfarlane RJ, Nagy MT et al (2013) Fractures of the clavicle: an overview. *Open Orthop J* 7:329–333
  50. Robinson CM, Goudie EB, Murray IR et al (2013) Open reduction and plate fixation versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures: a multicenter, randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 95:1576–1584
  51. Van Der Ven DJC, Timmers TK, Flikweert PE et al (2015) Plate fixation versus conservative treatment of displaced midshaft clavicle fractures: Functional outcome and patients' satisfaction during a mean follow-up of 5 years. *Injury* 46:2223–2229
  52. Ersen A, Atalar AC, Birisik F et al (2015) Comparison of simple arm sling and figure of eight clavicular bandage for midshaft clavicular fractures: a randomised controlled study. *Bone Jt J* 97-B:1562–1565
  53. Beirer M, Postl L, Cronlein M et al (2015) Does a minimal invasive approach reduce anterior chest wall numbness and postoperative pain in plate fixation of clavicle fractures? *BMC Musculoskelet Disord* 16:128
  54. Eichinger JK, Balog TP, Grassbaugh JA (2016) Intramedullary fixation of clavicle fractures: anatomy, indications, advantages, and disadvantages. *J Am Acad Orthop Surg* 24:455–464
  55. Wilson DJ, Scully WF, Min KS et al (2016) Biomechanical analysis of intramedullary vs. superior plate fixation of transverse midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 25:949–953
  56. Houwert RM, Wijdicks FJ, Steins Bisschop C et al (2012) Plate fixation versus intramedullary fixation for displaced mid-shaft clavicle fractures: a systematic review. *Int Orthop* 36:579–585
  57. Fridberg M, Ban I, Issa Z et al (2013) Locking plate osteosynthesis of clavicle fractures: complication and reoperation rates in one hundred and five consecutive cases. *Int Orthop* 37:689–692
  58. Little KJ, Riches PE, Fazzi UG (2012) Biomechanical analysis of locked and non-locked plate fixation of the clavicle. *Injury* 43:921–925
  59. Ranalletta M, Rossi LA, Bongiovanni SL et al (2015) Surgical treatment of displaced midshaft clavicular fractures with precontoured plates. *J Shoulder Elbow Surg* 24:1036–1040
  60. Eickhoff A, Fischer M, Gebhard F et al (2018) Complications after intramedullary stabilization of clavicle fractures. *Unfallchirurg* 121(10):810. <https://doi.org/10.1007/s00113-018-0459-x>
  61. Meeuwis MA, Pull Ter Gunne AF, Verhofstad MH et al (2017) Construct failure after open reduction and plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. *Injury* 48:715–719
  62. Sohn HS, Shon MS, Lee KH et al (2015) Clinical comparison of two different plating methods in minimally invasive plate osteosynthesis for clavicular midshaft fractures: a randomized controlled trial. *Injury* 46:2230–2238
  63. Formaini N, Taylor BC, Backes J et al (2013) Superior versus anteroinferior plating of clavicle fractures. *Orthopedics* 36:e898–e904
  64. Hulsmans MH, Van Heijl M, Houwert RM et al (2016) Anteroinferior versus superior plating of clavicular fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 25:448–454
  65. Abel J, Zumstein MA, Bolliger L et al (2018) Current aspects and new techniques in dislocation of the shoulder joint. *Orthopade* 47:158–167
  66. Seppel G, Lenich A, Imhoff AB (2014) Distal clavicle fracture. *Oper Orthop Traumatol* 26:254–262
  67. Fan J, Zhang Y, Huang Q et al (2017) Comparison of treatment of acute unstable distal clavicle fractures using anatomical locking plates with versus without additional suture anchor fixation. *Med Sci Monit* 23:5455–5461
  68. Houwert RM, Smeeing DP, Ali AU et al (2016) Plate fixation or intramedullary fixation for midshaft clavicle fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg* 25:1195–1203
  69. Hulsmans MH, Van Heijl M, Houwert RM et al (2017) High irritation and removal rates after plate or nail fixation in patients with displaced midshaft clavicle fractures. *Clin Orthop Relat Res* 475:532–539
  70. Schemitsch LA, Schemitsch EH, Kuzyk P et al (2015) Prognostic factors for reoperation after plate fixation of the midshaft clavicle. *J Orthop Trauma* 29:533–537
  71. Havet E, Duparc F, Tobenas-Dujardin AC et al (2008) Vascular anatomical basis of clavicular nonunion. *Surg Radiol Anat* 30:23–28
  72. Lenza M, Faloppa F (2015) Surgical interventions for treating acute fractures or non-union of the middle third of the clavicle. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007428.pub3>
  73. Kirchhoff C, Banke IJ, Beirer M et al (2013) Operative management of clavicular non-union: Iliac crest bone graft and anatomic locking compression plate. *Oper Orthop Traumatol* 25:483–498

# CME-Fragebogen

Teilnahme am zertifizierten Kurs auf CME.SpringerMedizin.de

- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate, den Teilnahmeschluss finden Sie online beim CME-Kurs.
- Fragen und Antworten werden in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.
- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70 % der Fragen richtig beantwortet werden.

**? Wie häufig sind Klavikulafrakturen?**

- 1,7–3 %
- 14–18,5 %
- 26,8–31 %
- 2,6–10 %
- 12–14,2 %

**? Welches Klassifikationssystem hat *keinen* Bezug zur Klavikulafraktur?**

- Enneking-Klassifikation
- Edinburgh-Klassifikation
- Klassifikation nach Jäger und Breitner
- Allmann-Klassifikation
- Neer-Klassifikation

**? Ein Mountainbiker ist beim Bergabfahren gestürzt und auf den rechten ausgestreckten Arm gefallen. Er hat sich dabei eine laterale Klavikulafraktur zugezogen. Diese wurde konservativ therapiert. Er gibt im Verlauf (8 Wochen nach dem Trauma) weiterhin unspezifische Schmerzen der rechten Schulter an. An welche weitere Untersuchungstechnik sowie Verletzung sollten Sie denken?**

- Sonographie – Epicondylitis humeri radialis
- CT – Beckenringverletzung
- MRT – SLAP-Läsion (SLAP: Superior-Labrum-anterior-posterior)
- MRT – Halswirbelsäulendistorsion
- Sonographie – Myogelose des M. trapezius

**? Welche additive Röntgenaufnahme können Sie zur Beurteilung eines Hochstandes bei lateraler Klavikulafraktur bzw. Akromioklavikularluxation durchführen?**

- Lauenstein-Aufnahme
- Rosenberg-Aufnahme
- Alexander-Aufnahme
- Saltzman-Aufnahme
- Morrison-Aufnahme

**? Herr B. ist auf den ausgestreckten Arm gestürzt und hat sich dabei eine Verletzung der lateralen Klavikula zugezogen. Der Arzt spricht neben einer lateralen Klavikulafraktur von einer Verletzung eines Bandes im Bereich der „Pars conoidea“. Welcher Einteilung der Klassifikation nach Jäger und Breitner entspricht diese Verletzung?**

- Typ 1
- Typ 4
- Typ 2a
- Typ 2b
- Typ 3

**? Welche Aussage zu der operativen Versorgung von Klavikulafrakturen trifft am ehesten zu?**

- Um eine optimale Reposition zu erreichen, sollte das Periost abgelöst werden.
- Grundsätzlich geht es um die Vermeidung von Verkürzungen, da daraus Bewegungseinschränkungen resultieren können.
- Pseudarthrosen können trotz einer Osteosynthese entstehen, treten jedoch klinisch nicht in Erscheinung.
- Zur Vermeidung einer Pseudarthrose nach operativer Versorgung ist die ex-

akte anatomische Passform der Platte entscheidend.

- Der Vorteil der intramedullären Nagelosynthesen liegt in der Stabilität bei dislozierten mehrfragmentären Frakturen.

**? Frau H. wird in Ihrer Sprechstunde zur Einholung einer Zweitmeinung vorgestellt. Sie zeigt Ihnen Röntgenbilder ihrer frakturierten linken Klavikula. Es handelt sich um eine Schaftfraktur, und der erste Arzt hätte Frau H. von einer Operation abgeraten. Welche der genannten Aspekte würde Sie jedoch zur Indikationsstellung „Osteosynthese“ führen?**

- Geschlossene, nichtdislozierte Fraktur
- Verkürzung um 16 mm im Vergleich zur gesunden Gegenseite
- Dislokation um ½ Schaftbreite, keine Verkürzung
- Verkürzung um 7 mm im Seitenvergleich
- Stabile Schaftfraktur

**? Herr K. befindet sich nach operativer Versorgung einer Klavikulafraktur mittels ESIN in Ihrer Nachsorge. Der Eingriff fand vor 2 Wochen statt. Was empfehlen Sie dem Patienten?**

- Ruhigstellung mittels Gilchristverband für weitere zwei Wochen.
- Beginn der passiven Physiotherapie ab der 4. postOP Woche.
- Sportliche Aktivitäten (z.B. Liegestütze) sind ab der 6. postOP Woche sinnvoll.
- Im Falle des Auftretens einer Pseudarthrose sollte als Ursache ein Infekt ausgeschlossen werden.
- Prinzipiell gibt es keine Notwendigkeit einer Metallentfernung des ESIN.

? Welche der genannten Optionen ist am ehesten lediglich eine „relative“ Indikation zur operativen Versorgung einer Klavikulafraktur?

- Offene Fraktur
- Fraktur ante perforationem
- Dislokation um ½ Schaftbreite
- Multiple Frakturen des „superior shoulder suspensory complex“ (SSSC)
- Neurovaskuläre Begleitverletzung

? Achsabweichungen bis zu welcher Ausprägung (...°) sind bei kindlichen Klavikulafrakturen akzeptabel?

- 45°
- 55°
- 65°
- 75°
- 85°



## CME.SpringerMedizin.de

### Automatische Übermittlung Ihrer CME-Punkte an die Ärztekammer

Die auf CME.SpringerMedizin.de erworbenen CME-Punkte können auf Ihren Wunsch hin elektronisch an die Ärztekammer übermittelt werden.

So einfach geht's:

➤ **Einheitliche Fortbildungsnummer (EFN) hinterlegen**

Möchten Sie Ihre auf CME.SpringerMedizin.de gesammelten CME-Punkte direkt an Ihre Ärztekammer übermitteln, hinterlegen Sie Ihre EFN bitte bei der Registrierung. Wenn Sie bereits registriert sind, können Sie Ihre EFN jederzeit unter dem Punkt *Meine Daten* nachtragen. Ihre CME-Punkte werden ab sofort automatisch an Ihre Ärztekammer übermittelt.

Weitere Informationen zur elektronischen Punkteübermittlung der Bundesärztekammer finden Sie unter [www.eiv-fobi.de](http://www.eiv-fobi.de)

Teilnehmen und weitere Informationen unter:  
[CME.SpringerMedizin.de](http://CME.SpringerMedizin.de)

Unser Tipp: Mit den **e.Med-Kombi-Abos** stehen Ihnen die CME-Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin in elektronischer Form zur Verfügung. Auf Wunsch erhalten sie mit den e.Med-Kombi-Abos darüber hinaus eine gedruckte Fachzeitschrift Ihrer Wahl.

**Testen Sie e.Med kostenlos und unverbindlich!**

Jetzt informieren unter [www.springermedizin.de](http://www.springermedizin.de) → „Abo-Shop“ oder telefonisch unter 0800-77 80 777 (Montag bis Freitag, 10 bis 17 Uhr)

