

Trauma Berufskrankh 2018 · 20 (Suppl 4):S216–S224
<https://doi.org/10.1007/s10039-018-0396-5>
 Online publiziert: 21. August 2018
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2018



G. Jensen¹ · R.-O. Dey Hazra¹ · A. Ellwein^{1,2} · H. Lill¹

¹Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, BG Klinikum Hamburg im DIAKOVERE Friederikenstift, Hannover, Deutschland

²Klinik für Schulter- Knie und Sportorthopädie, DIAKOVERE Annastift, Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH), Hannover, Deutschland

Neue Operationsverfahren am Akromioklavikulargelenk und an der lateralen Klavikula

Bei Verletzungen des Schultergelenks (ACG) sowie der lateralen Klavikula handelt es sich um Verletzungen des sog. „superior shoulder suspensory complex“ (SSSC) [11] und häufig um instabile, operationsbedürftige Läsionen. Bei der operativen Versorgung von höhergradigen Verletzungen des ACGs werden moderne, minimalinvasive arthroskopisch assistierte Verfahren zunehmend häufig angewandt [3]. Die Operationstechniken sowie die zur Verfügung stehenden Implantate wurden konsequent weiterentwickelt. Neben den akuten und chronischen ACG-Luxationen wurde das Indikationsspektrum für die neuen transklavikulären-transkorakoidalen Doppelbuttonfixationssysteme auch um die Versorgung instabiler lateraler Klavikulafrakturen erweitert. Alleine oder v. a. auch in Kombination mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese stellen diese eine sehr valide Versorgungsvariante für diese Verletzungsentität dar.

Hintergrund

ACG-Instabilitäten gehören zu den häufigsten Verletzungen des Schultergürtels und betreffen meist körperlich aktive Erwachsene in der dritten und vierten Lebensdekade (Verhältnis Männer:Frauen 5:1) [26].

Mit einem Anteil von 2–5 % aller Frakturen gehören Brüche der Klavikula zu den häufigeren Frakturentitäten [27]. Alleinige Frakturen des Schlüsselbeins machen ca. 44 % der Frakturen am Schultergürtel aus [32]. Die meisten hiervon

sind im diaphysären Anteil lokalisiert. Bis zu 25 % der Klavikulafrakturen betreffen das laterale Drittel [27].

Pathophysiologisch ursächlich für Verletzungen des ACGs ist meist ein Sturz auf die posterosuperiore Schulter mit adduziertem Arm, häufig im Rahmen von Kontaktsportarten, Zweiradunfällen oder bei Alpinsportarten [17]. Auch bei Frakturen ist in der Regel ein direktes Anpralltrauma ursächlich [21].

Sowohl bei Verletzungen des ACGs, als auch bei lateralen Klavikulafrakturen nehmen die korakoklavikulären Ligamente (CCL) für die Stabilitätsbeurteilung der Verletzung eine Schlüsselrolle ein.

Bei Luxationen des ACGs mit Zerreißung aller Bandstrukturen (≥Rock-

wood [RW] III) und bei instabilen interligamentären lateralen Klavikulafrakturen (Neer 2b/Jäger und Breitner 2a) liegt gemäß dem Konzept des „superior shoulder suspensory complex“ [11] eine potenziell instabile Verletzung des Schultergürtels vor. Ist dieser Komplex analog einer „floating shoulder“ an mindestens 2 Stellen unterbrochen, führt dies im Verlauf zu dauerhaften Beschwerden bezüglich der Heilung (z. B. Pseudarthrose) und Funktion (skapulothorakale Dyskinesie) [11]. Eine operative Stabilisierung und anatomische Rekonstruktion sollten angestrebt werden.

Für beide Verletzungen ist eine Vielzahl an operativen Techniken mit verschiedensten Implantaten beschrieben. Beitzel et al. zählten in einer Über-



Abb. 1 ▲ Lagerung und Operationssetting: Beachchair-Lagerung mit Armhalter. Für die radiologisch kontrollierte Anlage der AC- und CC-Bohrung ist der Bildverstärker (BV) steril in das Setting integriert. Der Arthroskopie- und der BV-Monitor stehen am Fußende, der Assistent führt die Kamera und visualisiert die Korakoidbasis während der Operateur via Zielbügel und BV-Kontrolle transkorakoidal-transklavikulär bohrt. (Aus Jensen et al. [16])

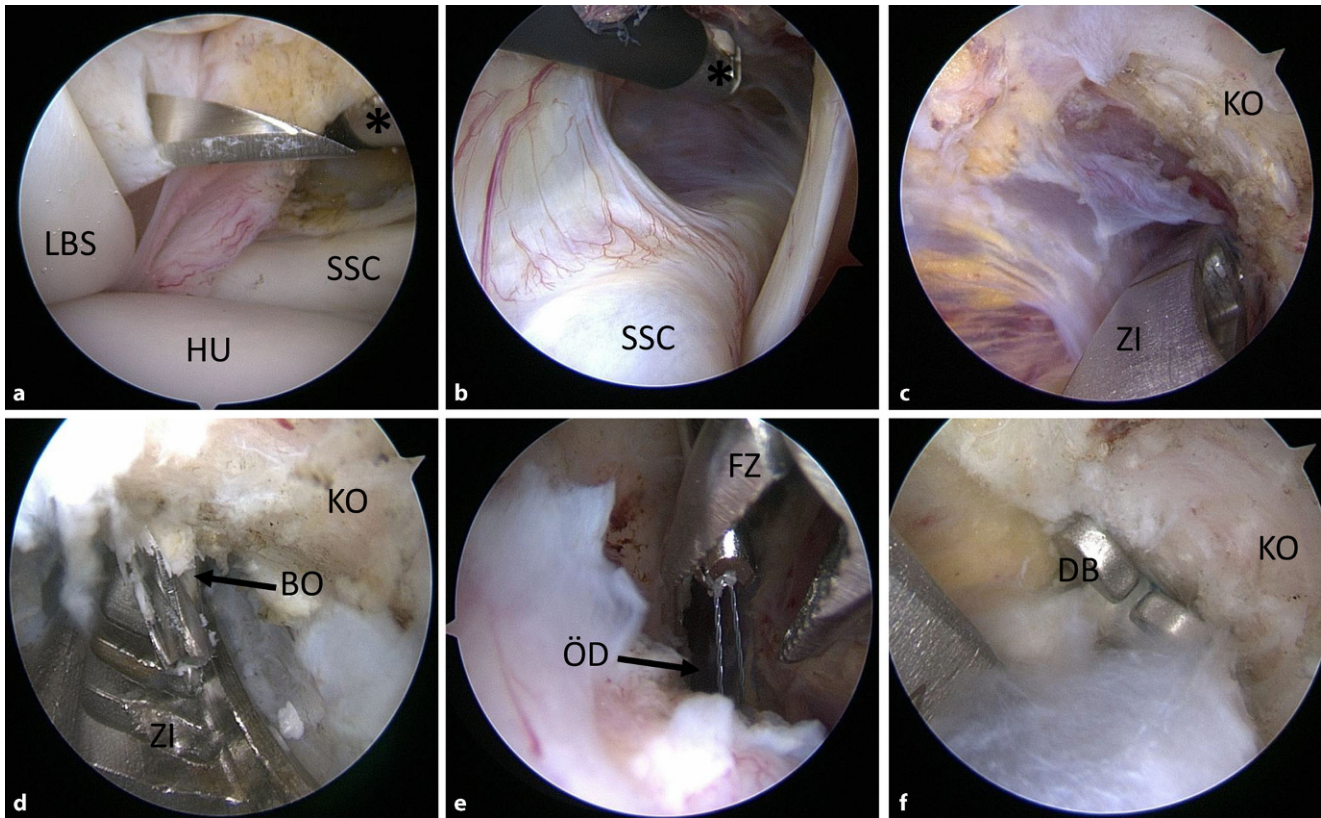


Abb. 2 ▲ Linke Schulter. **a** Blick von dorsal: Anlage des anterolateralen Optikportals. *LBS* lange Bizepssehne, *HU* Humerus, *SSC* Sehne des *M. subscapularis*, *Asterisk* Diathermiesonde im anteroinferioren Portal. **b** Blick von anterolateral: Präparation entlang des *SSC* zum Korakoid. **c** Einbringen des Zielinstruments (*ZI*) zur *CC*-Bohrung nach Korakoidpräparation (*KO*). **d** Austritt des 2,4-mm-Bohrers (*BO*) zentral an Korakoidbasis auf dem Zielinstrument (*ZI*). **e** Fassen des Ösendrahts (*ÖD*) mittels Fasszange (*FZ*) und Ausziehen über das Arbeitsportal. **f** Nach Positionierung des Buttons (*DB*) an der Korakoidbasis. (Aus Jensen et al. [16])

sichtsarbeit 151 verschiedene Operationstechniken bei der Versorgung von ACG-Instabilitäten [6]. Diese beinhalten im Wesentlichen Modifikationen von offen-chirurgischen Verfahren der AC-Stabilisierungen mittels Kirschner-Draht-Transfixationen, Cerclagen und Hakenplatten (HP) oder CC-Stabilisierungen mittels beispielsweise Bosworth-Schrauben oder Fadencerclagen. Im Jahr 2001 wurde erstmalig ein arthroskopisch gestütztes Verfahren zur ACG-Rekonstruktion beschrieben [43].

Zur operativen Stabilisierung lateraler Klavikulafrakturen steht eine beinahe ebenso große Anzahl an Verfahren zur Verfügung [27]. Aufgrund der anatomischen Nähe sind diese den Verfahren der ACG-Stabilisierung sehr ähnlich und werden noch um die frakturüberbrückende Plattenosteosynthese erweitert. Hier finden zunehmend anatomisch präkonturierte Platten mit speziellem Design für die laterale Klavikula An-

wendung [1]. Bei der Frakturversorgung wurde 2007 erstmalig ein rein arthroskopisches Verfahren beschrieben [29].

Offene vs. arthroskopisch gestützte Verfahren

Die Vielzahl der zur Verfügung stehenden operativen Techniken bei beiden Verletzungen demonstriert, dass bisher kein „Goldstandard“ definiert ist. In einer aktuellen Umfrage konnte gezeigt werden, dass sich die arthroskopisch gestützten Verfahren bei der ACG-Rekonstruktion zügig verbreitet haben [3].

Auf Schultereingriffe spezialisierte Chirurgen und Operateure mit arthroskopischer Expertise scheinen einer Umfrage zufolge die minimalinvasiven Doppelbuttonverfahren zu bevorzugen [4].

Nachteil der offenen Verfahren ist ein meist obligat erforderlicher Zweiteingriff zur Implantatentfernung (K-Draht/

Cerclage/HP/Bosworth-Schraube). Implantatassoziierte Komplikationen wie K-Draht-Migration werden in bis zu 50% der Fälle beobachtet [27]. Bei der HP ist eine Kompromittierung des subakromialen Raumes mit persistierender Impingementsymptomatik auch nach Entfernung des rigiden Implantats mit bis zu 38% sowohl bei den lateralen Klavikulafrakturen als auch bei der ACG-Instabilität häufig [22]. Bei den offenen Verfahren besteht eine höhere Zugangsmorbidität mit größerer Narbenbildung und kosmetisch häufig unbefriedigendem Resultat [17].

Der wesentliche Vorteil des arthroskopisch gestützten Verfahrens ist jedoch neben dem einzeitigen Vorgehen die Möglichkeit der Diagnostik und Therapie von glenohumeralen Begleitpathologien, die bei ACG-Instabilitäten mit 23–53% häufig anzutreffen sind [2, 18, 30]. Jensen et al. beschrieben in ihrem Kollektiv von 376 Patienten glenohumerale Begleitpa-

thologien bei bis zu 53 % der Patienten mit akuter und chronischer RW-III- und -V-Instabilität, hierbei handelte es sich überwiegend um Verletzungen des SLAP(superiores labrum anterior nach posterior)-Komplexes sowie der posterosuperioren Rotatorenmanschette [18]. Bei etwa jeder fünften im Rahmen der Arthroskopie identifizierten Begleitpathologie sind zusätzliche chirurgisch rekonstruktive Maßnahmen wie beispielsweise eine Bizepssehnenodese oder eine Rotatorenmanschettenrekonstruktion notwendig. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen von Begleitpathologien steigt bei der ACG-Instabilität mit dem Schweregrad der Verletzung. Zusätzlich sind bei chronisch symptomatischen Instabilitäten gegenüber den akuten Verletzungen gehäuft zusätzliche Pathologien anzutreffen. Das Hauptrisiko für das Vorliegen von Begleitpathologien ist jedoch als unabhängige Variable das Patientenalter. Bei einem Patienten in der 2. Lebensdekade beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass zusätzliche rekonstruktive Maßnahmen durchgeführt werden müssen, lediglich 6,7 %, während diese bei einem Patienten zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr mit >20 % signifikant höher ist [18]. Über das Vorliegen von Begleitpathologien bei lateralen Klavikulafrakturen liegen weniger Daten vor, die Inzidenz von Begleitverletzungen scheint jedoch mit 46 % ähnlich hoch zu sein [5]. Bei dem rein offen-chirurgischen Vorgehen bleiben diese Läsionen unentdeckt.

Akute Schulterreckgelenkinstabilität

Akute ACG-Instabilitäten sollten nach Rockwood (RW) klassifiziert werden [35]. Es besteht ein genereller Konsens, dass die geringgradigen ACG-Verletzungen Typ RW I und II konservativ behandelt werden. Ebenfalls eindeutig ist, dass höhergradige ACG-Instabilitäten (>RW III) eine Operationsindikation darstellen. Kontrovers diskutiert wird v. a. das ideale Management der RW-III-Verletzung [39]. Aktuelle Arbeiten konnten zeigen, dass es sich bei der Rockwood-III-Läsion letztlich um ein inhomogenes Kollektiv an Patienten handelt und dass trotz gleichem vertikalem Versatz

Trauma Berufskrankh 2018 · 20 (Suppl 4):S216–S224

<https://doi.org/10.1007/s10039-018-0396-5>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

G. Jensen · R.-O. Dey Hazra · A. Ellwein · H. Lill

Neue Operationsverfahren am Akromioklavikulargelenk und an der lateralen Klavikula

Zusammenfassung

Hintergrund. Instabilitäten am Schultergelenk und Frakturen der lateralen Klavikula gehören zu den häufigsten Traumafolgen am Schultergürtel. Eine Vielzahl an Operationsverfahren ist für diese beiden Pathologien beschrieben, und viele Innovationen wurden kürzlich eingeführt. Dieser Beitrag soll einen Überblick über den aktuellen Kenntnisstand sowie Hilfestellungen für den chirurgischen Alltag geben.

Methoden. Bei beiden Pathologien finden die minimalinvasiven arthroskopisch assistierten Verfahren zunehmend Anwendung. Gegenüber den konventionell-offenen Verfahren bestehen diverse Vorteile: geringe Zugangsmorbidität, Möglichkeit zur Detektion und Therapie von häufigen Begleitpathologien

sowie ein einzeitiges Vorgehen ohne notwendige Implantatentfernung.

Ergebnisse. Bei der Schultergelenkinstabilität liegen sehr gute mittelfristige Ergebnisse für die arthroskopischen Doppelbutton-Techniken vor. Bei der Frakturversorgung muss je nach Frakturtyp individuell das richtige Verfahren ausgewählt werden. Das Hybridverfahren aus Plattenosteosynthese und korakoklavikulärer Augmentation ist die stabilste Technik.

Schlüsselwörter

Klavikulafraktur · Arthroskopie · Plattenosteosynthese · Doppelbuttonsysteme · Hybridverfahren

New surgical procedures on the acromioclavicular joint and lateral clavicle

Abstract

Background. Instabilities of the acromioclavicular joint and fractures of the lateral clavicle belong to the most common trauma sequelae of the shoulder girdle. A variety of surgical procedures have been described for these pathologies and a number of innovations were recently introduced. This article gives an overview about the current state of knowledge and useful tips for the daily clinical routine.

Methods. For both pathologies minimally invasive arthroscopically-assisted procedures are being used increasingly more. Compared to conventional open procedures several advantages are evident: less approach-related morbidity, the possibility of detection and treatment of common concomitant

pathologies and a one-stage procedure without a mandatory implant removal.

Results. Very good mid-term results have been published for the arthroscopic double-button technique for treatment of acromioclavicular instability. For fracture treatment the appropriate procedure must be chosen depending on the individual fracture morphology. The hybrid procedure consisting of plate osteosynthesis and coracoclavicular augmentation is the most stable technique.

Keywords

Clavicular fracture · Arthroscopy · Plate osteosynthesis · Double button system · Hybrid procedure

unterschiedlich ausgeprägte horizontale Instabilitätsgrade vorliegen [42]. Eine horizontale Instabilitätskomponente, auch nach operativer Versorgung, führt zu klinisch signifikant schlechteren Resultaten [17, 37]. Aufgrund des höheren Instabilitätsgrades kommt es bei der kombiniert horizontalen und vertikalen Instabilität neben dem Tiefertreten des Akromions gegenüber der Klavikula zu einer vermehrten anterolateralen Posi-

tionierung der Skapula am Rumpf. Das Akromion schiebt sich bei der Adduktionsbewegung unter die Klavikula, was zu einem schmerzhaften spinoklavikulären Impingement führen kann [26]. Der vermehrte Anterolaterokaudalshift der Skapula am Rumpf durch die fehlende Bandaufhängung über die CC-Bänder sowie die AC-Kapsel kann auf Dauer häufig muskulär nicht kompensiert werden. Dies führt zu einem gestörten skapu-

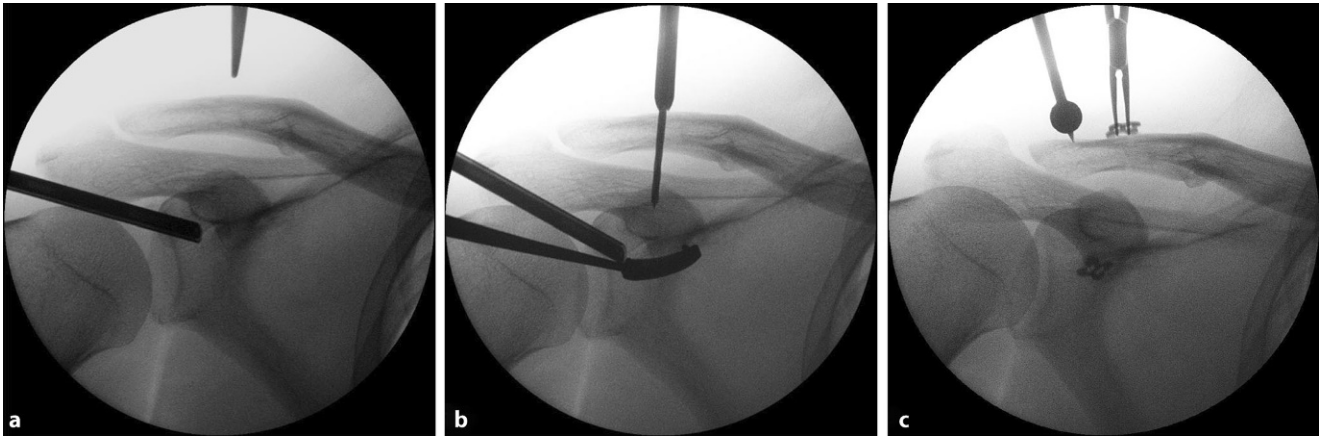


Abb. 3 ▲ a Aufsuchen der Inzisionsstelle. b Platzierung der CC-Bohrung. c Reposition mittels Kugelspieß. (Aus Jensen et al. [14])

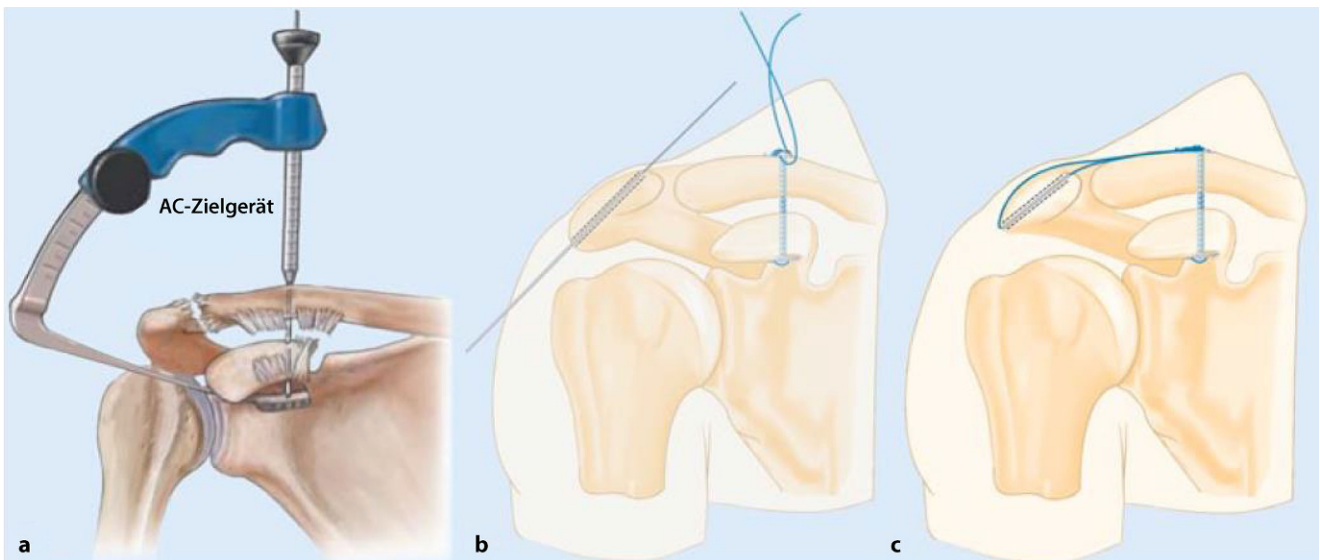


Abb. 4 ▲ Schematische Darstellung der Operationstechnik. a CC-Bohrung über das AC-Zielgerät. b Aufsteigende transakromiale Bohrung nach Reposition des Schultergelenks (ACG) sowie Knoten des Doppelbuttonsystems. c CC-Stabilisierung in Doppelbutton-Technik sowie zusätzlich AC-Augmentation zur horizontalen Stabilisierung. (Aus Jensen et al. [14], a mod. nach Braun et al. [8])

lothorakalen Gleitrythmus im Sinne einer skapulothorakalen Dyskinesie bis hin zum SICK-Skapula-Syndrom [7, 12]. Aus diesem Grund wurde eine Anpassung der Rockwood-III-Verletzung in den Typ IIIa (Verletzung ohne horizontale Instabilität) und Typ IIIb (mit horizontaler Instabilität) vorgenommen [7]. Es ist ein Trend zu beobachten, dass akute Rockwood-IIIb-Instabilitäten eher einer operativen Versorgung zugeführt werden und Rockwood-IIIa-Läsionen konservativ behandelt werden können, auch wenn prospektiv randomisierte Daten diesbezüglich noch nicht vorliegen und das Problem der streng

evidenzbasierten Patientenberatung und Aufklärung in diesem Kollektiv nach wie vor ungelöst ist.

Nachdem sich die modernen Rekonstruktionsverfahren bei akuter ACG-Instabilität zügig etabliert haben, liegen zwischenzeitlich bis zu 5-Jahres-Ergebnisse mit geringen Komplikationsraten und überwiegend sehr gutem klinischem Resultat vor [17, 31, 37, 41].

Bedeutung der horizontalen Stabilisierung

Bei der akuten ACG-Luxation \geq Rockwood IIIa ist neben den CC-Bändern

als Hauptstabilisator in der Vertikalebene auch die ACG-Kapsel vollständig zerstört. Die ACG-Kapsel wird durch die posterosuperioren Ligamente verstärkt, die der Hauptstabilisator in der Horizontalebene nach dorsal sind [20]. Für ein optimales postoperatives Resultat sollten alle Komponenten der Instabilität therapeutisch adressiert werden, da eine verbliebene horizontale Instabilität einen unabhängigen Prädiktor für ein schlechteres klinisches Outcome darstellt [17, 37]. Aus diesem Grund sollte die CC-Stabilisierung mit einem Doppelbuttonsystem um eine zusätzliche horizontale Stabilisierungskomponente wie eine tran-

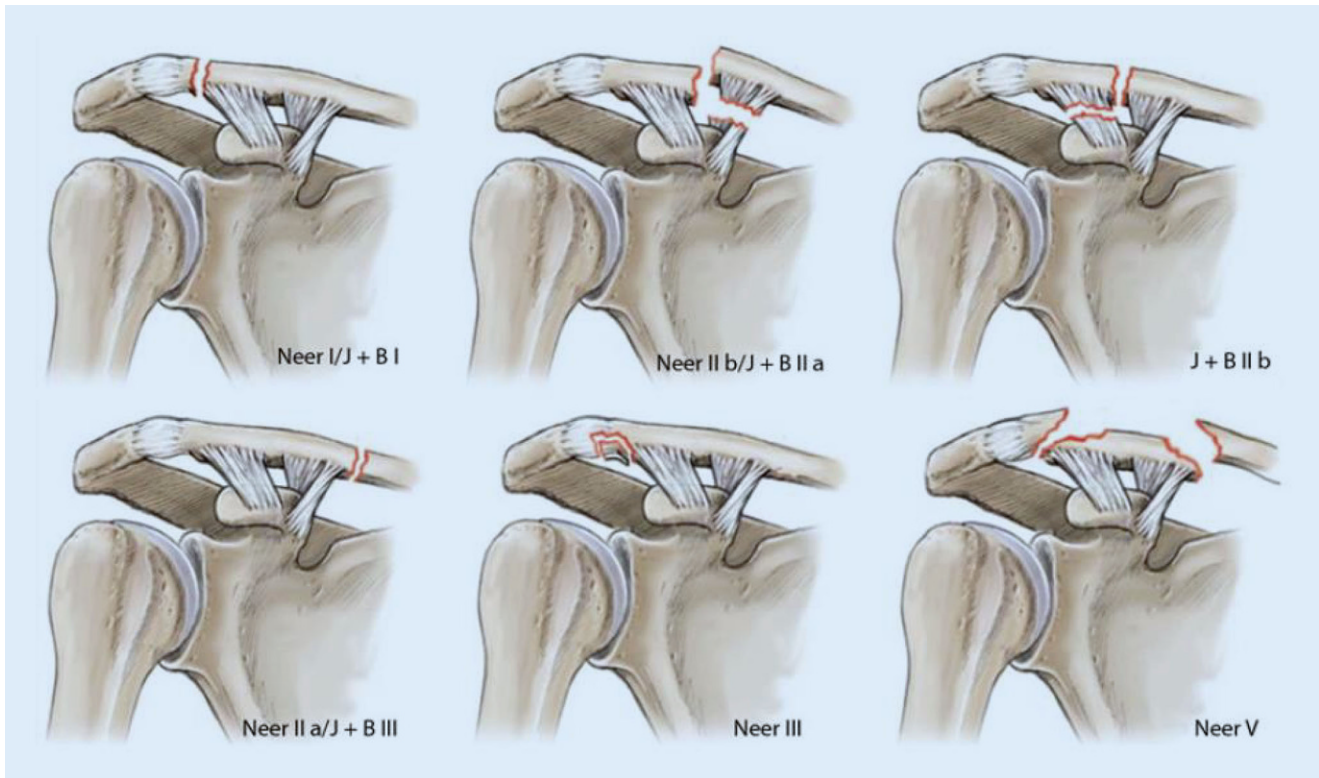


Abb. 5 ▲ Die Klassifikation der lateralen Klavikulafraktur beim Erwachsenen nach Neer sowie Jäger und Breitner (J + B): *Neer I/J + B I*: meist stabile Fraktur mit geringer Dislokation lateral der intakten korakoklavikulären Ligamente (CCL). *Neer II b/J + B II a*: instabile, „interligamentäre“ Fraktur mit Ruptur des Lig. conoideum und Dislokation des medialen Fragmentes nach kranial. *J + B II b*: „interligamentäre“ meist stabile Fraktur mit Ruptur des Lig. trapezoideum bei intakten Lig. conoideum und geringer Fragmentdislokation. *Neer II a/J + B III*: Fraktur medial des CCL-Komplexes, häufig instabil mit Dislokation des medialen Fragmentes; Therapieempfehlung analog der Frakturen des medialen Drittels der Klavikula. *Neer III*: Fraktur lateral der CCL (stabil) unter Beteiligung des Schulterreckgelenks (ACG). *Neer V*: instabile Fraktur bei intakten CCL, die knöchern ausgerissen sind. Nicht abgebildet sind die seltenen kindlichen Frakturen (*Neer IV*: Dislokation zwischen Meta- und Diaphyse bei meist intakten CCL und J. + B IV „Pseudoluxation“ des ACGs mit Zerreißung des Periostschlauchs). (Aus Jensen et al. [16]; mod. nach [38])

sakromiale AC-Cerclage erweitert werden [10, 15, 36]. Erste Ergebnisse einer Single-TightRope-Technik mit einer zusätzlichen AC-Cerclage aus Fibertape zeigen vielversprechende Resultate [19]. Die Doppelbuttonsysteme wurden kontinuierlich weiterentwickelt. Inzwischen wird mit dem sog. DogBone®-Implantat (Fa. Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) die 3. Generation klinisch verwendet.

Operationstechnik bei akuter Schulterreckgelenkinstabilitt

Grundsätzlich unterscheidet sich das operative Setting der Versorgung akuter ACG-Instabilitäten bezüglich Lagerung, Arthroskopieportalen und Korakoidprparation nicht vom Ablauf bei lateraler Klavikulafraktur.

Der Patient wird mit Intubationsnarkose in Beachchair-Position mit zusätzlichem Armhalter gelagert. Der Bildverstärker (BV) wird steril in das Setting integriert (Abb. 1). Nach Anlage des dorsalen Standardportals wird ein anteroinferiores Arbeitsportal angelegt. Es folgen die glenohumerale Inspektion und ggf. Therapie von Begleitverletzungen. Im nächsten Schritt erfolgt die Anlage eines anterolateralen Portals im Rotatorenintervall ventral der Bizepssehne (Abb. 2a). Alternativ kann auch ein laterales transtendinses Optikportal verwandt werden. Es folgt das Umstecken der Optik via Wechselstab in das (antero)laterale Portal zur besseren Visualisierung des Korakoidbogens. Anschließend erfolgt die Präparation entlang des Oberands des M. subscapularis (Abb. 2b) mit einer Diathermiesonde hin zum

Korakoidbogen. Nach Darstellen der Korakoidunterseite und Platzierung des AC-Zielinstruments (Fa. Arthrex) unter dem Korakoidbogen (Abb. 2c) erfolgt die BV-gestützte Ausrichtung des Zielgerätes für die transklavikulre-transkorakoidale Bohrung (Abb. 3).

Die transklavikulre-transkorakoidale Bohrung sollte hierbei in zentraler Position zwischen den Insertionen der CC-Ligamente etwa 3–3,5 cm medial des ACGs mittig über der Korakoidbasis liegen.

Nach Bestimmung der korrekten Inzisionsstelle (Abb. 3a) erfolgt eine 2 cm lange Hautinzision über der Klavikula senkrecht zu deren Verlauf. Vorder- und Hinterkante der Klavikula werden nach scharfer Präparation auf den Knochen ertastet, und das Zielinstrument wird mittig auf der Klavikula aufgesetzt. Die An-



Abb. 6 ▲ Fallbeispiel (weiblich, 21 Jahre). **a** Unfallbilder: instabile laterale Klavikulafraktur mit kleinem lateralem Fragment. **b** Verlaufskontrolle 8 Wochen nach Versorgung. (Aus Jensen et al. [16])

lage der Bohrkanäle sollte BV-kontrolliert erfolgen. Anschließend werden die 4 Kortikalices mit dem kanülierten 2,4-mm-Bohrer durchbohrt (▣ **Abb. 3b**). Der geplante Austrittspunkt ist zentral basalnah am Korakoid (▣ **Abb. 2d**). Der Trokar wird aus dem Bohrer entfernt und ein Shuttle-Draht über das anteroinferiore Portal nach außen gezogen (▣ **Abb. 2e**). Nachfolgend werden die Schenkel des „Fiber- und Tigertapes“ (unterschiedliche Farbgebung) in die Schlitze des DogBone-Buttons geklippt und die offenen Enden über den Shuttle-Draht durch das Korakoid und die Klavikula nach kranial gebracht. Der Button wird hierbei mit einer Faszange gefasst und über das Portal unter Sicht unter das Korakoid geführt, während die Tapes durchgezogen werden. Der Button wird jetzt mit der Faszange entsprechend seiner Präkonturierung so ausgerichtet, dass er satt der Korakoidbasis aufliegt (▣ **Abb. 2f**). Ein zweiter DogBone-Button wird auf der Klavikula aufgefädelt. Unter BV-Kontrolle erfolgt dann ein Vorspannen der Fäden unter Repositionsmanöver durch Herunterdrücken der lateralen Klavikula mittels Kugelspieß, und die Fibertapes werden nacheinander verknotet (▣ **Abb. 3c**). Zur Vermeidung von Weichteilirritation sollte jeweils etwa 8-mal geknotet werden, damit sich das geknotete Fadenende flach dem Verlauf der Klavikula anlegen kann und die Faszie sicher hierüber verschlossen werden kann.

Die Enden der Tapes werden nach dem Knoten nicht gekürzt, da sie weiter verwendet werden.

Zur Durchführung der zusätzlichen Horizontalcerclage folgt eine laterale Stichinzision leicht kaudal des Akromions (in der a.p.-Ausdehnung zentral). Dann wird unter BV-Kontrolle von laterokaudal nach mediokranial aufsteigend ein 1,2-mm-Bohrdraht platziert. Der Austrittspunkt des Drahts ist knapp lateral des ACGs. Der Draht wird dann mit einem kanülierten 2,7-mm-Bohrer überbohrt (▣ **Abb. 4b**). Hierbei sind hebelnde Bewegungen zu vermeiden. Ein Ösendraht wird mit der Öse nach medial über den Bohrer vorgeschoben und der Bohrer entfernt. Im nächsten Schritt wird je 1 Schenkel der eingespannten Fiber- und Tigertapes mit dem Draht transakromial von medial nach lateral geschuttelt. Die Tapes werden dann mit einer Faszange oberhalb des Akromions subkutan nach medial zurückgeführt und mit den verbliebenen Fadenschenkeln unter lateralem Druck gegen die Schulter/das Akromion geknotet. Anschließend folgt der schichtweise Wundverschluss mit sorgfältigem Verschluss der Faszie.

Laterale Klavikulafraktur

Frakturen des lateralen Endes der Klavikula werden im angloamerikanischen Sprachraum meist nach Neer und im deutschsprachigen Gebiet überwiegend nach Jäger und Breitner (J. u. B.) klassifiziert. Beide Klassifikationen sind ähnlich. Zur Vereinfachung und besseren Vergleichbarkeit mit der meist englischsprachigen Literatur werden beide Klassifikationen für die Frakturen der Erwachsenen in ▣ **Abb. 5** dargestellt (▣ **Abb. 5**).

Neben der oft charakteristischen Anamnese sowie der zielführenden klinischen Untersuchung ist eine konventionelle Röntgendiagnostik der Klavikula in 2 Ebenen zur genauen Beurteilung meist ausreichend. Bei fraglicher Instabilität der CCL können bilaterale ACG-Zielaufnahmen mit 10 kg Belastung ergänzt werden.

Bei den dislozierten, „interligamentären“ Frakturvarianten, v. a. dem Typ Neer IIb/J. u. B. IIa handelt es sich um instabile Verletzungen, die einer operativen Therapie zugeführt werden sollten [11, 27]. Frakturverlauf sowie Ruptur des Lig. conoideum und Zug des M. trapezius führen zu einer Dislokation des medialen Fragmentes nach dorsokranial. Bei konservativer Therapie liegen die Pseudarthrosraten bei bis zu 30% [27]. Das laterale Fragment ist häufig klein, teils auch mehrfragmentär, was eine stabile Verankerung von Schrauben/Platten erschweren kann. Dies kann bei den konventionellen Techniken häufig zu implantatassoziierten Problemen führen [27]. Arthroskopisch assistierte Verfahren sind für die Typen Neer II a und b [23, 28, 34, 40], aber auch für komplexere und mehrfragmentäre Frakturen wie Neer V [28, 33] mit klinisch guten Resultaten beschrieben.

Bei der Doppelbuttontechnik wird die Fraktur indirekt reponiert und das Lig. conoideum anatomienah durch das Fadenkonstrukt augmentiert. Die DogBone-Fixation erlaubt eine stabile, jedoch frakturferne Fixation. In der Frakturzone wird eine relative Stabilität erreicht. Im eigenen Vorgehen findet die isolierte Doppelbuttontechnik nur bei sehr kleinem lateralem Fragment ohne Möglichkeit zur suffizienten Schraubenverankerung Anwendung (▣ **Abb. 6**).

Bei großem solitärem lateralem Hauptfragment bei einer Jäger und Breitner Typ IIa-Verletzung oder Typ III, bei dem die Indikationsstellung zur Operation analog der bei Klavikulaschaftfrakturen erfolgt, ist eine alleinige anatomisch winkelstabile Plattenosteosynthese ausreichend [9, 44].

Häufig handelt es sich jedoch um mehrfragmentäre Frakturen, ein kleines laterales Hauptfragment ohne ausreichende Verankerungsoptionen oder bei

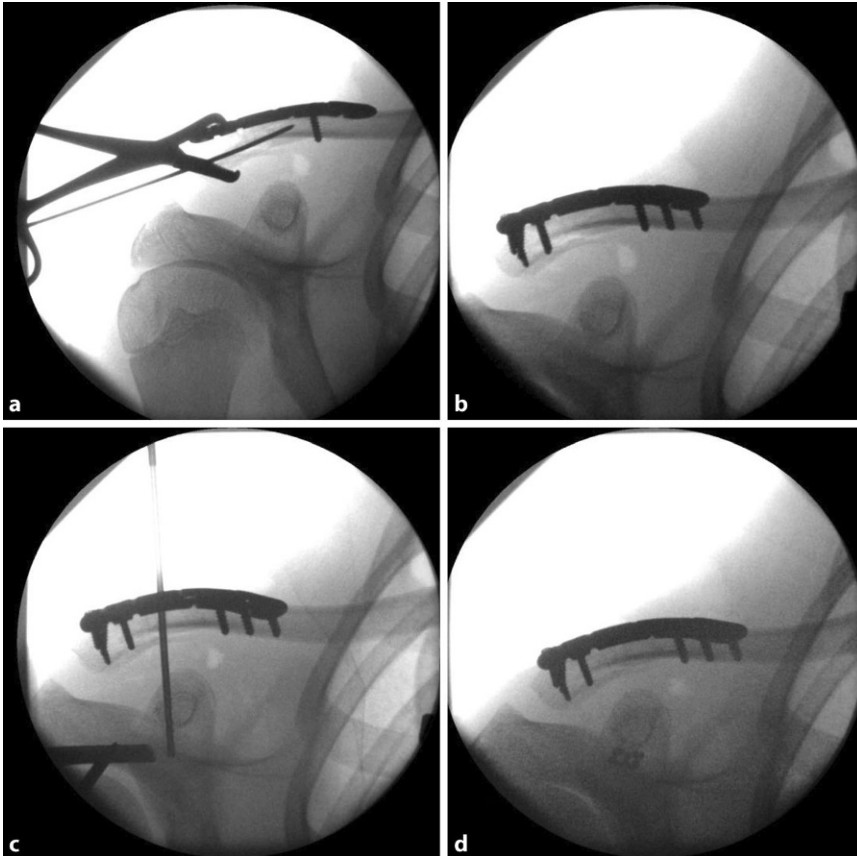


Abb. 7 ▲ Operationstechnik des Hybridverfahrens aus superiorer anatomisch präkonturierter Plattenosteosynthese und CC-Augmentation mittels DogBone-Button. **a** Die offene Frakturereposition kann z. B. über einen 2,0-mm-Kirschner-Draht gehalten werden. Die Platte kann mithilfe einer Repositionszange ausgerichtet werden. **b** Durchinstrumentieren mit winkelstabilen 3,5-mm-Schrauben medial und den divergierenden 2,7-mm-Schrauben lateral. **c** Transklavikuläre-transkorakoidale Bohrung mit dem 3,0-mm-Bohrer durch eines der frei gelassenen ovalen Kompressionslöcher. **d** Bildverstärkerabschlussbild

dem zunehmend älter werdenden Patienten um osteoporotischen Knochen. In diesen Fällen ist eine zusätzliche CC-Augmentation in Kombination mit einer superioren, anatomisch präkonturierten winkelstabilen Platte als sog. Hybridverfahren aufgrund der deutlich höheren Primärstabilität ideal. In einer biomechanischen Studie zeigte sich die zusätzliche CC-Augmentation („load to failure“: $N=809$) gegenüber der alleinigen Plattenosteosynthese („load to failure“: $N=401$) hochsignifikant stabiler [24]. Die auf die Platte wirkenden Ausreißkräfte nach kranial durch das nach distal ziehende Eigengewicht des Armes werden durch die CC-Augmentation neutralisiert. Die bisher vorliegenden klinischen Ergebnisse aus Fallserien mit kurzfristigem Follow-up sind vielversprechend [13, 25].

Operationstechnik: Hybridverfahren bei lateraler Klavikulafraktur

Die Lagerung des Patienten erfolgt in Beachchair-Position wie für die Schulterarthroskopie. Zunächst wird die Fraktur durch einen Längsschnitt in Verlaufsrichtung der lateralen Klavikulafraktur dargestellt, anschließend anatomisch reponiert und dann mit den üblichen Repositionshilfen retiniert (▣ Abb. 7). Gerade bei komplexeren, mehrfragmentären Frakturen ist eine temporäre transakromiale K-Draht-Fixation oft hilfreich, um die Platte (Fa. Arthrex) adäquat ausrichten zu können. Beim Durchbesetzen der Platte werden die 2 mittigen Langlöcher frei gelassen, um anschließend hierüber die CC-Augmentation durchführen zu können. Es folgt die Schulterarthroskopie mit Portalanlage und Kamerapositionie-

rung analog der beschriebenen Versorgung der akuten ACG-Sprengung. Nach glenohumeraler Inspektion und ggf. Behandlung von Begleitpathologien wird die CC-Bohrung mithilfe des AC-Zielbügels unter BV-Kontrolle durchgeführt und anschließend das DogBone-Implantat retrograd eingeschuttelt und unter dem Korakoid ausgerichtet. Für die kombinierte Versorgung bei lateraler Klavikulafraktur steht ein knotenlos zu schließender TightRope-Mechanismus mit einem in der Platte versenkbarem Button zur Verfügung. Durch die knotenfreie Verspannung werden so Weichteilirritationen, wie sonst durch das Knotenkonvolut, verhindert.

Fazit für die Praxis

- Bei der akuten ACG-Instabilität gilt:
 - Es sollte zwischen RW-IIIa- und -IIIb-Verletzungen unterschieden werden.
 - Eine Horizontal-/AC-Cerclage sollte zusätzlich zur CC-Stabilisierung durchgeführt werden.
- Bei Frakturen gilt:
 - Bei kleinem lateralem Fragment ohne Optionen für ausreichende Schraubenverankerung sollte eine alleinige Doppelbuttonstabilisierung durchgeführt werden.
 - Bei großem lateralem Fragment kann eine winkelstabile anatomisch präkonturierte Plattenosteosynthese ausreichen.
 - Das Hybridverfahren mit Plattenosteosynthese und CC-Augmentation ist das stabilste und sicherste Konstrukt.
- Glenohumerale Begleitpathologien sind bei Frakturen und Instabilitäten häufig und sollten beachtet werden.

Korrespondenzadresse



Dr. G. Jensen
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, BG Klinikum Hamburg im DIAKOVERE Friederikenstift
Humboldtstr. 5, 30169 Hannover, Deutschland
gunnar.jensen@diakovere.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. H. Lill ist als Berater sowie Referent für die Firma Arthrex sowie als Referent für die Firma DePuy Synthes tätig. G. Jensen, R.-O. Day Hazy und A. Ellwein geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

- Andersen JR, Willis MP, Nelson R, Mighell MA (2011) Precontoured superior locked plating of distal clavicle fractures: a new strategy. *Clin Orthop Relat Res* 469:3344–3350. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2009-5>
- Arrigoni P, Brady PC, Zottarelli L et al (2014) Associated lesions requiring additional surgical treatment in grade 3 acromioclavicular joint dislocations. *Arthroscopy* 2013.10.006. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.10.006>
- Balke M, Schneider MM, Akoto R et al (2014) Die akute Schulterergelenkverletzung: Diagnostik Therapie und Entwicklung der letzten 10 Jahre. *Unfallchirurg*:1–7. <https://doi.org/10.1007/s00113-013-2547-2>
- Balke M, Schneider MM, Shafizadeh S et al (2013) Current state of treatment of acute acromioclavicular joint injuries in Germany: is there a difference between specialists and non-specialists? A survey of German trauma and orthopaedic departments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2795-2>
- Beirer M, Zyskowski M, Crönlein M et al (2017) Concomitant intra-articular glenohumeral injuries in displaced fractures of the lateral clavicle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25:3237–3241. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3875-2>
- Beitzel K, Cote MP, Apostolakis J et al (2013) Current concepts in the treatment of acromioclavicular joint dislocations. *Arthroscopy* 29:387–397. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.11.023>
- Beitzel K, Mazzocca AD, Bak K et al (2013) ISAKOS Upper Extremity Committee consensus statement on the need for diversification of the Rockwood classification for acromioclavicular joint injuries. *Arthroscopy* 30:271–278. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.11.005>
- Braun S, Martetschläger F, Imhoff AB (2014) Arthroskopisch assistierte Stabilisierung bei akuter und chronischer Akromioklavikulärgelenksprengung. *Oper Orthop Traumatol* 26:228–236
- Fleming MA, Dachs R, Maqungo S et al (2015) Angular stable fixation of displaced distal-third clavicle fractures with superior precontoured locking plates. *J Shoulder Elbow Surg* 24:700–704. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.09.024>
- Gerhardt C, Kraus N, Greiner S, Scheibel M (2011) Arthroscopic stabilization of acute acromioclavicular joint dislocation. *Orthopäde* 40:61–69
- Goss TP (1993) Double disruptions of the superior shoulder suspensory complex. *J Orthop Trauma* 7:99–106
- Gumina S, Carbone S, Postacchini F (2009) Scapular dyskinesis and SICK scapula syndrome in patients with chronic type III acromioclavicular dislocation. *Arthroscopy* 25:40–45. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.08.019>
- Hohmann E, Hansen T, Tetsworth K (2012) Treatment of Neer type II fractures of the lateral clavicle using distal radius locking plates combined with TightRope augmentation of the coraco-clavicular ligaments. *Arch Orthop Trauma Surg* 132:1415–1421. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1570-z>
- Jensen G, Ellwein A, Voigt C et al (2015) Doppel-Button-Fixierung mit minimalinvasiver akromioklavikulärer Cerclage: arthroskopisch-assistierte Versorgung der akuten Schulterergelenkinstabilität. *Unfallchirurg* 118:1056–1061. <https://doi.org/10.1007/s00113-015-0106-8>
- Jensen G, Katthagen C, Lill H, Voigt C (2013) Aktuelle Versorgungsstrategien bei Schulterergelenkinstabilitäten. *Trauma Berufskrankh* 15:17–24. <https://doi.org/10.1007/s10039-012-1904-7>
- Jensen G, Katthagen C, Voigt C, Lill H (2014) Arthroskopisch assistierte Versorgung lateraler Klavikulafrakturen und akuter Instabilitäten des Schulterergelenks. *Arthroscopie* 27:255–264. <https://doi.org/10.1007/s00142-014-0842-8>
- Jensen G, Katthagen JC, Alvarado LE et al (2014) Has the arthroscopically assisted reduction of acute AC joint separations with the double tight-rope technique advantages over the clavicular hook plate fixation? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:422–430. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2270-5>
- Jensen G, Millett PJ, Tahal DS et al (2017) Concomitant glenohumeral pathologies associated with acute and chronic grade III and grade V acromioclavicular joint injuries. *Int Orthop* 41:1633–1640. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3469-3>
- Jensen G, Salmoukas K, Al-Ibadi M et al (2014) Ergebnisse nach vertikaler und neuer horizontaler Stabilisierung von akuten ACG-Luxationen mittels Single-TightRope®-Technik und minimal-invasiver AC-FiberTape®-Cerclage. 31. AGA-Kongress, Innsbruck, 18.–20.09.2014
- Klimkiewicz JJ, Williams GR, Sher JS et al (1999) The acromioclavicular capsule as a restraint to posterior translation of the clavicle: a biomechanical analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 8:119–124
- Koppe D, Reilmann H (2010) Die Fraktur der lateralen Klavikula. *Unfallchirurg* 113:45–52. <https://doi.org/10.1007/s00113-009-1715-x>
- Lin H-Y, Wong P-K, Ho W-P et al (2014) Clavicular hook plate may induce subacromial shoulder impingement and rotator cuff lesion—dynamic sonographic evaluation. *J Orthop Surg Res* 9:6. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-9-6>
- Loriaut P, Moreau P-E, Dallaudière B et al (2013) Outcome of arthroscopic treatment for displaced lateral clavicle fractures using a double button device. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2772-9>
- Madsen W, Yaseen Z, LaFrance R et al (2013) Addition of a suture anchor for coracoclavicular fixation to a superior locking plate improves stability of type IIB distal clavicle fractures. *Arthroscopy* 29:998–1004. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.02.024>
- Martetschläger F, Kraus TM, Schiele CS et al (2013) Treatment for unstable distal clavicle fractures (Neer 2) with locking T-plate and additional PDS cerclage. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:1189–1194. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2089-0>
- Mazzocca AD, Arciero RA, Bicos J (2007) Evaluation and treatment of acromioclavicular joint injuries. *Am J Sports Med* 35:316–329. <https://doi.org/10.1177/0363546506298022>
- van der Meijden OA, Gaskill TR, Millett PJ (2012) Treatment of clavicle fractures: current concepts review. *J Shoulder Elbow Surg* 21:423–429. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.08.053>
- Motta P, Bruno L, Maderni A et al (2013) Acute lateral dislocated clavicular fractures: arthroscopic stabilization with TightRope. *J Shoulder Elbow Surg* 23:47–52. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.05.016>
- Nourissat G, Kakuda C, Dumontier C et al (2007) Arthroscopic stabilization of Neer type 2 fracture of the distal part of the clavicle. *Arthroscopy* 23:674.e1–674.e4. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2006.08.028>
- Pauly S, Kraus N, Greiner S, Scheibel M (2012) Prevalence and pattern of glenohumeral injuries among acute high-grade acromioclavicular joint instabilities. *J Shoulder Elbow Surg*:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.08.016>
- Petersen W, Wellmann M, Rosslenbroich S, Zantop T (2010) Minimally Invasive Acromioclavicular Joint Reconstruction (MINAR). *Oper Orthop Traumatol* 22:52–61. <https://doi.org/10.1007/s00064-010-3004-4>
- Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F (2002) Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 11:452–456. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.126613>
- Pujol N, Desmoineaux P, Boisrenoult P, Beaufils P (2013) Arthroscopic treatment of comminuted distal clavicle fractures (latarjet fractures) using 2 double-button devices. *Arthrosc Tech* 2:e61–3. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2012.11.001>
- Pujol N, Philippeau JM, Richou J et al (2008) Arthroscopic treatment of distal clavicle fractures: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16:884–886. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0578-y>
- Rockwood CJ (1984) Injuries in the acromioclavicular joint—subluxations and dislocations about the shoulder. In: Rockwood CJ, Green D (Hrsg) *Fract. adults*. Lippincott, Philadelphia, S 890–910
- Saier T, Venjakob AJ, Minzlaff P et al (2014) Value of additional acromioclavicular cerclage for horizontal stability in complete acromioclavicular separation: a biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-2895-7>
- Scheibel M, Dröschel S, Gerhardt C, Kraus N (2011) Arthroscopically assisted stabilization of acute high-grade acromioclavicular joint separations. *Am J Sports Med* 39:1507–1516
- Seppel G, Lenich A, Imhoff AB (2014) Die laterale Klavikulafraktur. *Oper Orthop Traumatol* 26:254–262. <https://doi.org/10.1007/s00064-013-0280-1>
- Smith TO, Chester R, Pearse EO, Hing CB (2011) Operative versus non-operative management following Rockwood grade III acromioclavicular separation: a meta-analysis of the current evidence base. *J Orthop Traumatol* 12:19–27. <https://doi.org/10.1007/s10195-011-0127-1>
- Takase K, Kono R, Yamamoto K (2012) Arthroscopic stabilization for Neer type 2 fracture of the distal clavicle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 132:399–403. <https://doi.org/10.1007/s00402-011-1455-6>
- Venjakob AJ, Salzmann GM, Gabel F et al (2013) Arthroscopically assisted 2-bundle anatomic reduction of acute acromioclavicular joint separations: 58-month findings. *Am J Sports Med* 41:615–621. <https://doi.org/10.1177/0363546512473438>

42. Wellmann M, da Silva G, Lichtenberg S et al (2013) Instabilitätsmuster bei Akromioklavikulargelenkverletzungen vom Typ Rockwood III: Bedeutung der horizontalen Instabilität. *Orthopäde* 42:271–277. <https://doi.org/10.1007/s00132-013-2085-1>
43. Wolf EM, Pennington WT (2001) Arthroscopic reconstruction for acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy* 17:558–563. <https://doi.org/10.1053/jars.2001.23578>
44. Zhang C, Huang J, Luo Y, Sun H (2014) Comparison of the efficacy of a distal clavicular locking plate versus a clavicular hook plate in the treatment of unstable distal clavicle fractures and a systematic literature review. *Int Orthop* 38:1461–1468. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2340-z>