

Plexus-cervicobrachialis-Läsion und einseitige Zwerchfellparese

Seltene Nervenbeteiligung bei Clavicula-Stückfraktur

Silviya Ivanova^{a,c}, Jens Forberger^{b,c}

^a dipl. Ärztin; ^b Dr. med.; ^c Chirurgische Klinik, Spital Männedorf, Männedorf

Hintergrund

Die Clavicula-Stückfrakturen stellen mit einer Prävalenz von <1% aller Clavicula-Frakturen [1] eine seltene Sonderform der Mehrfragment-Frakturen dar. Es liegt ein doppelter Knochenbruch mit Ausbildung von drei Fraktur-Hauptfragmenten vor. Diese kommen im mittleren und lateralen Clavicula-Drittel vor und sind bis jetzt nur im Rahmen von Case Reports beschrieben. Die Diagnose fraktur- und/oder traumaassoziierter Begleitverletzungen sollte nicht verpasst werden. Der Plexus brachialis als Bezeichnung des Nervenplexus aus den ventralen Ästen der vier Hals- und des ersten Brustsegments (C5–Th1) ist aufgrund seiner besonderen topographischen Beziehung mechanischen und insbesondere traumatischen Kräften ausgesetzt und kann geschädigt werden.

Fallbericht

Anamnese und Befund

Ein 42-jähriger Patient stellt sich nach Fahrradsturz mit leichtem Schädel-Hirn-Trauma und anterograder Amnesie sowie multiplen Kontusionen des linken Unterkiefers und der linken Schulter auf der Notfallstation vor. In der körperlichen Untersuchung besteht eine Druckdolenz über der linken Clavicula mit schmerzbedingt eingeschränkter Schulter- und Armbeweglichkeit. Der Nervenstatus sowie die periphere Motorik und Durchblutung sind intakt.

Im Rahmen der radiologischen Abklärungen zeigt sich eine dislozierte Stückfraktur der Clavicula im mittleren und lateralen Drittel mit Verkürzung und Dislokation um mehr als eine Schaftbreite (Abb. 1). Zusätzlich zeigt sich im Vergleich zur Voruntersuchung vor zwei Jahren ein neuer Zwerchfellhochstand links.

Stationärer Verlauf

Nach Diagnostik und Erstversorgung wird der Patient auf Wunsch bis zum geplanten Operationstermin nach Hause entlassen. Zwei Tage später erfolgt seine vorzeitige Vorstellung bei Schmerzexazerbation an der linken Schulter mit thorakalem Druckgefühl. Nach Ausschluss einer kardialen Genese sowie eines Pneumothorax wird der Patient stationär aufgenommen. Am Folgetag erfolgt die problemlose Osteosynthese.

Am ersten postoperativen Tag wird eine leichte Dysästhesie am linken Unterarm dokumentiert, im weiteren Verlauf ist die Sensibilität am Arm komplett unauffällig. Die postoperative radiologische Kontrolle (Abb. 2) zeigt die Stellungsverhältnisse. Der Patient kann vier Tage nach Operation entlassen werden.

Ambulanter Verlauf

Zwei Wochen postoperativ beklagt der Patient eine Belastungsdyspnoe und eine schmerzhafte Dysästhesie im Halsbereich links. Radiologisch zeigt sich der Zwerchfellhochstand ohne weitere Auffälligkeiten. Zwei Tage später berichtet er zum ersten Mal über eine seit dem Unfall bestehende Sensibilitätsstörung im



Silviya Ivanova



Abbildung 1: Konventionell-radiologische Aufnahme der Clavicula links posttraumatisch, **A)** anterior-posterior, **B)** tangential.

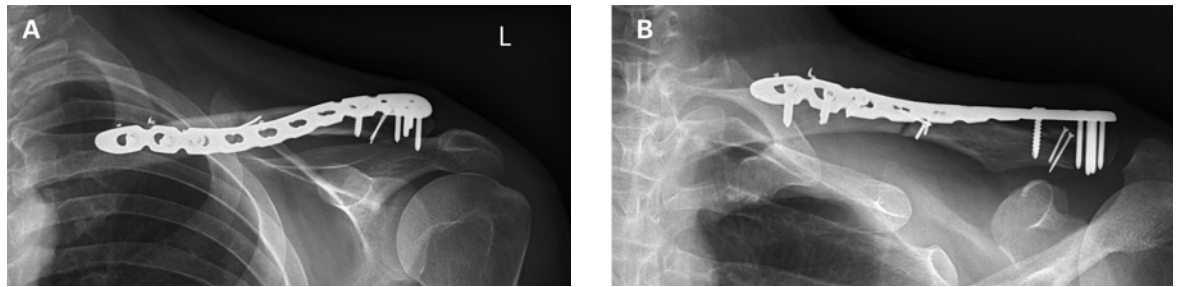


Abbildung 2: Konventionell-radiologische Aufnahme der Clavicula links postoperativ, **A)** anterior-posterior, **B)** tangential.

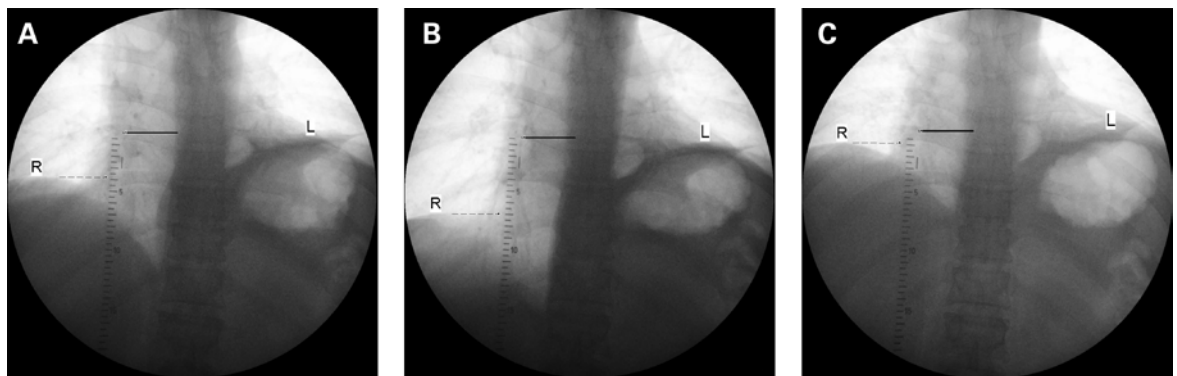


Abbildung 3: Röntgendurchleuchtung der Lunge mit Bildverstärkung. L: linke Zwerchfellkuppe, R: rechte Zwerchfellkuppe. Die durchgehende Linie zeigt auf einem Massstab die Höhe der linken Zwerchfellkuppe an, die gestrichelte Linie die Höhe der rechten Zwerchfellkuppe bei Expiration (**A**), tiefer Inspiration (**B**), tiefer Expiration (**C**).

linken Gesichts- und Halsbereich bei weiterhin bestehender Belastungsdyspnoe.

Klinisch imponiert ein umschriebenes dys- und hyposensibles Areal retroaurikulär, am Unterkiefer und im lateralen Halsdreieck links. Es bestehen keine Sensibilitätsstörungen weiter distal.

Computertomografisch zeigen sich eine Avulsionsfraktur des Processus spinosus des fünften Halswirbelkörpers (HWK) und der Zwerchfellhochstand links.

Ein Atemtest unter Durchleuchtung mit Bildverstärkung (BV) führt zur Diagnose einer Phrenicus-Parese links mit paradoxer Reaktion des Zwerchfells in tiefer Inspiration (Abb. 3). Bodyplethysmografisch wird eine mittelschwere restriktive Ventilationsstörung (Einsekundenkapazität [FEV1] 61%) bei normaler Alveolarvolumen-korrigierter Diffusionskapazität (korrigierte Kohlenmonoxid-Diffusionskapazität [KCO] 76%) detektiert.

Zur Differenzierung einer zentralen von einer peripheren Phrenicus-Parese wird eine neurologische Abklärung veranlasst. Elektromyografisch lassen sich axonale Schädigungszeichen im Musculus supraspinatus (C4–C5, Nervus suprascapularis) und im Musculus serratus anterior (C5–C7, Nervus thoracicus longus) bei pathologischer Spontanaktivität bei Scapula alata und Aussenrotatorenschwäche dokumentieren. Die zusätzlichen sensiblen Defizite im Dermatom C3 und C4 links

(Nervus supraclavicularis) deuten auf eine periphere Affektion des Plexus cervicalis und Plexus brachialis mit Affektion des Nervus phrenicus hin.

Eine signifikante Nervenwurzelkompression auf Höhe HWK 1–7 wurde in der Magnetresonanztomografie der Halswirbelsäule ausgeschlossen. Das Verteilungsmuster der Paresen und der sensiblen Defizite spricht für eine periphere Affektion von Plexus cervicalis und brachialis. Der spontane Verlauf der neuronalen Schädigung wird abgewartet. Eine Erholung der Zwerchfellfunktion ist innerhalb von ein bis zwei Jahren noch möglich [2]. Bei anamnestisch bereits seit dem Unfall bestehenden Sensibilitätsstörungen sowie neu diagnostizierter Zwerchfellparese liegt es nahe, dass es bereits präoperativ im Rahmen des Unfalls zu den oben genannten Plexusläsionen gekommen war.

Diskussion

Die Clavicula verbindet den Arm mit dem Körperstamm und ist ein wichtiger Kraftträger und Stabilisator der Schulter.

Absolute OP-Indikationen bei einer Clavicula-Fraktur sind Nerven- und Gefässverletzungen, offene Frakturen, drohende Hautdurchspießung oder eine «floating shoulder». Die Therapie der Clavicula-Frakturen weist

Tabelle 1: Trauma- sowie operationsbezogene Früh- und Spätkomplikationen im Rahmen einer Claviculaschaft-Fraktur [3, 4].

Frühkomplikationen posttraumatisch	Frühkomplikationen postoperativ
Pneumo-/Hämatothorax (3%)	Infektionen (4%)
Verletzung des Plexus brachialis (1%)	Lähmung des Plexus brachialis (2%)
Verletzung der Arteria subclavia oder Arteria carotis communis	Plexus-brachialis-transiente Neurapraxie (13%)
	Hyposensibilität im Bereich der Narbe (2–12%)
Spätkomplikationen posttraumatisch	Spätkomplikationen postoperativ
Pseudoarthrose (15–20%)	Pseudoarthrose (1–3%)
Re-Fraktur (4%)	Re-Fraktur nach Entfernung des Osteosynthesematerials (0,4–4,0%)
posttraumatische Arthritis (3%)(bis 15% bei Beteiligung des Acromioclaviculargelenks)	Implantat-Versagen (1,6–14,6%)
Einengung/Thrombose der Vena subclavia	Frozen Shoulder (0,4%)

eine geringe Morbidität auf. Mögliche Früh- und Spätkomplikationen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Etwa 82% der Verletzungen des Plexus brachialis bei Erwachsenen entstehen durch Hochrasanztraumata. Von diesen entfallen 70% auf Motorradunfälle mit stumpfer Gewalteinwirkung auf das Schultergelenk [5]. Dabei kommt es entweder zu einer Kompression des Plexus zwischen Clavicula und erster Rippe (wie bei einer Clavicula-Fraktur) oder zu einer Traktion (wie bei Schultergelenksluxationen oder Oberarmfrakturen). Eine Kombination beider Mechanismen ist möglich, wenn der Plexus zwischen Clavicula und erster Rippe fixiert und der Kopf aufgrund der kinetischen Energie zur Gegenseite geschleudert wird. Es resultiert eine Zugwirkung auf den Plexus, die besonders auf die oberen Wurzeln (C5–C6) wirkt, wenn der Arm nach unten gehalten wird. Der Zug ist mehr auf die unteren Wurzeln (C8–Th1) gerichtet, wenn der Arm beim Anprall nach kranial gehalten wird [5].

Vaskuläre und nervale Begleitverletzungen kommen bei Clavicula-Frakturen durch die ausgeprägte Schutzfunktion des Musculus subclavius und die grosse Stabilität der Lamina praevertebralis selten vor [7]. Nur etwa 1% aller Plexus-brachialis-Verletzungen treten als Folge von Clavicula-Frakturen auf [8]. In der akuten Phase finden sich Armplexusläsionen häufig supraclaviculär nach Traktion, wobei die Osteosynthese der Clavicula das neurologische Outcome nicht beeinflusst. Die infraclaviculären Läsionen entstehen meistens durch externe Kompression und sind durch eine günstige Prognose bei schneller operativer Therapie gekennzeichnet.

Viel häufiger sind jedoch Spätpräsentationen von Armplexusläsionen Wochen bis Monate nach dem Trauma durch Druck auf die posterioren und mittleren Äste im costoclaviculären Raum aufgrund einer übermässigen Kallusbildung. Seltene Ursachen können hypertrophe Pseudoarthrosen oder sekundäre Aneurysmen der

Arteria subclavia sein [3, 9]. Typisch sind Schmerzen und Parästhesien am gesamten Arm lange nach dem Zuzug der Fraktur mit Exazerbation der Beschwerden bei Abduktion, Aussenrotation und Heben von Gewichten.

Im Rahmen einer traumatischen Plexus-brachialis-Lähmung besteht gelegentlich eine häufig übersehene Mitbeteiligung des Plexus cervicalis [5]. Bei geschlossenen Plexuslähmungen ist es wichtig zu wissen, inwieweit sie durch Zerrung zustande gekommen sind und inwieweit durch Quetschung des Nervs, beispielsweise durch die HWK-Querfortsätze. Etwa 11% der Patienten mit einer Armplexusläsion weisen HWK-Frakturen auf [5]. Radikuläre Läsionen finden sich bei Hämatomen im Bereich der Nervenwurzeln, bei Wirbelkörper-Frakturen oder -Luxationen sowie Wirbelfortsatz-Frakturen [10]. Die Symptome einer Halsplexusläsion äussern sich wie auch in unserem Fall als Parästhesien oder Schmerzen in der seitlichen Halsregion und teilweise auch in der Schulter mit möglicher Verstärkung durch Husten und Kopfbewegungen [5].

Der Nervus phrenicus als gemischter Nerv aus den Segmenten C3–C5 mit sensorischen und motorischen Anteilen hat eine Hauptfunktion in der motorischen Innervation des Diaphragmas. Läsionen können zu ipsilateralem Zwerchfellhochstand und paradoxer Zwerchfellbewegung führen, bei einer bilateralen Läsion kann es bis zur vollständigen Atemlähmung kommen. Die meisten Patienten mit einseitiger Zwerchfellparese sind asymptomatisch und benötigen keine Therapie. Die symptomatischen Patienten beklagen insbesondere Anstrengungsdyspnoe [11].

In unserem Fall war die Unterscheidung zwischen zentraler (früh posttraumatischer) und peripherer (posttraumatischer oder iatrogener) Nervenverletzung durch die neurologische elektrodiagnostische Untersuchung und die ergänzende Bildgebung möglich, wobei die Clavicula-Fraktur im Zusammenhang mit der

Begleitverletzung – einer Avulsionsfraktur am Fortsatz des HWK 5 – und den posttraumatischen Ausfällen einen wichtigen Hinweis auf den Unfallmechanismus und die zusätzliche Krafteinwirkung darstellt. Bei zentralen und peripheren Läsionen kann durch regelmässige Physiotherapie mit verstärktem Einsatz der Interkostalmuskulatur die Zwerchfelllähmung kompensiert werden. Nächtliche Überdruckbeatmung, beispielsweise durch CPAP («continuous positive airway pressure»), unterstützt die Spontanatmung, verbessert die Oxygenierung und vermindert die Atemarbeit [12].

Bei peripheren und insbesondere iatrogenen Verletzungen kann eine Nervenrekonstruktion mit Nerventransfer oder Graft-Interponat erwogen werden [13].

Zwerchfell-Pacemaker als therapeutische Option erhalten den natürlichen intrathorakalen Ventilationsunterdruck insbesondere bei zentralen Verletzungen mit Beatmungspflichtigkeit wie bei einer Tetraplegie aufrecht [13].

Die Zwerchfellraffung wurde jahrelang als wirksames Verfahren bei streng selektionierten Patienten mit chronischer Zwerchfellparese eingesetzt. Aufgrund der hohen Rezidivrate und der Unmöglichkeit, bei persistierenden oder erneuten Symptomen eine Nervenrekonstruktion oder Pacemaker-Implantation durchzuführen, ist der Eingriff bei Patienten mit Rekonstruktionspotential oder Qualifizierung für Pacer in den Hintergrund getreten. Für Patienten mit

persistierender symptomatischer Dyspnoe ohne andere mögliche operative Therapieoption bleibt die Zwerchfellraffung weiterhin die Therapie der Wahl [13].

Verdankung

Die Autoren danken Herrn PD Dr. med. Christoforos Stoupis vom Institut für Radiologie, Spital Männedorf, für die Bereitstellung und Befunderhebung der radiologischen Bilder.

Disclosure statement

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

Literatur

- Throckmorton T, Kuhn JE. Fractures of the medial end of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(1):49–54.
- Piehl J, Pairolo PC, Gracey DR, Bernatz PE. Unexplained diaphragmatic paralysis: a harbinger of malignant disease? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1982;84(6):861–4.
- Mouzopoulos G, Morakis E, Stamatakis M, Tzurbakis M. Complications associated with clavicular fracture. *Orthop Nurs.* 2009;28(5):217–24.
- Claessen F, Schol I, Ring D. Unplanned operations and adverse events after surgery for diaphyseal fracture of the clavicle. *Arch Bone Jt Surg.* 2019;7(5):402–6.
- Mumenthaler M, Stöhr M, Müller-Vahl H, Hrsg. Läsionen peripherer Nerven und radikuläre Syndrome. 9., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2007.
- Krishnan KG, Mucha D, Pinzer T, Schackert G. Diagnostik und Behandlung von posttraumatischen Läsionen des Plexus brachialis. *Arzteblatt Sachsen.* 2003;8:373–81.
- Karwasz RR, Kutzner M, Kramme WG. Plexus-Brachialis-Spätläsion nach Claviculafraktur. *Unfallchirurg.* 1988;91:45–47.
- Ring D, Holovac T. Brachial plexus palsy after intramedullary fixation of a clavicular fracture. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(8):1834–7.
- Schultz M, Klein CM, Hay DC, Itamura JM. Sub-acute brachial plexopathy after mid-shaft clavicle fracture. *J Orthop Rheumatism.* 2017;1(1):3–7.
- Joerg J, Menger H. Das Halswirbelsäulen- und Halsmarktrauma. *Dtsch Arztebl.* 1998;95(21):A-1307/B-1109/C-1037.
- Radhakrishnan K, Litchy WJ, O'Fallon WM, Kurland LT. Epidemiology of cervical radiculopathy. A population-based study from Rochester, Minnesota, 1976 through 1990. *Brain.* 1994;117(Pt 2):325–35.
- Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ Jr, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med.* 2009;5(3):263–76.
- Kaufman MR, Bauer TL, Brown DP. Surgical treatment of phrenic nerve injury. In: UpToDate, Post TW, editors. UpToDate. Waltham, MA. [cited 2022 Jan 24]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/surgical-treatment-of-phrenic-nerve-injury?search=Kaufman%20MR,%20Bauer%20TL,%20Brown%20DP.%20Surgical%20treatment%20of%20phrenic%20nerve%20injury.%20UpToDate,%20Apr%2030,%20&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3

Silviya Ivanova
Chirurgische Klinik
Spital Männedorf
Asylstrasse 10
CH-8708 Männedorf
silviya_ivanova[at]
outlook.com

Das Wichtigste für die Praxis

- Die Claviculafraktur ist mit etwa 10% aller Knochenbrüche eine der häufigsten Frakturen des Erwachsenen.
- Clavicula-Stückfrakturen sind mit einer Prävalenz <1% selten.
- Transiente unfall- oder operationsbedingte neurologische Defizite im Sinne einer Neurapraxie können in bis zu 13% der Fälle auftreten, wobei Plexusläsionen mit 1–2% selten sind.
- Bei Clavicula-Frakturen sollte man immer auch den neurologischen Status gut dokumentieren und an neurologische Begleitverletzungen denken, um ein interdisziplinäres Behandlungsregime rechtzeitig zu etablieren.