

¹Koch HJ, ²Raschka C, ³Tonus C, ⁴Witzel K

Die intramedulläre Osteosynthese der Klavikuladiaphysenfraktur im Vergleich zur konservativen Therapie

The intramedullary osteosynthesis of the diaphyseal fracture of the clavicle compared to conservative treatment

¹Helios Klinikum Aue, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie

²Helios Klinikum Hünfeld, Klinik für Innere Medizin

³Herz-Jesu-Krankenhaus, Fulda

⁴Chirurgische Universitätsklinik, PMU Salzburg

ZUSAMMENFASSUNG

Die Klavikulafraktur wird in der Bundesrepublik meist konservativ behandelt, auch wenn die diaphysäre Fraktur teilweise disloziert ist. Der Nachteil herkömmlicher Osteosyntheseverfahren zur Versorgung der Klavikulafraktur ist das klinisch relevante Zugangstrauma. Neuere Arbeiten unterstreichen die Vorteile der als minimal-invasiv anzusehenden intramedullären Pin-Osteosynthese. Ziel unserer Arbeit ist es, den posttraumatischen Verlauf bei operativ und konservativ versorgten Sportlern zu vergleichen.

In einer prospektiven, kontrollierten und randomisierten Analyse vergleichen wir die Ergebnisse bei 68 Sportlern mit isolierter Schaftfraktur des Schlüsselbeins. Eine Gruppe (n=35) wurde mit einer intramedullären Pin-Osteosynthese versorgt, eine weitere Gruppe (n=33) wurde konservativ mit Rucksackverband behandelt. Wir konnten nachweisen, dass das posttraumatische Schmerzniveau signifikant niedriger und gerade der frühpostoperative Bewegungsumfang am Beispiel der Elevation beim operierten Patienten besser ist. Auch spätposttraumatische Krafttests belegen die Vorteile dieser intramedullären Osteosynthese im Vergleich zur konservativen Therapie.

Durch die intramedulläre Titanpin-Osteosynthese steht eine vielversprechende therapeutische Alternative zur Verfügung. Anhand der Literatur und unserer eigenen Ergebnisse zeigen wir die Vorteile dieser leicht zu erlernenden sicheren Technik gegenüber konservativen Therapieansätzen. Gerade beim Sportler scheint dieses Verfahren ideal, um eine schnelle Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität zu ermöglichen.

Schlüsselwörter: Klavikulafraktur, intramedulläre Osteosynthese, konservative Behandlung

PROBLEM- UND ZIELSTELLUNG

Frakturen der Klavikula bei jungen aktiven Sportlern wie Fußballern, Mountainbike-Radfahrern, im Pferdesport oder bei Wintersportlern sind keine Seltenheit (8,16). Die sporttraumatologische Schlüsselbeinfraktur wird insofern differenziert bewertet, als dass der Sportler an einer zügigen Stabilisierung und vollen Belastbarkeit interessiert ist. Auch die Kallusbildung einschließlich potentieller seltener neurologischer Folgeschäden wie Plexus-brachialis-Schädigungen gilt es zu vermeiden (13). Die Schlüsselbeinfraktur tritt bei Männern etwa 3mal so häufig wie bei Frauen auf, betrifft vorwiegend das jüngere bis mittlere Erwachsenenalter und wird anatomisch in 60 bis 80% im mittleren Drittel der Klavikula zugeordnet (4,12).

SUMMARY

The non-operative therapy of clavicle fractures using a figure-of-eight dressing is the treatment of choice in Germany. This strategy is preferred even in cases of dislocated fractures. The procedures of open osteosynthesis are characterized by a huge access trauma. Up-to-date literature shows advantages of the intramedullary pin-osteosynthesis, which can be considered as minimally-invasive. In this study we compare the results of pin-osteosynthesis to the non-operative treatment of athletes.

This prospective, controlled, and randomized trial compares the results of 68 athletes with an isolated fracture of the middle-third of the clavicle. One group (n=35) received intramedullary splints, the other group (n=33) had a figure-of-eight dressing instead.

Results: Posttraumatic pain is significantly lower in the group that had intramedullary splints. Furthermore, the postoperative mobility of the injured area is better. Measurements of the strength of the injured side 120 days after the trauma show an advantage of the pin-osteosynthesis.

The intramedullary titan pin-osteosynthesis is a promising alternative procedure with better results. Current literature and our own results show the advantages of this minimally-invasive osteosynthesis. This strategy allows sports activities soon after the operation, as intramedullary pin-osteosynthesis is an ideal operation of fractures of the middle-third of the clavicle. It is a comparatively easy procedure with few complications.

Key words: fracture of the clavicle, intramedullary osteosynthesis, conservative treatment

Die Schaftfraktur der Klavikula wird in deutschen Kliniken bevorzugt und wird, wenn keine deutliche Frakturdislokation vorliegt, konservativ behandelt (9). Operative Verfahren haben sich vermutlich aufgrund der relativ hohen Invasivität nicht durchgesetzt. Zu den häufigen Komplikationen der operativen Verfahren gehören Wundheilungsstörungen und Narbenkeloidbildung, aber auch Pseudarthrosenbildung oder Plattenlockerung (9,10). Dabei ist aber zu bedenken, dass gerade die Kallusbildung (häufig in Verbindung mit einem TOS Syndrom assoziiert) und die Pseudoarthrose nach einem konservativen Therapieversuch eine Indikation für die sekundäre Operation darstellt (7). Plattenosteosynthesen der diaphysären Klavikula in Anlehnung an die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) sind der konservativen Therapie in der Ergeb-

nisqualität bei dislozierten Frakturen überlegen (10). Die konservative Therapie mit Rucksack-Verband führt gerade bei dislozierter Schaftfraktur meist nicht zur anatomiegerechten Reposition. Oft resultiert eine ausgeprägte Kallusbildung mit einer Verkürzung der Klavikula (9). Wir stellen mit der intramedullären Osteosynthese ein optimiertes minimal-invasives Operationsverfahren vor, das auch bei nicht dislozierten Schaftfrakturen Vorteile zeigt.

METHODE

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist der Vergleich konservativ behandelter Klavikulafrakturen mit operativ durch intramedulläre Titan-Pin-Osteosynthese versorgten Klavikulafrakturen. Im Rahmen dieser Arbeit betrachten wir 68 erwachsene Sportler mit einer isolierten geschlossenen diaphysären Klavikulafraktur. Voraussetzung für die Aufnahme ins Studienkollektiv war eine Mindestdislokation von einem Drittel der Schaftbreite oder eine Achsknickung von über 15° in der p.a. Röntgenprojektion. Patienten mit Mehrfragment-Frakturen wurden auf Grund des Nekroserisikos der Fragmente ausgeschlossen. Alle Patienten wurden unabhängig vom Dislokationsgrad prospektiv randomisiert und in eine operativ und eine konservativ zu versorgende Gruppe eingeteilt. Alle Patienten gaben nach ausführlicher Aufklärung ihr informiertes Einverständnis (informed consent) im Sinne der aktuellen Version der Deklaration von Helsinki. Von Januar 2002 bis Dezember 2006 wurden in der chirurgischen Abteilung einer Akutklinik 35 Patienten durch eine intramedulläre Klavikulaosteosynthese versorgt. Über einen medialen Zugang wird die medio-ventrale sternale Klavikula extraartikulär mit einem Pfriem eröffnet. Die Osteosynthese wird mit einem Titanstift (Prévo-Pin) von 2 mm Stärke durchgeführt, der unter Bildwandlerkontrolle über die Fraktur geschoben wird. Gelingt dies nicht, so wird die Fraktur über eine Zusatzinzision offen reponiert. Bei unmittelbar postoperativ uneingeschränktem Bewegungsumfang war sportliche Belastung nach 4 Wochen erlaubt. Das Material wurde 3 Monate nach dem Eingriff entfernt.

In der Kontrollgruppe wurden Sportler mit Schaftfraktur konservativ behandelt (n=33). Der Nachuntersuchungszeitraum bei allen 68 Sportlern betrug im Schnitt 19,1 Monate (8-26 Monate). Geprüft wurden die klinische Funktionalität anhand der Abduktions- und Elevationsdifferenz, die subjektiv empfundenen Schmerzen im Alltag (nicht bei Arbeitsbelastung) anhand eines Schmerzscore (0=kein Schmerz; 10=höchster vorstellbarer Schmerz), das radiologische Ergebnis sowie die subjektive Beurteilung des Ergebnisses durch den Patienten. Darüber hinaus bestimmten wir am 33. und am 120. postoperativen Tag (4 Wochen nach der Metallentfernung) die Kraft bei 90° Abduktion beider Arme im Seitenvergleich mit einem an den Handgelenken bestimmenden digitalen Kraftmessgerät (FMI 100-c2). Gemessen wurde der höchste Wert bei 20 Sekunden gleichzeitiger Belastung beider Seiten. Alle Daten wurden deskriptiv ausgewertet. Je nach Datenstruktur wurde die Zweifaktoren-ANOVA (Faktoren: Behandlung und Zeit) sowie der Chi² Tests angewendet (15,17).

ERGEBNISSE

Insgesamt nahmen 68 operativ und konservativ behandelte Sportler (45 Männer und 23 Frauen im Alter von 18 bis 72 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 35,4 Jahren) an der Untersuchung teil. Am häufigsten waren Fußballer (n=29), Radsportler (n=12) und Handballer (n=11) vertreten. Bei allen Sportlern, bei denen eine exakte Unfallanamnese möglich war (94,1%), wurde eine direkte Krafteinwirkung auf die ipsilaterale Schulter angegeben. Die nicht-operative Kontrollgruppe wurde mittels eines sechswöchigen Rucksackverbands behandelt. Die Frakturheilung erfolgte in allen Fällen regelrecht. Wir beobachteten keine Hinweise auf Pseudarthrosenbildung oder Refrakturen.

Im operativ versorgten Patientenkollektiv fanden sich 22 Männer und 13 Frauen (Altersdurchschnitt: 34,2 Jahre; 19-72 Jahre). Alle Patienten, denen wir dieses Osteosyntheseverfahren nach prospektiver Randomisierung empfohlen, stimmten dem Eingriff zu. Die mittlere OP-Zeit betrug 39 Minuten (23-68). 21 (60%) der operierten Fälle benötigten zur Reposition der Fraktur eine 1-2 cm lange Zusatzinzision. Bei diesen Patienten mit offener Reposition betrug die durchschnittliche OP Dauer 44 Minuten (29-68 Minuten). In allen operierten Fällen war eine anatomiegerechte Reposition möglich. Eine Reintervention war in keinem Fall erforderlich. Im operierten Patientenkollektiv traten keine peri- oder postoperativen Komplikationen auf.

33 der 35 Patienten berichteten nach der Entfernung des Titanstiftes, dass sie sich jederzeit wieder für diesen Eingriff entscheiden würden. Die Untersuchung 120 Tage nach dem Trauma zeigte bei nur bei einem Patienten einen abweichenden Bewegungsumfang in Elevation von über 10°. Die Elevation war länger beeinträchtigt als Ante- und Retroversion. Daher ist auch nur die Elevation im Vergleich mit der Gegenseite als Funktionalitätsparameter in Tabelle 1 angegeben. Der funktionsbeeinträchtigt verbliebene 68jährige Patient mit einer persistierenden postoperativen Elevationsdifferenz von 15° zeigte bei einer Nachuntersuchung nach 10 Monaten einen vollständigen Bewegungsumfang. Dieser Patient, der sich die Fraktur beim Inlineskaten zugezogen hatte, war nach 6 Wochen wieder in der Sportart regelmäßig aktiv. Radiologisch zeigte sich bei allen operierten Patienten ein zufriedenstellendes Ergebnis ohne Dislokation oder Achsenabweichung. Bei den nicht operierten Patienten fand sich radiologisch (p.a.) nach 120 Tagen in 7 Fällen eine Achsenknickung (5-12°) und in 2 weiteren Fällen eine funktionell nicht beeinträchtigende Verkürzung.

Anhand einer Schmerzskala zeigte sich im Vergleich mit konservativ behandelten Patienten am 5., 19. und 33. postoperativen Tag ein signifikant besseres Ergebnis (p<0.05) bei den operierten Patienten. Die Kraftmessungen bei allen 68 Patienten erbrachte am 33. Tag bei einer durchschnittlichen Kraft der verletzten Seite von 66% (OP: 68%, konservativ: 65%) keine signifikanten Unterschiede. Am 120. Tag wurde bei den konservativ behandelten

Tabelle 1: Darstellung der subjektiv empfundenen Schmerzen in Ruhe nach Schmerzskala (0=kein Schmerz, 10=maximal vorstellbarer Schmerz) und der Unterschiede in der aktiven Elevation im Seitenvergleich (Patientenzahl) bei operativ und konservativ behandelten Patienten (n=68).

	Anzahl der Patienten	Schmerzen nach Fraktur			Elevationsdifferenz im Seitenvergleich über 10°		
		5. Tag	19. Tag	33. Tag	5. Tag	33. Tag	120. Tag
Konservativ	33	5,1 (3-8)	4,0 (2-6)	2,1 (2-5)	31 Pat.	16 Pat.	4 Pat.
Osteosynthese	35	3,9 (2-6)	2,9 (1-5)	1,6 (0-5)	19 Pat.	5 Pat.	1 Pat.

Patienten eine Kraft der verletzten Seite von 84% (69-93%) und bei den operativ behandelten Patienten von 93% (84-98%) gemessen ($p=0.01$). Die Wiederaufnahme sportlicher Aktivität im Sinne eines gemäßigten Lauftrainings oder vergleichbarer Aktivitäten wurde am 60. Tag nach dem Trauma dokumentiert, also noch bei liegendem Osteosynthesematerial in der operierten Gruppe. 28 (80%) der operierten Patienten bejahten dies, während 18 (55%) der konservativ Behandelten wieder sportlich aktiv waren.

DISKUSSION

Unser Ergebnis, dass die intramedulläre Osteosynthese bei einer Schaftfraktur der Klavikula ein sicheres und wenig invasives Verfahren ist, wird von anderen Autoren bestätigt (9,10). Der Eingriff ist technisch einfach und komplikationsarm (1,3). Diese Operationstechnik führt postoperativ zu geringeren Schmerzen als konservative Behandlungsansätze (5,9). Ein evidenter Vorteil ist die anatomiegerechte Wiederherstellung ohne Verkürzung der Klavikula (6). Dies bestätigen unsere Erfahrungen mit 35 in dieser Technik versorgten Patienten. Auch die in der aktuellen Literatur zu findenden Daten belegen den Vorteil dieser Technik, gerade wenn der schonendere mediale Zugang gewählt wird (1,9). Hierdurch können lokale Irritationen der Schulter, die beim lateralen Einbringen entstehen können, vermieden werden. Durch dieses Verfahren wird die Indikation zur Osteosynthese bei Klavikulafrakturen in Zukunft großzügiger gestellt werden können (6). Einzig die eher selten auftretende Trümmerfraktur scheint unverändert nicht für die operative Versorgung geeignet, da die Blutversorgung der Fragmente verschlechtert werden kann (14).

Unsere Studienergebnisse unterstützen die großzügigere Indikationsstellung zur Osteosynthese, auch im Hinblick auf einen rascheren Wiedereintritt ins Berufsleben und eine zügige Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität. Am 33. postoperativen Tag arbeiteten bereits 24 Patienten wieder in ihrem Beruf oder befanden sich im beruflichen Eingliederungsprozess, während dies in der nicht-operativen Gruppe nur bei 9 Patienten zutraf. Auch die offene Rekonstruktion zeigt bei einer prospektiven Studie der Canadian Orthopaedic Trauma Society (2) bei Schaftfrakturen signifikante Vorteile der Osteosynthese in Bezug auf die radiologisch darstellbare Konsolidierung der Fraktur und der Zahl der Pseudarthrosenbildungen. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine Achsenknickung bis 12° oder Verkürzung bis 0,5 cm nicht zu Funktionseinbußen führen muss. Lee et al. (10) verifizierten im direkten Vergleich operierter Patienten mit Plattenosteosynthese und intramedullärer Schienung den signifikantesten Vorteil der Pin-Osteosynthese bezüglich der Invasivität. Bei den funktionellen Langzeitergebnissen, die anhand eines „Shoulder-Score“ bestimmt wurden, ließ sich jedoch kein wesentlicher Vorteil eines bestimmten Verfahrens nachweisen.

McKee (11) kontrollierte die Kraft bei konservativ behandelten Patienten mit Klavikulaschaftfraktur und belegte damit, dass der Kraftverlust ein wesentlicher Faktor zur Beurteilung des posttraumatischen Outcomes bei dieser Verletzung ist. Unsere eigenen Ergebnisse zeigen am 33. postoperativen Tag – vermutlich auch durch den Confounder Belastungsschmerz – keine wesentlichen Unterschiede. Die signifikante Zunahme der Kraft am 120. Tag bei den operativ versorgten Patienten unterstreicht unserer Meinung nach aber, dass hier eine erhöhte muskuläre Aktivität vorausgegangen

sein muss, um diesen „Trainingseffekt“ zu erzielen. Wir halten diese Schlussfolgerung für zulässig, da der Alltagsschmerz in beiden Gruppen zu diesem Zeitpunkt nicht differiert und somit als Störfaktor beim Vergleich zu vernachlässigen ist.

Insgesamt überwiegt bei der intramedullären PIN-Osteosynthese der Nutzen des Eingriffs im Vergleich zu den Risiken und Komplikationen. Besonders bei den von uns untersuchten Sportlern werden diese wesentlichen Vorteile dieser minimal-invasiven Technik bei minimalem Kraftverlust offensichtlich. Bei Spitzensportlern kann durch die minimal-invasive Operationstechnik schon nach wenigen Wochen wieder Wettkampftauglichkeit erzielt werden (8). Da die Arbeitsfähigkeit nach der Osteosynthese deutlich früher erreicht wird, sprechen u. E. auch gesundheitsökonomische Überlegungen für diese Behandlungsstrategie. 19 (28%) der von uns operierten Patienten wurden auch ambulant bis zur Arbeitsfähigkeit durch uns weiter behandelt. Deren durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit betrug 16 (4-36) Tage nach dem Eingriff.

SCHLUSSFOLGERUNG

Diese prospektive, randomisierte und kontrollierte Studie belegt signifikante Vorteile der Pin-Osteosynthese bei Frakturen der Klavikuladiaphyse gegenüber der konservativen Behandlung, die vor allem durch frühe gute funktionelle Ergebnisse gekennzeichnet ist. Auch wegen der leicht zu erlernenden Operationstechnik mit geringem Komplikationsrisiko sollte diese Therapie in Zukunft eine breitere Anwendung finden.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

1. DE LA CAFFINIÈRE JY, BENZIMRA R, LACAZE F, CHAINE A: Intramedullary pinning for humeral diaphysis fractures. A minimal risk osteosynthesis. 82 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 85 (1999) 125-135.
2. CANADIAN ORTHOPAEDIC TRAUMA SOCIETY: Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. J Bone Joint Surg Am 89 (2007) 1-10.
3. CAPICOTTO PN, HEIPLE KG, WILBUR JH: Midshaft clavicle nonunions treated with intramedullary Steinman pin fixation and onlay bone graft. J Orthop Trauma 8 (1994) 88-93.
4. CAVE EF: Fractures and other Injuries. The Year Book Publishers, Chicago 1958, 254.
5. GRASSI FA, TAJANA MS, D'ANGELO F: Management of midclavicular fractures. Comparison between nonoperative treatment and open intramedullary fixation in 80 patients. J Trauma 50 (2001) 1096-100.
6. HARNROONGROJ T, JEERATHANYASAKUN Y: Intramedullary pin fixation in clavicular fractures: A study comparing the use of small and large pins. J Orthop Surg (Hong Kong) 8 (2000) 7-11.
7. HOFMANN GO, HERTLEIN H, LOB G: Klavikula: Frakturen und Pseudarthrosen. Hefte der Unfallheilkunde 195 (1988) 211-218.
8. JUBELA, ANDERMAHR J, BERGMANN H, PROKOP A, ISENBERG J, REHM KE: Sportfähigkeit nach minimal invasiver operativer Behandlung von Klavikulaschaftfrakturen bei Leistungs- und Profisportlern. Akt Traumatol 33 (2003) 88-91.
9. JUBEL A, ANDERMAHR J, SCHIFFER G, REHM KE: Die Technik

der intramedullären Osteosynthese der Klavikula mit elastischen Titannägeln. Unfallchirurg 105 (2002) 511-516.

10. LEE YS, HUANG HL, LO TY, HSIEH YF, HUANG CR: Surgical treatment of mid-clavicular fractures: a prospective comparison of knowles pinning and plate fixation Int Orthop (2007) Mar 16; [Epub ahead of print] PMID: 17364177.
11. MCKEE MD, PEDERSEN EM, JONES C, STEPHEN DJ, KREDER HJ, SCHEMITSCH EH, WILD LM, POTTER J: Deficits following nonoperative treatment of displaced clavicular fractures, J Bone Joint Surg Am 88 (2006) 35-40.
12. NOWAK J: Clavicula Fractures, Epidemiology, Union, Malunion, Nonunion; Comprehensive Summaries of the Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala 2002, 1176.
13. ORLJANKSKI W, MILLES H, SCHABUS R: Late development of a brachial plexus lesion after fracture of the clavicle. Der Unfallchirurg 101 (1998) 66-68.
14. SCHOLZE H: Klinik und Behandlung der frischen Klavikulafrakturen. Hefte der Unfallheilkunde 114 (1973) 177-178.
15. SIEGEL S, CASTELLAN NJ: Nonparametric statistics for the behavioural Sciences. 2nd Ed. McGraw-Hill Int. Editions, New York 2000.
16. VERBORGT O, PITTOORS K, VAN GLABEEK F, DECLERCQ G, NUYTS R, SOMVILLE J: Plate fixation of middle-third fractures of the clavicle in the semi-professional athlete. Acta Orthop Belg 71 (2005) 17-21.
17. ZAR JH: Biostatistical Analysis. 2nd ed. Prentice Hall Int. Editions, Englewood Cliffs 1984.

Korrespondenzadresse:

Dr. Dr. Horst J. Koch

Klinik für

Psychiatrie und Psychotherapie

Gartenstr. 6

08280 Aue

E-Mail: horst.koch@helios-kliniken.de