

Unfallchirurg 2020 · 123:408–412
<https://doi.org/10.1007/s00113-020-00776-9>
 Online publiziert: 3. März 2020
 © Der/die Autor(en) 2020

Redaktion

W. Mutschler, München
 H. Polzer, München
 B. Ockert, München



Ali Harati¹ · Paul Oni²

¹ Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland

² Neurosurgical Department, Klinikum Dortmund gGmbH, Dortmund, Deutschland

Die Anwendung von transartikulären Schrauben C1/2, verbunden mit C1-Massalateralis-Schrauben in einem Schrauben-Stab-System

Einleitung

Frakturen des 2. Halswirbels mit Beteiligung des Dens axis können in der Regel konservativ behandelt werden [5]. In besonderen Fällen ist eine Osteosynthese erforderlich. Bei gering dislozierten Frakturen oder bei guter Reposition kann eine ventrale Zugschraubenosteosynthese durchgeführt werden [5]. Im Fall von älteren Frakturen bzw. größerer Dislokation oder auch bei Pseudarthrosen ist in der Regel eine Spondylodese des C1/2-Bewegungssegmentes erforderlich [5]. Dabei stehen heutzutage mehrere Verfahren zur Verfügung. Neben der transartikulären (TA-)C1/2-Osteosynthese nach Margerl [9] ist die Verwendung eines Schrauben-Stab-Systems unter Einbeziehung einer Atlas-Massa-lateralis (ML)-Schraube und einer Axis-Pedikel- oder Isthmusschraube nach Harms bzw. Goel [4, 8] das führende Osteosyntheseverfahren. In der vorliegenden Fallserie wurden beide Verfahren mit der Anwendung einer TA-C1/2-Schraube kombiniert, die in einem Schrauben-Stab-System mit einer Atlas-ML-Schraube verbunden wird [7].

Falldarstellung

Anamnese und klinische Untersuchung

Ein 56-jähriger Patient stellte sich notfallmäßig vor, mit zunehmenden Nuchalgien und einer schmerzhaften Bewe-

gungseinschränkung der Halswirbelsäule (HWS). Sieben Tage zuvor hatte der Patient einen Treppensturz erlitten. Klinisch-neurologisch war der Patient wach, orientiert und kooperativ und zeigte zudem keine sensomotorischen Defizite.

Diagnostik

Im CT der HWS konnte eine dislozierte und z. T. gestauchte Dens-Fraktur nachgewiesen werden, mit kyphotischer Fehlstellung (■ Abb. 1).

Therapie und Verlauf

Infolgedessen bestand die Indikation zur Operation. *Aufgrund der fixierten Fehlstellung in den gehaltenen Aufnahmen wurde von einer Zugschraubenosteosynthese abgesehen und eine dorsale Spondylodese C1/2 indiziert.* Die Operation erfolgte in Bauchlagerung. Der Kopf wurde zunächst in einer Mayfield-Klemme eingespannt. Im Anschluss erfolgte unter Röntgenkontrolle der Versuch einer Reposition der Fraktur. Nach dem Hautschnitt und der Freilegung der Dornfortsätze und der Bogen von Atlas und Axis erfolgte eine Stichinzision in Höhe von C7 bzw. Th 1. Unter Zuhilfenahme dieser Stichinzision konnte der sehr steile Winkel anvisiert werden, der zur Einlage einer TA-C1/2-Schraube notwendig war. Im Anschluss erfolgte die Eröffnung der Kortikalis am medialen Rand der unteren Facette des

Axis. Unter kontinuierlicher Röntgendurchleuchtung wurde dann mit dem Bohrer ein Kanal in Pars interarticularis des Axis angelegt. Zunächst wurde eine Isthmusschraube in den Axis unter Röntgendurchleuchtung auf beiden Seiten eingebracht. Anschließend wurde die Nervenwurzel C2 aufgesucht, teilweise freigelegt und nach kaudal mobilisiert. Die Kortikalis direkt unterhalb des Sulcus arteriosus der A. vertebralis wurde oberhalb der C2-Nervenwurzel eröffnet. Mit einem Bohrer wurde ein Knochenkanal in die Massa lateralis des Atlas unter Röntgendurchleuchtung angelegt. Dann erfolgte die Einlage einer Polyaxialschraube in C1. Im Anschluss erfolgte eine offene Reposition des Segments C1/2. Die Isthmusschrauben wurden im Anschluss entfernt. Es erfolgte die Anlage eines Bohrkanals durch die reponierten Gelenkflächen von C1 und C2. Der optimale Zielpunkt lag im lateralen Strahlengang auf Höhe des vorderen Atlasbogens. Im Anschluss wurde dann eine polyaxiale Schraube mit einer Länge von 38 mm in den vorgebohrten Knochenkanal eingebracht. Im Anschluss wurden dann beide Polyaxialschrauben mit einem Stab verbunden und mit Madenschrauben fixiert. Zudem wurde zwischen den Dornfortsätzen autologer Knochen angelagert.

Es traten keine intra- und postoperativen Komplikationen wie neurologische Ausfälle, Verletzungen der A. vertebralis, Wundheilungsstörungen etc. auf. Die

routinemäßigen postoperativen Röntgenuntersuchungen zeigten eine regelrechte Lage der Implantate (■ **Abb. 2a, b**). Im Rahmen der regelmäßigen Nachsorge zeigten sich keine Spätfolgen wie eine Lockerung oder einer Dislokation der Osteosynthese.

Diskussion

Anhand des vorliegenden Falls wurde die Effektivität und die Sicherheit des neuen Osteosyntheseverfahrens zur dorsalen Spondylodese C1/2, welche eine Kombination aus den bekannten Verfahren nach Harms und Magerl ist, nachweisen.

Das atlantoaxiale Bewegungssegment hat, bezogen auf alle anderen Wirbelsäulensegmente, die höchste Beweglichkeit [12]. Die Hauptbewegung ist die Rotation mit 23–38° auf jeder Seite [12]. In geringerem Umfang ist eine Sagittalflexion (Flexion und Extension) mit ca. 10–22° möglich [12]. Zudem wird eine Lateralflexion von ca. 6° zugelassen [12]. Daneben lässt das atlantoaxiale Bewegungssegment in gewissem Umfang auch eine sagittale Translation, eine laterale Translation, eine Distraction sowie eine Kompression zu [12]. Dieser schon sehr hohe Bewegungsumfang nimmt infolge von traumatischen Läsionen der knöchernen bzw. ligamentären Strukturen, entzündlichen Prozessen und/oder angeborenen Fehlbildungen sogar noch zu [12]. Daher ist eine Immobilisierung des atlantoaxialen Bewegungssegmentes mittels einer Osteosynthese eine Herausforderung. Die erste Beschreibung einer chirurgischen Intervention bei einer atlantoaxialen Instabilität stammt aus dem Jahr 1910 von Mixer und Osgood [10]. Dabei wurden die Lamina und die Dornfortsätze von Atlas und Axis mit einem Seidenfaden miteinander verbunden [10]. Bis vor 30 Jahren haben sich viele weitere Methoden etabliert, die hauptsächlich die dorsalen Elemente von Atlas und Axis miteinbezogen. Dazu gehören die Fusion nach Gallie und die interlaminäre Klemmenfusion. Obwohl diese Fusionstechniken hauptsächlich die Extension und die Flexion einschränkten, lieferten sie keine ausreichende Stabilität bezüglich der Rotation und der Lateralflexion. Daher waren die

Unfallchirurg 2020 · 123:408–412 <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00776-9>
© Der/die Autor(en) 2020

A. Harati · P. Oni

Die Anwendung von transartikulären Schrauben C1/2, verbunden mit C1-Massa-lateralis-Schrauben in einem Schrauben-Stab-System

Zusammenfassung

Frakturen des 2. Halswirbels mit Beteiligung des Dens axis können in der Regel konservativ behandelt werden. Im Fall von hochgradig instabilen Frakturen sowie Pseudarthrosen muss eine Spondylodese C1/2 in Erwägung gezogen werden.

Basierend auf den etablierten Osteosyntheseverfahren zur dorsalen Spondylodese C1/2 erfolgte bei einem 56-jährigen Patienten bei einer dislozierten Dens-Fraktur die Anwendung einer transartikulären C1/2-Schraube, konnektiert mit einer Atlas-Massa-lateralis-Schraube in einem Schrauben-Stab-System.

Es traten keine intra- sowie postoperativen Komplikationen auf. Im Beobachtungszeitraum von 36 Monaten traten keine Schraubenlockerungen bzw. -dislokation auf. Das hier vorgestellte alternative Verfahren der dorsalen Spondylodese C1/2 ist eine sichere und effektive Methode, um eine Stabilisierung des Bewegungssegmentes im Fall einer posttraumatischen Instabilität zu erreichen.

Schlüsselwörter

Atlantoaxiale Instabilität · Dens-Fraktur · C1/2-Spondylodese nach Harms · Transartikuläre Spondylodese C1/2 nach Magerl

Application of transarticular C1/2 screws connected with C1 lateral mass screws in a rod-screw system

Abstract

Fractures of the second cervical vertebra with involvement of the odontoid process can mostly be treated conservatively by immobilization. In the case of high-grade unstable fractures and pseudarthrosis dorsal C1/2 spondylodesis should be considered. Based on established atlantoaxial osteosynthesis techniques for dorsal C1/2 spondylodesis, a polyaxial screw-rod system with C1/2 transarticular screws connected with C1 lateral mass screws was carried out in a 56-year-old male patient with dislocated odontoid fracture.

No intraoperative or postoperative complications occurred. During a follow-up of 36 months there was no screw loosening or dislocation. The presented alternative technique of dorsal C1/2 spondylodesis is a safe and effective method for stabilizing the atlantoaxial movement segment in cases of posttraumatic instability.

Keywords

Atlantoaxial instability · Odontoid fracture · Harms C1/2 fixation technique · Magerl transarticular C1/2 fixation technique

Pseudarthrosen mit bis zu 25 % sehr hoch [1]. Eine zusätzliche externe Immobilisation war daher obligat. Zusätzlich können diese Techniken nicht verwendet werden, wenn die Bogen bzw. die Dornfortsätze von Atlas und Axis infolge einer Fraktur oder einer Fehlbildung für eine operative Versorgung nicht verwendet werden können. Heutzutage sind diese Techniken weitgehend verlassen worden und ergänzen lediglich etablierte Osteosyntheseverfahren. Dazu gehören die TA-Osteosynthese nach Magerl [9] und die Schrauben-Stab-Osteosynthese nach Harms bzw. Goel [4, 8]. Dabei werden

Polyaxialschrauben entweder in den Pedikel oder in den Isthmus des Axis eingebracht und mit einer ML-Schraube im Atlas verbunden. Eine weitere alternative Technik das Einbringen einer Schraube in die Lamina des Axis [2].

Die TA-Osteosynthese nach Magerl kann in über 20 % der Patienten aufgrund der anatomischen Variationen der A. vertebralis nicht verwendet werden [11]. Zudem ist diese Technik deutlich erschwert bei Patienten mit einer erheblichen thorakalen Kyphose oder einer Adipositas. In diesem Fall kann der steile Winkel, der für das Einbringen der TA-Schraube er-

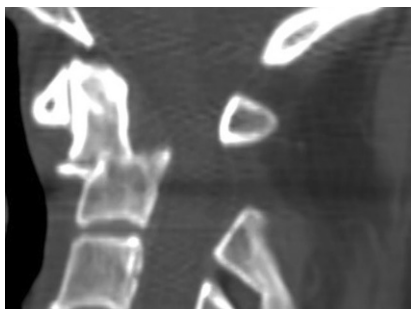


Abb. 1 ▲ Präoperative CT der HWS mit dem Nachweis einer dislozierten und gestauchten Dens-Fraktur Typ II

forderlich ist, nicht erreicht werden. Darin liegt der Vorteil der C1/2-Osteosynthese nach Harms. Diese Technik kann ebenfalls bei einem atypischen Verlauf der A. vertebralis angewendet werden. Des Weiteren erlaubt die isolierte Schraubenanlage eine sichere innere Reposition, welche bei der TA-Osteosynthese nicht möglich ist.

Während die C1/2-Osteosynthese nach Harms eine gute Stabilität in der Flexion und Extension bewirkt, ist, basierend auf biomechanischen Studien und einer aktuellen Metaanalyse, die TA-Osteosynthese C1/2 zumindest bei der Rotationsbewegung überlegen [3]. Weitere biomechanische Studien haben zudem belegt, dass eine Dreipunktfixierung eine deutliche Zunahme der Stabilität bewirkt [6]. In einer Untersuchung von Guo et al. wurde eine TA-Osteosynthese C1/2 mit Lamina-Haken am Atlasbogen kombiniert und mit einem Stab verbunden. In biomechanischen Studien konnten sie so eine deutliche erhöhte Stabilität im Vergleich zu den etablierten Verfahren nachweisen [6]. Allerdings kann dieses Verfahren im Fall einer Fraktur oder einer Agenesie des Atlasbogens nicht verwendet werden.

Aus diesen Überlegungen wurde die Kombination der Osteosyntheseverfahren nach Harms und Magerl zu einer neuen Methode weiterentwickelt, welche die biomechanischen Vorteile beider Verfahren einschließt. Obwohl keine biomechanischen Untersuchungen vorgenommen wurden, bewirkt eine Zunahme der Fixationspunkte ventral durch die TA-Schrauben und dorsal durch das Schrauben-Stab-System eine höhere Stabilität.

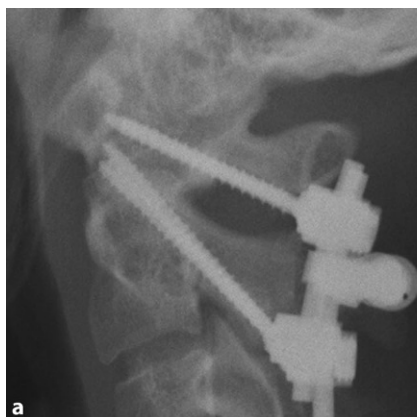


Abb. 2 ▲ Postoperative Darstellung der C1/2 Spondylodese in (a) lateralem und (b) anteriorem/posteriorem Strahlengang

Zudem konnte belegt werden, dass zwei Schrauben sicher in die ML des Atlas eingebracht werden können. Die dargestellte Methode kann in Verbindung mit längerstreckigen Spondylodese angewendet werden. Im Fall eines atypischen Verlaufs der A. vertebralis kann auf der betroffenen Seite eine Isthmus- bzw. Pedikelschraube und auf der kontralateralen Seite eine TA-Schraube eingebracht werden.

Fazit für die Praxis

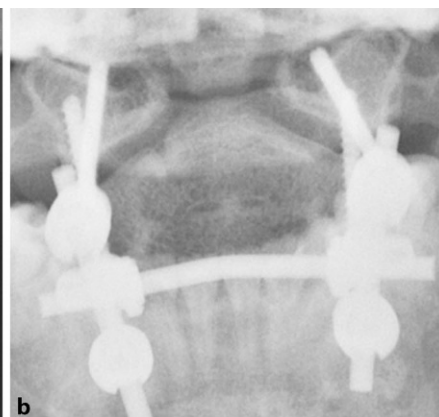
Die Anwendung einer TA-C1/2-Schraube, die in einem Schrauben-Stab-System mit einer Atlas-ML-Schraube verbunden wird, zur dorsalen Spondylodese im Fall von dislozierten Dens-Frakturen bzw. Pseudarthrosen nach Dens-Frakturen ist ein sicheres und effektives Verfahren, das die Vorteile der etablierten Verfahren nach Harms und Magerl vereint. Obwohl in unserer Serie keine Navigation durchgeführt wurde, kann dieses Hilfsmittel noch mehr Sicherheit und Präzision garantieren.

Korrespondenzadresse



Dr. med. Ali Harati
Neurochirurgische Klinik,
Universitätsklinik Köln
Kerpenerstraße 62,
50937 Köln, Deutschland
a.harati@gmx.de

Funding. Open Access funding provided by Projekt DEAL.



Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Harati und P. Oni geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Coyne TJ, Fehlings MG, Wallace MC et al (1995) C1-C2 posterior cervical fusion: long-term evaluation of results and efficacy. *Neurosurgery* 37:688–692
2. Dorward IG, Wright NM (2011) Seven years of experience with C2 translaminar screw fixation: clinical series and review of the literature. *Neurosurgery* 68:1491–1499 (discussion 1499)

3. Du JY, Aichmair A, Kueper J et al (2015) Biomechanical analysis of screw constructs for atlantoaxial fixation in cadavers: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine* 22:151–161
4. Goel A, Laheri V (1994) Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)* 129:47–53
5. Gonschorek O, Vordemvenne T, Blattner T et al (2018) Treatment of odontoid fractures: recommendations of the spine section of the German society for orthopaedics and trauma (DGOU). *Global Spine J* 8:125–175
6. Guo X, Ni B, Zhao W et al (2009) Biomechanical assessment of bilateral C1 laminar hook and C1-2 transarticular screws and bone graft for atlantoaxial instability. *J Spinal Disord Tech* 22:578–585
7. Harati A, Schultheiß R (2018) New technique for C1-C2 fixation. *Surg Neurol Int* 9:94
8. Harms J, Melcher RP (2001) Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine* 26:2467–2471
9. Jeanneret B, Magerl F (1992) Primary posterior fusion C1/2 in odontoid fractures: indications, technique, and results of transarticular screw fixation. *J Spinal Disord* 5:464–475
10. Mixer SJ, Osgood RB (1910) IV. traumatic lesions of the atlas and axis. *Ann Surg* 51:193–207
11. Resnick DK, Lapsiwala S, Trost GR (2002) Anatomic suitability of the C1-C2 complex for pedicle screw fixation. *Spine* 27:1494–1498
12. Steinmetz MP, Mroz TE, Benz EC (2010) Craniovertebral junction: biomechanical considerations. *Neurosurgery* 66:7–12

Orthopädie und Unfallchirurgie TO GO

Weiterbildung ist in der heutigen Zeit eine der großen Herausforderungen in der Medizin, gerade vor dem Hintergrund immer knapperer zeitlicher Ressourcen in den Kliniken und Praxen. Dennoch ist eine gute Weiterbildung der Schlüssel zum Erfolg, das Fach Orthopädie und Unfallchirurgie für die Zukunft gut aufzustellen, Patienten optimal versorgen zu können und in der Klinik oder Praxis die Mitarbeiterzufriedenheit zu optimieren.

Es existieren zahlreiche Weiterbildungsformate in verschiedenster Form, die den Nutzern die Inhalte der Orthopädie und Unfallchirurgie nahebringen: Präsenzveranstaltungen, Kongresse, Webinare, E-Learning, Vorträge jeder Art, Bücher, Zeitschriften, Tutorials, Videos und viele mehr. Diese Formate können sich oftmals sinnvoll ergänzen und bieten jeweils spezifische Vor- und Nachteile.

Orthopädie und Unfallchirurgie TO GO (OU TO GO) ist ein neues digitales kostenloses non-profit-Weiterbildungsformat für das Fach Orthopädie und Unfallchirurgie.

Zielgruppe von **OU TO GO** sind primär Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in Weiterbildung, die das nötige Wissen für die Facharztprüfung ohne großen zeitlichen Aufwand und kostenlos vermittelt bekommen sollen. Die Qualität der Vorträge macht diese auch sehr attraktiv für interessierte Fachärzte, Oberärzte und leitende Ärzte. Auch interessierte Studierende, Physiotherapeuten und andere Berufsgruppen, die sich für das Fach Orthopädie und Unfallchirurgie interessieren, sind herzlich willkommen.



Prof. Dr. Schulte, Projektleiter von OU TO GO (Foto: Frank Elschner, Wuppertal)

Das Konzept sieht vor, die wesentlichen Themen des Faches Orthopädie und Unfallchirurgie in einem über 2 Jahre laufenden Curriculum jeweils mittwochs anzubieten. Nach 2 Jahren wiederholt sich das Curriculum, das unabhängig von einzelnen Interessengruppen oder der Industrie gestaltet wurde. Ein typischer Mittwoch-Vortrag wird i.d.R.

zweimal in gleicher Weise gehalten, einmal um 7:30 Uhr als „Early-Morning-Session“, was sich optimal für Kliniken anbietet: Über Internet und Beamer können die Vorträge vom ganzen Team quasi als kostenlose Klinik-Fortbildung live und regelmäßig genutzt werden. Der gleiche Vortrag wird noch einmal live um 20 Uhr als „Late-Night-Session“ gehalten, die die charmante Möglichkeit bietet, abends in entspannter Atmosphäre eine hochwertige Weiterbildung zu genießen.

Die Vorträge werden von ausgewiesenen Spezialisten aus dem In- und Ausland ehrenamtlich gehalten, es werden keine Honorare gezahlt. Sämtliche CME-zertifizierte Vorträge werden live gehalten inkl. einer live-Diskussion im Anschluss.

Den Teilnehmern, die einen Vortrag auf dem Computer, Tablet oder Smartphone ansehen, entstehen keine Kosten, weder Teilnahmegebühren oder Anmeldekosten, das gesamte Format ist non-profit. Das Projekt wurde maßgeblich durch die Klaus Tschira Stiftung gefördert. Laufende Kosten werden allein über Spenden gedeckt. Technisch sind Anmeldung, Registrierung, Kurs-Buchung und Handhabung für die Teilnehmer einfach und problemlos möglich.

OU TO GO ist Teil des übergeordneten Formates **MEDIZIN TO GO**. Dazu gehört u.a. **GYN TO GO** (Gynäkologie und Geburtshilfe), das seit vielen Jahren sehr erfolgreich Weiterbildung anbietet.

Seit März 2020 startet nun **OU TO GO** (www.outogo.de), um für das Fach Orthopädie und Unfallchirurgie in ähnlicher Form zur Fort- und Weiterbildung beizutragen und um die etablierten Weiterbildungsformate zu ergänzen.

Hier steht eine Anzeige.

