

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Trends und Perspektiven in der
Neurochirurgie: Minimal invasive
Fusionsoperationen bei
degenerativen
Lendenwirbelsäulenerkrankungen**

Senker W

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2022; 23 (3), 105-107

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

UPDATE

Spezifische Migräneprophylaxe mit CGRP-Antikörpern in der Praxis

VORTRAGENDE

Dr.ⁱⁿ Sonja-Maria Tesar

Medizinische Direktorin des LKH Wolfsberg und Leiterin der Kopfschmerzambulanz am Klinikum Klagenfurt
Präsidentin der Österreichischen Kopfschmerzgesellschaft

Dr. Francis Baudet

Facharzt für Allgemeinmedizin, spezielle Schmerzmedizin und psychotherapeutische Medizin



INHALTE & FORTBILDUNGSZIELE

- Differentialdiagnose Kopfschmerz und Migräne
- Aktueller Wissensstand zur Pathophysiologie der Migräne
- Warum ist Migräneprophylaxe wichtig?
- Wer kann von der modernen Migräneprophylaxe profitieren?
- Wie wirken CGRP-Antikörper und wie werden sie in der Praxis angewendet?
- Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen Verabreichungsformen und Verabreichungsintervalle in der Praxis?
- Was sind die Spezifika der neuen Therapie mit Eptinezumab?
- Gatekeeper:in Hausärzt:in: Die wichtige Rolle der Allgemeinmediziner:innen bei der Migränetherapie
- Zahlen, Fakten, Q & A rund um Migräneprophylaxe mit CGRP-Antikörpern



2 DFP-Punkte



LINK ZUM E-LEARNING

[https://learn.meindfp.at/evaluate/
org/44238808/courses/
view-event?item_id=65379886](https://learn.meindfp.at/evaluate/org/44238808/courses/view-event?item_id=65379886)

Fortbildung verfügbar bis 29.2.2026

Minimal invasive Fusionsoperationen bei degenerativen Lendenwirbelsäulenerkrankungen

W. Senker

Universitätsklinik für Neurochirurgie, Kepler Universitätsklinikum Linz, Johannes-Kepler-Universität Linz

Von der minimal invasiven Wirbelsäulenchirurgie wird gefordert, ähnlich gute Ergebnisse wie offene Verfahren zu bringen. Offene chirurgische Fusionsverfahren gelten nach wie vor als Goldstandard, wobei ihre Begleitmorbidität oft nicht unerheblich ist. 2001 entwickelte Foley den sogenannten Sextanten (CD Horizon Sextant, Medtronic Inc.) [1]. Zuvor perkutan eingebrachte Pedikelschrauben werden mit Hilfe eines einem Sextanten ähnlich aussehenden Aufsatzes mit perkutan eingebrachten Längsstäben verbunden und verschraubt. Weiters entwickelte Foley einen tubulären Retraktor, welcher durch einen flexiblen Arm, der in der gewünschten Position des Retraktors arretiert werden kann, mit dem OP-Tisch verbunden wird [2]. Nach einer Hautinzision wird die Muskulatur durch die Faszie mit tubulären Dilatoren bis zur Lamina bzw. Facettgelenk atraumatisch aufgedehnt. Danach wird der Retraktor eingebracht, wobei der entsprechend letzte Dilator als Schienung dient. Dabei entsteht ein Korridor zur Wirbelsäule. Diese Retraktoren eignen sich sowohl zur Diskektomie, Wirbelkanalerweiterung oder Implantation von PLIFs oder TLIFs. Der intramuskuläre Druck bei minimal invasiven Retraktoren ist signifikant niedriger als bei offenen Retraktoren. Postoperativ zeigten sich nach minimal invasiven lumbalen Fusionen in MRT-Studien weniger Muskelödeme [3]. Enzyme, die das Muskeltrauma repräsentieren – wie Kreatinkinase, Aldolase sowie für Entzündungen verantwortliche Zytokine (Interleukin-1, 6, 8, 10) – sind bei „mini-open“ lumbalen Fusionen innerhalb der ersten Woche deutlich niedriger als bei herkömmlichen offenen Operationen [4].

Um eine Degeneration oder eine Instabilität der Wirbelsäule suffizient zu behandeln, wird neben der posterioren Fusion mittels Pedikelschrauben in den meisten Fällen auch eine interkorporelle Fusion angestrebt. Pedikelschrauben wurden das erste Mal von Roy Camille 1963 verwendet [5, 6]. In seinen Arbeiten konnte er die biomechanische Festigkeit dieser Implantate beschreiben. Bei der minimal invasiven Technik werden die Schrauben häufig perkutan gesetzt. Die interkorporelle Fusion kann von ventral mit Hilfe einer „Anterior Lumbar Interbody Fusion“ (ALIF), von lateral mit einer „Extreme Lateral Interbody Fusion“ bzw. „Oblique Lumbar Interbody Fusion“ (XLIF, OLIF) oder von dorsal mit Hilfe einer „Posterior Lumbar Interbody Fusion“ (PLIF) bzw. einer „Transforaminal Lumbar Interbody Fusion“ (TLIF) erfolgen. Dabei werden die Bandscheiben entfernt und die Grund- und Deckplatten der benachbarten Wirbel angefrischt. Danach wird die Bandscheibe mittels eines Körbchens (Cage), das meist aus Titan, Peek oder aus Carbon besteht, ersetzt. Vor der Implantation werden sowohl der Bandscheibenraum als auch der entsprechende Cage

selbst mit meist lokal gewonnenem Knochen und/oder Knochenersatzstoffen versorgt, um eine gute knöcherne Fusionierung der Wirbelkörper zu gewährleisten.

Die **Indikationen** für minimal invasive Verfahren sind im Wesentlichen dieselben Krankheitsbilder wie für offene Techniken. Beispiele hierfür sind die Spondylolisthese, zentrale oder foraminelle Stenosen, mediane oder foraminelle Diskusherniationen oder die „isolated degenerative disc/joint disease“. Dorsale Verfahren eignen sich besonders, wenn eine fortgeschrittene Spinalkanalstenose erweitert werden muss. Bei moderaten Stenosen werden jedoch auch laterale und ventrale Verfahren zur „indirekten Dekompression“ verwendet. Durch die Distraction des Segmentes kommt es dabei zu einer Verminderung des Volumens sowohl der vorgewölbten Bandscheibe als auch des Ligamentum flavum und damit zu einer relativen Erweiterung des Wirbelkanals.

In einer großen, 252 Patienten umfassenden Multicenter-Studie, die die Ergebnisse nach dorsaler Ein- und Zwei-Level-Fusion bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen mittels PLIF oder TLIF sowie minimal invasiven Schraubensystemen untersuchte, konnte gezeigt werden, dass die Patienten postoperativ nach 1,3 Tagen das erste Mal mobilisiert werden konnten und im Durchschnitt nach 6,3 Tagen das Spital verließen. Der durchschnittliche Blutverlust betrug in der Ein-Segment-Gruppe 163 ml, in der Zwei-Segment-Gruppe 233 ml. Nur 1 Patient in der Zwei-Segment-Gruppe benötigte postoperativ eine Blutkonserve. Die Schmerzscores (VAS) und Scores, welche die Lebensqualität (ODI, EQ 5D) betreffen, zeigten sehr rasch eine deutliche Verbesserung und persistierten in einem Nachuntersuchungszeitraum von 1 Jahr auf diesem Niveau. Minimal invasive Fusionsoperationen zeigen sich auch bei Risikopatienten als geeignetes Tool.

Im Zusammenhang mit der minimal invasiven spinalen Fusionschirurgie sind die spinale Neuronavigation und die spinale Robotik (eine eigentlich inkorrekte Bezeichnung, da es sich um Mikromanipulatoren ohne robotische Fähigkeiten im eigentlichen Sinn handelt) in der Rubrik „Trends und Perspektiven“ insbesondere zu diskutieren.

■ Spinale Neuronavigation

In der minimal invasiven Technik werden die Pedikelschrauben durch kleine Inzisionen oder perkutan gesetzt. Dazu ist eine exakte radiologische Bildgebung der anatomischen Strukturen unbedingt notwendig. Die spinale Navigation erleichtert dabei das Einbringen von Schrauben. Generell stehen in der spinalen Navigation drei un-

verschiedene Navigationstechniken und -prinzipien zur Verfügung: die zweidimensionale virtuelle Fluoroskopie, die dreidimensionale CT-basierte Navigation mit unterschiedlichen Referenztechniken und die CT-basierte Navigation mit rotierenden Bildwandlern. Letztere (O-Arm) wird an unserer Abteilung routinemäßig verwendet. Wir konnten 2018 über 1000 O-Arm-basierte spinale Fusionsoperationen berichten [7]. Der Vorteil der Navigation ist eine exaktere Orientierung an den Strukturen der Wirbelsäule, sowie eine präzisere Platzierung der Pedikelschrauben, als die zweidimensionalen C-Bogen-basierten Darstellungsmethoden [8]. Die Strahlenbelastung für den Patienten ist etwas erhöht, jedoch für das Personal, welches regelmäßig der Strahlung ausgesetzt ist, geringer [9].

■ Robotik

Der nächste Schritt der minimal invasiven Wirbelsäulenchirurgie ist die Roboterchirurgie. Robotersysteme sind vielversprechende Technologien und werden vor allem in den Vereinigten Staaten schon in größerer Fallzahl verwendet. Sie scheinen in der Wirbelsäulenchirurgie deutliche Vorteile in Bezug auf Genauigkeit, Strahlenbelastung, Blutverlust, Krankenhausaufenthalt und sinkende Komplikationsrate zu haben.

Die Robotertechnik ermöglicht die präoperative oder intraoperative Planung der Operation und robotergestützte Ausführung mehrerer Trajektorien der Pedikelschrauben. Die Roboter sind mittels verschiedener Verfahren mit der Skelettanatomie des Patienten verbunden. Der Roboter besitzt meist eine externe Arbeitsstation, die als Roboterarm fungiert. Mit einem innovativen, bildgebenden, modalitätsübergreifenden Registrierungsverfahren wird jeder Wirbelkörper unabhängig erfasst. Das robotergestützte Führungssystem analysiert und paart Bilder aus verschiedenen Modalitäten, wie z. B. den Abgleich eines präoperativen CTs mit der intraoperativen Fluoroskopie oder der chirurgischen 3D-Bildgebung, einschließlich Bildern, die zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen anatomischen Ebenen aufgenommen wurden. Nach entsprechender Planung des Eintrittspunkts und der Lage der Pedikelschraube im Wirbelkörper wird die für die Pedikelschraube erforderliche Trajektorie vom Roboterarm eingestellt. Der Operateur legt den entsprechenden Bohrkanaal für die Schraube entlang der vom Roboterarm eingestellten Richtung an und bringt die Schraube ein. Die bisherige Literatur zeigt Vorteile dieser neuen Technik [10]. Auch die Indikationen der Roboterchirurgie haben sich in den letzten Jahren deutlich vermehrt, so werden mittlerweile Roboteranwendungen bei Dekompressionsoperationen oder Implantationen von Cages beschrieben [11].

■ Praxisrelevanz

Die minimal invasive Versorgung der degenerativen Wirbelsäule hat sich als Standardverfahren bei Wirbelsäulenchirurgie gut etabliert. Sie liefert gleich gute Ergebnisse wie offene Techniken [12]. Auch Risikopatienten wie alte und adipöse Patienten können mit diesem Verfahren sicher behandelt werden [13, 14]. In der Zukunft werden

Forschungen, die sich auch mit der minimal invasiven Korrektur von koronarem und sagittalem Malalignment der Wirbelsäule beschäftigen, immer mehr in das Zentrum des Interesses der Wirbelsäulenchirurgie rücken. Die bis dato publizierten Ergebnisse sind vielversprechend.

Ist die Pedikelsubtraktionsosteotomie (PSO) zur Korrektur des sagittalen Malalignements mit einer erhöhter Komplikationsrate behaftet, so zeigen Ergebnisse nach minimal invasiven Korrekturen mit Hilfe zum Teil hyperlordotischer Cages, welche interkorporell von ventral oder lateral (ALIF, XLIF, OLIF) eingebracht werden, ähnlich gute Korrekturergebnisse wie offene Verfahren, jedoch bei geringerer Komplikationsrate [15, 16].

Literatur:

1. Foley KT, Gupta SK, Justis JR, Sherman MC. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine. *Neurosurg Focus* 2001; 10: E10.
2. Foley KT SM. Microendoscopic Discectomy. *Tech Neurosurg* 1997; 3: 301–7.
3. Stevens KJ, Spenciner DB, Griffiths KL, Kim KD, Zwienerberg-Lee M, Alamin T, et al. Comparison of minimally invasive and conventional open posterolateral lumbar fusion using magnetic resonance imaging and retraction pressure studies. *J Spinal Disord Tech* 2006; 19: 77–86.
4. Kim KT, Lee SH, Suk KS, Bae SC. The quantitative analysis of tissue injury markers after mini-open lumbar fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 712–6.
5. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 203: 7–17.
6. Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaere C. Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses. *Presse Med (1893)* 1970; 78: 1447–8.
7. Narovec T, Stefanits H, Senker W, Grimmer A, Radl C, Leitner C, et al. Spinal Navigation mit intraoperativem O-Arm-basierten 3D-Scan – Erfahrungswerte aus 1000 O-Arm-assistierten spinalen Stabilisierungsoperationen.pdf. *J Neurol Neurochir Psychiatr* 2018; 19: 136–42.
8. Kim TT, Drazin D, Shweikeh F, Pashman R, Johnson JP. Clinical and radiographic outcomes of minimally invasive percutaneous pedicle screw placement with intraoperative CT (O-arm) image guidance navigation. *Neurosurg Focus* 2014; 36: E1.
9. Tabaraee E, Gibson AG, Karahalios DG, Potts EA, Mobasser JP, Burch S. Intraoperative cone beam-computed tomography with navigation (O-ARM) versus conventional fluoroscopy (C-ARM): a cadaveric study comparing accuracy, efficiency, and safety for spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013; 38: 1953–8.
10. Vadala G, De Salvatore S, Ambrosio L, Russo F, Papalia R, Denaro V. Robotic spine surgery and augmented reality systems: a state of the art. *Neurospine* 2020; 17: 88–100.
11. Staub BN, Sadrameli SS. The use of robotics in minimally invasive spine surgery. *J Spine Surg* 2019; 5 (Suppl 1): S31–S40.
12. Ntoukas V, Muller A. Minimally invasive approach versus traditional open approach for one level posterior lumbar interbody fusion. *Minim Invasive Neurosurg* 2010; 53: 21–4.
13. Senker W, Stefanits H, Gmeiner M, Trutschnig W, Radl C, Gruber A. The influence of age on the peri- and postoperative clinical course in patients undergoing minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion techniques of the lumbar spine. *Clin Neurol Neurosurg* 2019; 182: 25–31.
14. Senker W, Stefanits H, Gmeiner M, Trutschnig W, Weinfurter I, Gruber A. Does obesity affect perioperative and postoperative morbidity and complication rates after minimal access spinal technologies in surgery for lumbar degenerative disc disease? *World Neurosurg* 2018; 111: e374–e85.
15. Boachie-Adjei O, Ferguson JA, Pigeon RG, Peskin MR. Transpedicular lumbar wedge resection osteotomy for fixed sagittal imbalance: surgical technique and early results. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 485–92.
16. Quarto E, Zanirato A, Ursino, Traverso G, Russo A, Formica M. Adult spinal deformity surgery: posterior three-column osteotomies vs anterior lordotic cages with posterior fusion. Complications, clinical and radiological results. A systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2021; 30: 3150–61.

Korrespondenzadresse:

Univ.-Prof. Dr. Andreas Gruber
 Universitätsklinik für Neurochirurgie
 Kepler Universitätsklinikum
 Johannes-Kepler-Universität Linz
 Neuromed-Campus
 A-4020 Linz, Wagner-Jauregg-Weg 15
 E-Mail: andreas.gruber_1@kepleruniklinikum.at

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)