

Andreas Reinke¹, Michael Kraus², Alexander T. Wild¹, Sebastian Weckbach²

Lumbale und zervikale Bandscheibenprothetik

Aktuelle Entwicklung und Sportfähigkeit

Total disc replacement in lumbar and cervical spine

Trends and ability to practice sports

Zusammenfassung: Bislang ist die Fusion noch als „Goldstandard“ bei der Behandlung degenerativer Wirbelsäulenerkrankung zu sehen. Um die Beweglichkeit im Segment zu erhalten, ist die Bandscheibenendoprothese bei Versagen der konservativen Therapie eine Option. Aktuelle Studienergebnisse zeigen, dass die Bandscheibenendoprothetik der Hals- und Lendenwirbelsäule in einem selektiven Patientengut ein effektives Verfahren mit wenigstens gleichwertigen Ergebnissen im Vergleich zu fusionierenden Verfahren ist und gerade in einem jungen Patientenkollektiv eine hohe Sportfähigkeit wiederherstellen kann. Entscheidend für eine erfolgreiche operative Behandlung ist die korrekte Indikationsstellung.

Schlüsselwörter: Bandscheibenprothese, Halswirbelsäule, Lendenwirbelsäule, Fusion, Sportfähigkeit

Zitierweise

Reinke A, Kraus M, Wild A, Weckbach S: Lumbale und zervikale Bandscheibenprothetik. Aktuelle Entwicklung und Sportfähigkeit OUP 2017; 3: 136–140 DOI 10.3238/oup.2017.0136–0140

Summary: Spinal fusion is still seen as the gold standard in treatment of degenerative disc disease. For motion preservation the total disc replacement became a comparable surgical option, when conservative treatment fails. We already know that TDR is an effective technique and in selected patients it is at least equal to fusion in the cervical and lumbar spine and allows a full recovery to resume sport activities. But sufficient treatment recommendations based on a high evidence-level are missing so far. Therefore, spine surgeons should be cautious about the indication for TDR.

Keywords: total disc replacement (TDR), fusion, lumbar spine, cervical spine, sport activities

Citation

Reinke A, Kraus M, Wild A, Weckbach S: Total disc replacement in lumbar and cervical spine. Trends and ability to practice sports OUP 2017; 3: 136–140 DOI 10.3238/oup.2017.0136–0140

Einleitung

Sowohl an der Hals- als auch an der Lendenwirbelsäule (HWS, LWS) ist die Fusion unverändert der Goldstandard der operativen Therapie bei der degenerativen Wirbelsäulenerkrankung. Dennoch laufen seit Jahrzehnten intensive Bemühungen, die versteifenden Verfahren durch bewegungserhaltende Methoden zu ergänzen. Bereits in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde der Versuch unternommen, degenerierte Segmente unter Erhalt der Beweglichkeit zu therapieren [7]. Seit-

her wurde das Design immer wieder verändert und weiterentwickelt. Eine weitere Verbreitung als in der Anfangszeit erfuhr die Bandscheibenarthroplastik vor knapp 20 Jahren. Mittlerweile konnte in größeren Kollektiven gezeigt werden, dass die Arthroplastik der Bandscheibe (total disc replacement, TDR) nicht mit schlechteren Behandlungsergebnissen behaftet ist. Geradere neue Studien konnten zeigen, dass bei einem bestimmten Patientenkollektiv die TDR der Fusion hinsichtlich Funktion und Zufriedenheit sogar überlegen sein kann [15–17, 22]. Diese ersten posi-

tiven Ergebnisse konnten mittlerweile in Meta-Analysen über diverse Studien bestätigt werden, welche die Arthroplastik der Fusion gegenüberstellen [5, 13, 14, 18, 20, 27, 28].

Auch wenn es biomechanisch große Unterschiede zwischen der TDR im Bereich der HWS und LWS gibt, haben diese in beiden Wirbelsäulenkompartimenten den Erhalt des Bewegungssegments gemeinsam.

Ziel dieses Artikels ist die übersichtliche Darstellung der aktuellen Techniken, Möglichkeiten und Limitationen der Bandscheiben-Arthroplastik.

¹ Donau-Ries Klinik Donauwörth, Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Wirbelsäulentherapie, Donauwörth

² Orthopädische Universitätsklinik Ulm am RKU, Ulm



Abbildung 1a–c 42-jähriger männlicher Patient mit Bandscheibenvorfällen zwischen HWK 5/6 und 6/7, Parästhesie im linken Arm, Dermatome C5 und C6 links, sportlich aktiv, Versagen der konservativen Therapie. In der seitlichen Röntgenaufnahme **a)** deutlicher Verlust des sagittalen Profils, im MRT zeigen sich die Vorfälle in der sagittalen **b)** und axialen Ebene **c)**.

Biomechanisches Grundprinzip

Als Grundprinzip gilt, dass die Arthroplastik der Wirbelsäule im Gegensatz zu den Fusionstechniken die Beweglichkeit im Index-Segment erhält und somit auch die Anschlussdegeneration reduzieren soll [2, 6]. Hierbei konnte durch In-vitro-Tests bereits 2005 nachgewiesen werden, dass im angrenzenden Segment zur TDR normale intradiskale Drücke erzielt werden können. Dies ist im Fall einer Fusion nicht so.

An eine Bandscheibenprothese sind dabei folgende Forderungen zu stellen:

- die Beweglichkeit muss besser sein als nach einer Fusion
- die Prothese muss sicher implantiert und stabil verankert werden können
- die Stabilität des ersetzten Bewegungssegments muss erhalten bzw. verbessert werden und
- die Prothese muss dabei die Beweglichkeit in allen 3 oder sogar 4 Ebenen (inklusive Translation) erlauben.

HWS

Die Implantation einer „künstlichen Bandscheibe“ in der Halswirbelsäule kann bislang nicht als Standardbehandlung gesehen werden. Als operativer Standard in der Behandlung von Bandscheibenvorfällen der Halswirbelsäule gilt die Entfernung der Bandscheibe und des Vorfalles, gefolgt von einer Versteifung (anteriore Zervikale Diskektomie

und Fusion, ACDF) im erkrankten Segment. Bei diesem Verfahren kommt es im weiteren Verlauf zu einer Degeneration der an die operierte Etage angrenzenden Bandscheibe: in 2,9 % der Fälle pro Jahr und bis zu 25 % nach 10 Jahren [12].

Es konnte 2016 in einer Metaanalyse gezeigt werden, dass nach einer TDR in 3,1 % der Fälle und nach einer ACDF in 6 % der Fälle eine operative Versorgung im Nachbarsegment notwendig wurde [4]. Auch bei einer Versorgung von 2 angrenzenden Bewegungssegmenten zeigen sich ähnliche Ergebnisse. Hier ist von Radcliff et al. 2016 beschrieben worden, dass nach 5 Jahren eine Re-Operation im Falle eines TDR in 4 % sowie nach einer ACDF in 16 % der Fälle notwendig war [19]. Somit konnte signifikant gezeigt werden, dass die Degeneration der angrenzenden Bandscheibe durch ein bewegliches Implantat im Vergleich zur Fusion deutlich reduziert wird (Abb. 1–2).

LWS

Im Bereich der Lendenwirbelsäule gilt bei bestimmten Formen der schmerzhaften Degeneration von Bandscheiben ebenfalls die Versteifung als Goldstandard. Auch hier kann es zu einer Anschlussdegeneration (adjacent level disease, ALD) kommen. Aktuell kann man davon ausgehen, dass dies in bis zu 16,5 % der Fälle nach 5 Jahren auftritt [1, 9]. Vergleichbar zu den ersten klinischen Ergebnissen an der HWS konnte auch an der LWS von Harrop et al. 2008 gezeigt

werden, dass diese Rate bei Patienten, die eine Bandscheibenprothese statt einer Fusion erhielten, mit bis zu 9 % erheblich weniger ist [11].

Diese positiven Beobachtungen konnten mittlerweile durch weitere Studien belegt werden, auch hinsichtlich weiterer Ergebnis-Parameter wie ausstrahlender Schmerz, Funktion und Mobilität sowie sozio-ökonomischer Daten [3, 5, 10, 15, 17, 22, 26]. Von einigen Autoren der vorweg genannten Studien konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen TDR und Fusion gesehen werden, sodass diese beide Verfahren hinsichtlich des klinischen Ergebnisses noch als gleichwertig zu bezeichnen sind.

Indikation zur Bandscheibenprothese

Eine Bandscheibenprothese kann in der Halswirbelsäule (HWS) oder in der Lendenwirbelsäule (LWS) implantiert werden. Möglich ist dies an der Wirbelsäule lediglich, wenn in einem Zwischenwirbelsäule (in Ausnahmefällen auch in 2 oder 3 Etagen) ein „weicher“ Bandscheibenvorfall oder ein diskogener Schmerz vorliegt. Somit spricht die Arthroplastik vorwiegend jüngere Patienten (18–60 Jahre) an. Im Bereich der LWS führen objektive Befunde wie ein Vakuum-Phänomen, Modic-Veränderungen und der Bandscheibenvorfall zur Indikationsstellung.

Kontraindikationen stellen Facettengelenkarthrose, knöcherne Rezessus-

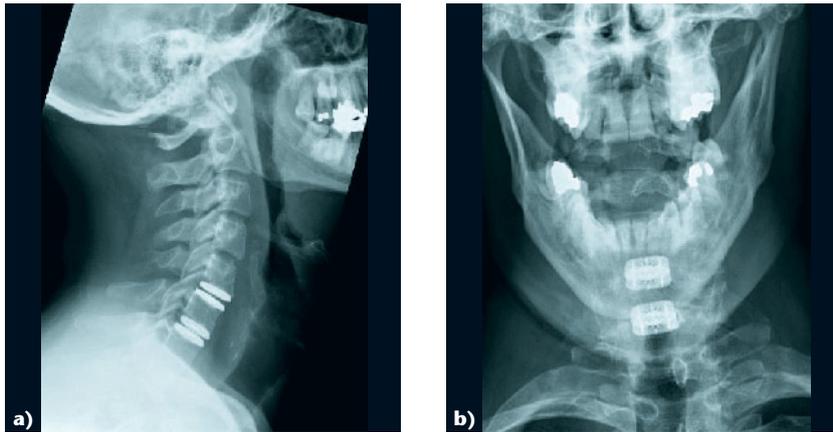


Abbildung 2a-b In den postoperativen Aufnahmen zeigt sich im seitlichen Röntgen das korrekte Alignment und die Wiederherstellung des sagittalen Profils **a)**, im antero-posterioren Bild die korrekte Platzierung der Prothesen **b)**. Schmerzfrei nach wenigen Tagen postoperativ, Aufnahme der sportlichen und beruflichen Aktivität 3 Monate postoperativ.

tenose, Spondylolisthesis, Spondylolyse, Skoliose, Osteoporose sowie auch eine Instabilität im Index-Segment dar. Bei Adipositas, Spinalkanalstenose und einer vorangegangenen Operation im Index-Level [23, 26, 29] ist die Indikation streng zu überprüfen, da diese als relative Kontraindikationen gesehen werden.

Um die Indikation zur TDR stellen zu können, sind neben der Anamnese und der klinischen Untersuchung technische Verfahren (MRT, CT, Röntgen) und gegebenenfalls auch infiltrative Maßnahmen (Facettengelenkblockade, periradikuläre Therapie, Diskographie) wichtig. In jedem Fall sollten ebenso wie bei einer Fusion alle Möglichkeiten einer konservativen Therapie ausgereizt werden.

Sicherheit/Komplikationen

TDR und Fusion unterscheiden sich hinsichtlich der publizierten und auch zu erwartenden Komplikationen kaum, denn diese hängen hauptsächlich vom gewählten chirurgischen Zugangsweg ab.

Im Bereich der Halswirbelsäule wird sowohl die Fusion als auch die Bandscheibenprothese von ventral durchgeführt. Neben allgemeinen Operationsrisiken sind als spezifische Risiken Schluckstörungen (1,6–12,0 %) sowie eine Nervus-recurrens-Parese (0,7–3,0 %) zu nennen. Des Weiteren zu erwähnen sind Duraverletzung (0,4–10,3 %) und neurologische Verschlechterung (2,4–3,4 %) sowie Hämatome (0,2–5 %)

und Wundinfektionen (1,3–3 %). Allgemeine Risiken sind die Thrombophlebitis (0,2–0,3 %), die Lungenarterienembolie (1,1–25 %) und weitere kardiale oder pulmonale unerwünschte Ereignisse (0,3–0,8 %) [15, 22, 24].

Bei Eingriffen im Bereich der LWS müssen als spezifische Komplikationen die retrograde Ejakulation (2,1–18,7 %) sowie prothesenassoziierte Komplikationen wie Migration, Einbrechen, Frakturen, Implantatversagen und heterotop Ossifikationen (2,0–39,3 %) bedacht werden. Junge männliche Patienten mit Kinderwunsch sind daher bei einer Prothesenimplantation an der LWS über das Risiko der retrograden Ejakulation aufzuklären und sollten eventuell vorher in einer entsprechenden Einrichtung weiter beraten werden (Samenspende) [5].

Körperliche Aktivität/ Sportfähigkeit

Das Körperbewusstsein nimmt in der heutigen Gesellschaft einen immer höheren Stellenwert ein. Die Anzahl der körperlich aktiven Menschen im Freizeitsportbereich steigt stetig. Somit stellt sich auch die Frage, inwieweit die Wiederaufnahme sportlicher Betätigung nach einer derartigen Operation wieder möglich ist. Auch Patienten nach einem Bandscheibenvorfall und implantierter Bandscheibenprothese stellen sich diese Frage und setzen entsprechend hohe Erwartungen an ein modernes Implantat.

Während des Sports wirken mechanische Kräfte auf die Wirbelsäule und auf die Bandscheibenprothese ein (Stauungen, repetitive Belastungen, Rotation, Beugung), die über das Ausmaß der normalen Belastung ohne sportliche Aktivität deutlich hinausgehen. Hierbei ist die Krafteinwirkung auf die Wirbelsäule in den einzelnen Sportarten unterschiedlich [8].

Die erste und bislang einzige Kohortenuntersuchung aus dem Jahr 2007 konnte zeigen, dass 94 % der Patienten, denen eine lumbale Bandscheibenprothese implantiert wurde, wieder zum Sport zurückkehrten [25]. Den meisten Patienten (69 %) war dies bereits innerhalb von 3 Monaten möglich, gut 5 Monate nach der Operation waren sie wieder in vollem Umfang in ihrem Sport aktiv. Die dabei wieder aufgenommene sportliche Aktivität schloss Radfahren, Joggen, Fitness, Schwimmen und Outdoorsport (Bergsteigen, Klettern, Skifahren, Snowboarden), Fußball, Fitness, Enduro-Bike, Tennis, Golf und sogar Marathonlauf ein. Alle hier untersuchten Sportler kehrten zu ihrem Sport in vollem Umfang zurück. Neben Kontaktsportarten (Karate, Ringen) wurden auch Fallschirmspringen und Sportarten mit hoher Energieeinwirkung auf die LWS (Fußball, Wildwasser-Rafting, Enduro-Racing, Seekajak) wieder durchgeführt.

Aus dem Bereich der Halsbandscheibenendoprothetik gibt es im Hinblick auf die Sportfähigkeit nur Daten aus einer Arbeit [21]. Die Ergebnisse knüpfen jedoch an die oben genannten in der Lendenwirbelsäule an. Nach der Operation an der HWS berichten über 90 % der insgesamt 50 Patienten nach einem medianen Follow-up von 53 Monaten über ein sehr zufriedenstellendes Ergebnis. Schon durchschnittlich 4 Wochen nach Operation konnten die Patienten wieder mit dem Sport beginnen. Im Durchschnitt 6 Monate nach Implantation der Prothese waren auch hohe Belastungen im Wettkampfsport in einer Intensität möglich, wie sie vor der Bandscheibenerkrankung praktiziert wurde. Der modifizierte Tegner-Aktivitätsscore (nach Reinke) zeigte sich vor der Erkrankung und postoperativ unverändert. Die Sportarten waren Joggen, Bergsport (Skifahren, Klettern usw.), Radfahren, Ballsport (Tennis, Fußball, Volleyball), Fitness, Schwimmen, Nordic Walking, Golf, Inlineskating, Triathlon, Kampfsport, Rei-

ten, Rennrodern und Aerobic. Unter diesen untersuchten Athleten waren Sportprofis, die mit der Bandscheibenprothese auf höchstem internationalem Niveau (u.a. bei den Olympischen Spielen) sehr erfolgreich weiter aktiv sein konnten [21]. Daher kann konstatiert werden, dass Erwartungen aktiver Patienten durch das Implantat und die Technik erfüllt und vor der Operation ausgeübte Sportarten ohne höheres Risiko wieder aufgenommen werden konnten.

Fazit

Die Implantation einer Bandscheibenendoprothese im Bereich der HWS und auch der LWS ist den klassischen opera-

tiven Behandlungsmethoden nicht unterlegen. Zur besseren Beurteilung der Chancen und Limitationen dieser Verfahren sowie klarer Ein- und Ausschlusskriterien sind definitiv noch weitere prospektive Untersuchungen unerlässlich. Dies ist umso relevanter als die bewegungserhaltenden Verfahren als Alternative zu versteifenden Operationen gerade bei einem jüngeren Patientenkontext zum Einsatz kommen, das einen hohen Anspruch an berufliche und sportliche Belastbarkeit stellt. Diesen Anforderungen muss auch die moderne Medizin gerecht werden. Hier scheint die Bandscheibenprothese einen nicht unerheblichen Stellenwert zu erlangen.

Aufgrund der guten klinischen Ergebnisse im Vergleich zu den älteren

Verfahren, aber geringeren Raten einer Revisionsoperation, ist die Bandscheibenprothese eine zu beachtende Option. Jedoch sollten die bislang existierenden Indikations- und Kontraindikationskriterien strikt eingehalten werden. OUP

Interessenkonflikt: Keine angegeben

Korrespondenzadresse

Dr. med. Andreas Reinke
Donau-Ries Klinik Donauwörth
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie
und Wirbelsäulenthherapie
Neudegger Allee 6
86609 Donauwörth
a.reinke@donkliniken.de

Literatur

1. Amore A, Conti G, Cirina Pet al.: [Biocompatibility of the acetate in the dialysis fluid]. *G Ital Nefrol* 2004; 21 Suppl 30: S91–96
2. Auerbach JD, Anakwenze OA, Milby AH, Lonner BS, Balderston RA: Segmental contribution toward total cervical range of motion: a comparison of cervical disc arthroplasty and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011; 36: E1593–1599
3. Blumenthal S, McAfee PC, Guyer RD et al.: A prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: part I: evaluation of clinical outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: 1565–1575; discussion E1387–1591
4. Chang KE, Pham MH, Hsieh PC: Adjacent segment disease requiring reoperation in cervical total disc arthroplasty: A literature review and update. *J Clin Neurosci* 2016; Nov 16. pii: S0967–5868 (16)30753–6. doi: 10.1016/j.jocn.2016.10.047. [Epub ahead of print]
5. Ding F, Jia Z, Zhao Z, Xie L, Gao X, Ma D, Liu M: Total disc replacement versus fusion for lumbar degenerative disc disease: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Eur Spine J* 2016; Jul 23. [Epub ahead of print]
6. Dmitriev AE, Cunningham BW, Hu N, Sell G, Vigna F, McAfee PC: Adjacent level intradiscal pressure and segmental kinematics following a cervical total disc arthroplasty: an in vitro human cadaveric model. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: 1165–1172
7. Fisahn C, Burgess B, Iwanaga J, Chapman JR, Oskouian RJ, Tubbs RS: Ulf Fernstrom (1915–1985) and his Contributions to the Development of Artificial Disc Replacements: A Historical Vignette. *World Neurosurg* 2016; World Neurosurg. 2016 Nov 5. pii: S1878–8750 (16)31136–6. doi: 10.1016/j.wneu.2016.10.135. [Epub ahead of print]
8. Gatt CJ, Jr, Hosea TM, Palumbo RC, and Zawadzky JP: Impact loading of the lumbar spine during football blocking. *Am J Sports Med* 1997; 25: 317–321
9. Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, Hsu WK, Dawson EG: Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A: 1497–1503
10. Gornet MF, Burkus JK, Dryer RF, Pelozza JH. Lumbar disc arthroplasty with Maverick disc versus stand-alone interbody fusion: a prospective, randomized, controlled, multicenter investigational device exemption trial. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011; 36: E1600–1611
11. Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M et al.: Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33: 1701–1707
12. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH: Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 519–528
13. Jacobs W, Van der Gaag NA, Tuschel A et al.: Total disc replacement for chronic back pain in the presence of disc degeneration. *Cochrane Database Syst Rev* CD008326, 2012
14. Kan SL, Yuan ZF, Ning GZ, Liu FF, Sun JC, Feng SQ: Cervical disc arthroplasty for symptomatic cervical disc disease: Traditional and Bayesian meta-analysis with trial sequential analysis. *Int J Surg* 2016; 35: 111–119
15. Mummaneni PV, Burkus JK, Haid RW, Traynelis VC, Zdeblick TA: Clinical and radiographic analysis of cervical disc arthroplasty compared with allograft fusion: a randomized controlled clinical trial. *J Neurosurg Spine* 2007; 6: 198–209
16. Mummaneni PV, Robinson JC, Haid RW Jr: Cervical arthroplasty with the PRESTIGE LP cervical disc. *Neurosurgery* 2007; 60: 310–314; discussion 314–315
17. Murrey D, Janssen M, Delamarter R et al.: Results of the prospective, randomized, controlled multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-C total disc replacement versus anterior discectomy and fusion for the treatment of 1-level symptomatic cervical disc disease. *Spine J* 2009; 9: 275–286
18. Nie H, Chen G, Wang X, Zeng J: Comparison of Total Disc Replacement with lumbar fusion: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Coll Physicians Surg Pak* 2015; 25: 60–67
19. Radcliff K, Coric D, Albert T: Five-year clinical results of cervical total disc replacement compared with anterior discectomy and fusion for treatment of 2-level symptomatic degenerative disc disease: a prospective, randomized, controlled, multicenter investigational device exemption clinical trial. *J Neurosurg Spine* 2016; 25: 213–224
20. Rao MJ, Cao SS: Artificial total disc replacement versus fusion for lumbar degenerative disc disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch*

- Orthop Trauma Surg 2014; 134: 149–158
21. Reinke A, Behr M, Preuss A, Villard J, Meyer B, Ringel F: Return to sports after cervical total disc replacement. *World Neurosurg*. 2017; 97: 241–246
 22. Ren X, Wang W, Chu T, Wang J, Li C, Ji-ang T: The intermediate clinical outcome and its limitations of Bryan cervical arthroplasty for treatment of cervical disc herniation. *J Spinal Disord Tech* 2011; 24: 221–229
 23. Sasso RC, Foulk DM, Hahn M: Prospective, randomized trial of metal-on-metal artificial lumbar disc replacement: initial results for treatment of discogenic pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33: 123–131
 24. Sekhon LH, Ball JR: Artificial cervical disc replacement: principles, types and techniques. *Neurol India* 2005; 53: 445–450
 25. Siepe CJ, Wiechert K, Khattab MF, Korge A, Mayer HM: Total lumbar disc replacement in athletes: clinical results, return to sport and athletic performance. *Eur Spine J* 2007; 16: 1001–1013
 26. van den Eerenbeemt KD, Ostelo RW, van Royen BJ, Peul WC, van Tulder MW: Total disc replacement surgery for symptomatic degenerative lumbar disc disease: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2010; 19: 1262–1280
 27. Wei J, Song Y, Sun L, Lv C: Comparison of artificial total disc replacement versus fusion for lumbar degenerative disc disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int Orthop* 2013; 37: 1315–1325
 28. Yajun W, Yue Z, Xiuxin H, Cui C: A meta-analysis of artificial total disc replacement versus fusion for lumbar degenerative disc disease. *Eur Spine J* 19: 1250–1261, 2010
 29. Zigler J, Delamarter R, Spivak JM et al.: Results of the prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential fusion for the treatment of 1-level degenerative disc disease. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007; 32: 1155–1162; discussion 1163

AKTUELLES / NEWS

Medien / Media

Personenschäden im Straßenverkehr

Castro, Becke, Nugel, C. H. Beck-Verlag, 2016, 873 Seiten, mit zahlreichen Abbildungen, Buch inkl. Online-Nutzung, ISBN 9783406695643, 159 Euro

Nach einem jahrzehntelangen konstanten Rückgang der Verletzten und Getöteten im Straßenverkehr zählte die Polizei im Jahr 2015 mit 2,5 Millionen Verkehrsunfällen eine Steigerung um 4,6 % auf deutschen Straßen. Darüber hinaus haben Unfälle und deren Folgen eine erhebliche sozioökonomische Bedeutung. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund ist die Analyse der Personenschäden im Straßenverkehr der Herausgeber Castro, Becke und Nugel zu sehen.

Der interdisziplinäre Ansatz begründet sich in den fundierten Kenntnissen der Herausgeber als Orthopäde (Prof. Castro), Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle (Dr. Becke) und Fachanwalt für Verkehrsrecht (Dr. Nugel).

Das über 800 Seiten umfassende Werk ist klar gegliedert, angefangen mit der Unfallstatistik, der Unfallanalyse, der Begutachtung von Personenschäden und rechtlichen Aspekten. Systematisch

werden im ersten Abschnitt die verschiedenen Unfallmechanismen in verschiedenen Konstellationen (PKW gegen PKW, Fahrrad gegen PKW ...) dargestellt, unter Berücksichtigung fahrzeug-

technischer Bedingungen analysiert und Lösungsansätze aufgezeigt. Zudem werden die Unfallszenarien an Hand von über 350 farbigen Abbildungen von Unfällen und Versuchsaufbauten plastisch erlebbar. Über den im Buch verfügbaren Freischaltcode erhält der Leser Zugriff auf 29 Videos. Die im zweiten Abschnitt diskutierte Begutachtung von Unfallfolgen stellt das Bindeglied zum dritten Kapitel dar, nämlich der rechtlichen Beurteilung.

Das vorliegende Werk „Personenschäden im Straßenverkehr“ ist insbesondere für jeden mit Unfallopfern konfrontierten Arzt von unschätzbarem Wert, für ein besseres Verständnis der Vorgänge vor Ort und dem zu erwartenden Verletzungsmuster. Zudem kann es bei der Erstellung von Gutachten eine große Hilfe für die Beurteilung von Unfallfolgen darstellen.

Sören Bachmann, Kassel

