

VÁLASZ PROF. DR. BÜKI ANDRÁS, AZ MTA DOKTORA OPPONENSI VÉLEMÉNYÉRE

Köszönöm Büki András Professzor Úr megtisztelő kritikus véleményét, megjegyzéseit, pozitív összegző értékelését, amelyben a dolgozatot nyilvános vitára és elfogadásra alkalmasnak tartotta.

A kérdésekre, illetve megjegyzésekre az alábbi válaszokat szeretném megfogalmazni:

1. Formai összegzés, általános összefoglalás

A célkitűzéseket az egyes fejezetek, elemzések után közli:

A dolgozatban az első és a második fejezet egymástól részben elkülönülő témakört felölelő fejezetrészeket tartalmaz. Az első fejezet önmagában is két jól meghatározott, különválasztott főbb részre tagolódik.

Véleményem szerint az alkalmazott műtéti eljárások sajátosságai és az osztályozási rendszer ismertetése indokolja, hogy a könnyebb áttekinthetőség érdekében a tárgyalásra kerülő két nagyobb fejezethez tartozó célkitűzéseket külön, az adott részhez illesztve mutassuk be. Valószínűleg lehetne másként is szerkeszteni, de így talán nem szükséges az olvasónak az elkülönülő témaköröknél visszalapozni.

Ezért az egyes fejezetekben az elkülönülő főbb témakörökhöz (három témakör) tartozó általános bevezetés ismertetését követően találhatóak a célkitűzések (három elkülönített részben).

Ennek megfelelően az I/I. alfejezetben a saját fejlesztésű és először vizsgált minimálisan invazív technikák általános bevezetése és irodalmi háttere után az I/I/2. alfejezetrészben, az I/II. alfejezetben a minimálisan invazív műtéti technikák új osztályozási rendszerének bevezetését követően az I/II/2. alfejezetrészben, illetve a II. fejezetben a csigolyák destrukcióját okozó egyes kórfolyamatok új idegsebészeti kezelésének lehetőségeinek bevezetése után a II/2. fejezetrészben kerülnek ismertetésre a célkitűzések.

Túl szellős bekezdések:

A szerkesztés során a jelentősebb mennyiségű képi dokumentáció, illetve táblázat megfelelő nagyítású beillesztése, valamint az a törekvés, hogy az illusztrálni kívánt mondanivaló és az illusztráció, vagy táblázat egymás közelében helyezkedjen el a tagolás során, kompromisszumokra kényszerített. Ennek eredménye a helyenkénti tágabb sorköz megjelenése. E mellett a számos műtétechnikát felölelő dolgozatban a követhetőség, illetve az áttekinthetőségre való törekvés is a jól elkülönített tagolás, illetve tördelés mellett szólt.

A két hosszán követett esettel kapcsolatban:

A két hosszán követett eset a dolgozatban a IV. Új innovatív fejlesztéseink az idegsebészet más területein és a további fejlesztések irányvonalai c. fejezetben szerepel. Műtéti megoldásokat mutatunk be annak jellemzésére, hogy az idegsebészetben a gerinc területén kívül is fontosnak tartjuk innovatív sebészeti technikák fejlesztését, valamint a gerinc területén további fejlesztési elképzeléseket, kipróbálás alatt álló technikákat ismertetünk. Ezen fejezetrész a dolgozatnak elsősorban bemutató célú fejezete.

A két egyedi sebészeti technikával operált eset mindegyikét nagyságrendileg 10 évig követtük nyomon a hosszútávú eredmények megítélésére. Véleményem szerint az esetbemutatásnak is lehet tudományos értéke, különösen ritka kórképek eseteiben, amennyiben jól dokumentáltan egyedi jellegzetességgel bír.

Az egyik bemutatott eset az idegsebészeti szakma egyik vezető amerikai kiadású lapjában jelent meg (Journal of Neurosurgery 2014;121(6):1492-1496), a benne található, a technikát bemutató ábra pedig a folyóirat címlapjára került. (2014;121(6) szám címlapján szerepel).

A másik esetet szakmai, nemzetközi, impact factorral rendelkező folyóiratban publikáltuk (J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg 2016;77(3):269-273, (Thieme Medical Publishers 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA.)

A dolgozatok fele magyar nyelvű:

Az értekezés alapjául szolgáló 20 közlemény közül 14 jelent meg angol nyelven (11 nemzetközi folyóiratban, 3 angol és 5 magyar nyelven magyar kiadású újságban, 1 magyar nyelven külföldi (erdélyi) lapban).

A kezdetektől fontos szempont volt a magyar nyelvű közlés, azzal a céllal, hogy – bár a tudomány nemzetközi nyelve az angol - a hazai és erdélyi idegsebészeti közösség, valamint a társszakmák anyanyelvükön is nyomon tudják követni az általunk alkalmazott módszereket, követett trendeket.

Innovatív eredményeink angol nyelven folyóiratokban kivétel nélkül megjelentek.

A bevezetés és irodalmi háttér alatt az irodalom nem kerül bemutatásra pl. I/I/9.1 fejezet:

Az I/I/9.1 fejezet a parasplit laminotómia kidolgozását és alkalmazását tartalmazza. Az alap koncepcionális konfliktus a korábban bemutatott split laminotómia kifejlesztése fejezetben (I/I/7.1) és az általános bevezetés és irodalmi háttér fejezetben (I/I/1.) került ismertetésre (laminectomy káros következményei irodalmi hivatkozásokkal 10-12.o. 42.o.), amelyek ebben az alfejezetben is rövid visszautalással ismertetésre kerülnek, a korábban hivatkozott irodalom ismételt

hivatkozását a szükségtelen ismétlés elkerülése végett nem alkalmazva (első bekezdés). A split laminotómia kifejlesztését követően annak sorozatban történő alkalmazása során került előtérbe az a probléma, amely miatt a parasplit technika, mint menekülési technika koncepcióját kialakítottuk. A split technológia saját fejlesztés, így az ebből fakadó közvetlen problémának nincs nemzetközi irodalmi háttere, így nem ismertethető. Ebben az esetben szerencsésebb lett volna az alfejezet címét árnyaltabban megfogalmazni.

Általánosságban az volt a törekvésünk, hogy az irodalmi hivatkozások számát csak a közvetlen megértéshez szükséges mértékben alkalmazzuk a dolgozat szükségtelen terjedelmi növelésének elkerülése végett. Az egyes technikák publikációja során az irodalom áttekintése természetesen kiterjedtebben szerepel a közleményekben (pl. az említett parasplit technikát bemutató közleményben 24 irodalmi hivatkozás szerepel, Padányi Cs, Vajda J, Banczerowski P. Para-split laminotomy: a rescue technique for split laminotomy approach in exploration of intramedullary midline located pathologies. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg 2014;75(4): 310-316.)

Nem derül ki a konfliktus a bevezetőből és irodalmi háttérből, hogy mit akarunk megoldani:

Igyekeztünk demonstrálni a bevezetőben az irodalmi adatokat áttekintve, hogy milyen problémát szeretnénk megoldani. Ugyanakkor a munka során döntően nem az irodalomban fellelhető esetleges hiányterületek, nem kellően megoldott problémák előzetes keresése és azok megoldása inspirálta fejlesztéseinket, hanem a mindennapi idegsebészeti, konkrét feladatok tudományos megoldási lehetőségei, és ezáltal a betegek életminőségének optimalizálási lehetőségei mutatták az irányt.

Betegeink műtétei során olyan hiányosságok körvonalazódtak, olyan anatómiai területek, biomechanikai problémák, kórfolyamatok kerültek látóterünkbe, amelyek minimálisan invazív szemléletű megközelítésére saját technológiákat kellett fejleszteni, vagy módosító fejlesztéseket alkalmazni. Elképzeléseinket ezzel egyidőben vagy ezt követően szintetizáltuk az irodalomban található adatokkal, követve azon elvet, hogy a kórfolyamatban részt nem vevő anatómiai struktúrák lehető legnagyobb mértékben való megőrzése teljesüljön.

Az előzőekben említetteknek megfelelően általánosságban az volt a törekvésünk, hogy az irodalmi adatok számát csak a közvetlen megértéshez szükséges mértékben alkalmazzuk. Az egyes technikák publikációja során az irodalom áttekintése természetesen kiterjedtebben szerepel a közleményekben (pl. a fejlesztett, illetve módosított technikáinkat és az osztályozási rendszert nemzetközi kontextusba helyező publikáció önmagában 134 irodalmi hivatkozást szintetizál: Banczerowski P, Czigléczy G, Papp Z, Veres R, Rappaport HZ, Vajda J. Minimally invasive spine surgery: systematic review. Neurosurgical Review 2015;38:11-26.).

Köszönöm Opponens úr azon véleményét, miszerint összességében a dolgozat jól követhető, elfogadom azt, hogy talán célszerűbb lett volna mélyebben involválni a cikkekben is ismertetett, szélesebb merítésű irodalmat is, hogy a munkánk tartalmi összefüggése az irodalmi környezettel még könnyebben áttekinthetővé váljon.

A megbeszélés hiányos pl. II/4.4 fejezet:

A nemzetközi irodalommal való összevetés külön nem került kiemelésre, mivel a technológia szakmai körökben általánosan ismert, az általunk ismertetett magyarországi tapasztalatok hasonlóak a nemzetközi irodalomban foglaltakkal. A figyelmet elsősorban arra kívántuk felhívni, hogy a magas átlagéletkor, a gyakran már meglévő súlyos belszervi alapbetegségek, a beavatkozás kockázata, a nehéz és hosszú rehabilitálhatóság miatt a műtéti javallat felállítása kellő mérlegelést tesz szükségessé. Így indikációs kört és javaslatot határoztunk meg az alkalmazhatóságot illetően, amelyet ajánlásként megfogalmaztunk.

Az említett fejezet megbeszéléséhez az alábbi kiegészítést szeretném tenni:

Az osteoporoticus kompressziós csigolyatörések kezelésében PMMA-augmentált transpedicularis csavaros rögzítéssel szerzett tapasztalataink, illetve eredményeink megegyeznek a szakirodalomban leírt alapelvekkel és megfigyelésekkel (2,3,8,14). A két alapvető probléma a csontszerkezet meggyengülése miatti fokozott implantatum-elégtelenség (cage besüllyedés, zárólemez-beroppanás, csavarkilazulás) veszélye (2,7,11), valamint a betegek általános állapota, mivel betegek túlnyomó része az idősebb, sokszor rosszabb állapotú, számos belszervi társbetegségben szenvedő és ebből kifolyólag magas perioperatív rizikójú populációból kerül ki (4).

Ennek következtében kettős törekvés jellemzi a műtéti megoldások célkitűzéseit: egyrészt a műtéti terhelés és perioperatív rizikó minimalizálása érdekében minél kevésbé destruktív, lehető legkisebb, legkevesebb involvált szegmentummal járó feltárások keresése, másrészt a gyenge csontszerkezet miatt a lehető legnagyobb szilárdságú és tartósságú rögzítés, illetve a - súlyos porosis esetén nem mindig elérhető - csontos fúzió biztosítása (10,13,15). A két célkitűzés sajnos némiképp ellentétes megfontolásokat és megközelítéseket tesz szükségessé, az viszont egyértelmű, hogy a PMMA kiegészítő alkalmazása, - mind a törések ellátásában, mind a csavarok augmentációjában - elengedhetetlen a megfelelő eredmények eléréséhez (1,10,14).

Saját betegeinknél, illetve jelen cikkünkben a poroticus törések közül is a legsúlyosabb eseteket vizsgáltuk, amelyeknél törés, illetve instabilitás következtében kifejezett vagy progresszív neurológiai tünetegyüttes alakult ki, amely a rögzítésen, stabilizáláson kívül a neurális elemek direkt műtéti dekompresszióját is szükségessé teszi. Ezen esetekben az elméletileg legkisebb invazivitású percután transpedicularis-kanülált csavaros technika (4,13) – a dekompresszió, illetve direkt feltárás szükségessége folytán - nem bizonyul önmagában elégséges megoldásnak.

A transpediculáris csavar augmentációjának elvileg lehetséges három különböző módja közül, - amelyek az irodalmi adatok alapján hozzávetőlegesen azonos erősségű csavarrögzítést eredményeznek (3,16) - mindhárom technikát (1. kanülált csavaron keresztül történő feltöltés, 2. a csavar előkészített járatába történő PMMA-injektálás utáni szolid csavarbehelyezés, 3. a „hagyományos” szolid transpediculáris csavarozást követő csigolyatestfeltöltés, a csavar körbeöntésével (5,9)) alkalmaztuk, míg az utóbbi időben egyre inkább a csavarok, illetve a csigolyatest utólagos, PMMA-val történő „cementezését” találtuk a legcélszerűbb megoldásnak.

Ennek előnyei: 1. Lerövidíti a narcosis, illetve a nyitott seb mellett történő sebészeti tevékenység idejét, a kellő konzisztenciájú PMMA elkészítését, óvatos, fokozatos adagolását, ami gyakran időigényes, különösen nagyobb számú csavar esetén.

2. Az előfúrt csavarjáraton keresztül beadott PMMA a csont corticálisának esetleges sérülése esetén könnyen penetrál a canalis spinalis vagy foramen felé, akár a befecskendezés során, akár a csavar bevezetése közben (3,6). A beadható cemex mennyisége is gyakran csekély mennyiségű, nem biztosít kellő csavarrögzítést.

3. A primer műtét után másodlagosan elvégzett csigolyafeltöltés esetén – akár lokál anaesthesia mellett - nyugodt körülmények között elvégezhető a csavarozott és/ vagy összeroppant csigolyatestek feltöltése, szükség esetén akár az egész corpus involválóan, ami jelentős szilárdságot biztosíthat (1,5,9). Az irodalom alapján a csavarok tartószilárdsága legalább 3 ml PMMA alkalmazása esetén a legnagyobb (16).

Intézetünkben a Neurointervenciók Laboratórium RTG-képerősítőinek mérete és felbontása lényegesen meghaladja a műtőben használt készülékek paramétereit, így sokkal nagyobb biztonsággal, kisebb szövödményrátával végezhető el az augmentálás (6). Az ily módon, külön második lépésben történt „utóaugmentálások” során újabb beavatkozást vagy neurológiai romlást okozó szövödményt, illetve a későbbiekben csavarkilazulást/törést eddig nem észleltünk.

Kísérleti tanulmányok megfigyelése szerint a szolid csavar köré injektált PMMA ugyanakkora (3,16) (illetve egyes közlemények megállapítása szerint nagyobb (1,12)) rögzítőszilárdsággal bír, mint a kanülált csavarok feltöltése esetén. A csavarfelszín-PMMA közti kötés erőssége meghaladja a PMMA-csont között fennállóét, így forszírozott, extrém mértékű terhelésnél a csavar a PMMA-val együtt szakad ki a csigolya corpusából (12), ezért a minél nagyobb arányú csigolyatestfeltöltés megelőzi a későbbi esetleges csavarkimozdulást.

Eredményeink, megfigyeléseink megegyeznek a szakirodalmi adatokkal, amelyek alapján a transpedicularis csavarok percutan augmentációja kellő biztonsággal és jó hatásfokkal végezhető technikának tartható osteoporosis vagy

egyéb etiológia (pl. tumor) miatt meggyengült csontszerkezetű betegek stabilizációs műtétei során (2,3,4,8,10). A szakirodalomban közölt tanulmányok és saját tapasztalataink alapján megállapíthatjuk, hogy a megfelelően elvégzett augmentáció után a csavarkilazulás/törés valószínűsége elfogadható mértékben alacsony. Szintén egyetértés mutatkozik abban, hogy ezen, többnyire idős és rossz belszervi állapotú betegek esetén rendkívül fontos az átgondolt műtéti terv kialakítása, a lehető legkisebb mértékű invazivitás szem előtt tartása, valamint a gondos betegszelekció, az utókezelés valamint a szövődményi lehetőségek megelőzése.

Irodalom:

1. Burval DJ, McLain RF, Milks R, Inceoglu S. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 May 1;32(10):1077-83.
2. Weiser L, Huber G, Sellenschloh K, Viezens L, Püschel K, Morlock MM, Lehmann W. Insufficient stability of pedicle screws in osteoporotic vertebrae: biomechanical correlation of bone mineral density and pedicle screw fixation strength. *Eur Spine J*. 2017 Apr 8. doi: 10.1007/s00586-017-5091-x.
3. Elder BD, Lo SF, Holmes C, Goodwin CR, Kosztowski TA, Lina IA, Locke JE, Witham TF. The biomechanics of pedicle screw augmentation with cement. *Spine J*. 2015 Jun 1;15(6):1432-45.
4. Pesenti S, Graillon T, Mansouri N, Adetchessi T, Tropiano P, Blondel B, Fuentes S. Use of pedicle percutaneous cemented screws in the management of patients with poor bone stock. *Neurochirurgie*. 2016 Dec;62(6):306-311.
5. Yun DJ, Hwang BW, Oh HS, Kim JS, Jeon SH, Lee SH. Salvage Percutaneous Vertebral Augmentation Using Polymethyl Methacrylate in Patients with Failed Interbody Fusion. *World Neurosurg*. 2016 Nov;95:618.e13-618.e20. doi: 10.1016/j.wneu.2016.08.036. Epub 2016 Aug 18.
6. Hoppe S, Wangler S, Aghayev E, Gantenbein B, Boger A, Benneker LM. Reduction of cement leakage by sequential PMMA application in a vertebroplasty model. *Eur Spine J*. 2016 Nov;25(11):3450-3455.
7. Oh KW, Lee JH, Lee JH, Lee DY, Shim HJ. The Correlation Between Cage Subsidence, Bone Mineral Density, and Clinical Results in Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Clin Spine Surg*. 2016 Jun 28. [Epub ahead of print]
8. Girardo M, Cinnella P, Gargiulo G, Viglierchio P, Rava A, Aleotti S. Surgical treatment of osteoporotic thoraco-lumbar compressive fractures: the use of pedicle screw with augmentation PMMA. *Eur Spine J*. 2017 Mar 21. doi: 10.1007/s00586-017-5037-3. [Epub ahead of print]

9. Schmoelz W, Heinrichs CH, Schmidt S, Piñera AR, Tome-Bermejo F, Duarte JM, Bauer M, Galovich LÁ. Timing of PMMA cement application for pedicle screw augmentation affects screw anchorage. *Eur Spine J*. 2017 Apr 3. doi: 10.1007/s00586-017-5053-3. [Epub ahead of print]

10. Uchida K, Nakajima H, Yayama T, Miyazaki T, Hirai T, Kobayashi S, Chen K, Guerrero AR, Baba H. Vertebroplasty-augmented short-segment posterior fixation of osteoporotic vertebral collapse with neurological deficit in the thoracolumbar spine: comparisons with posterior surgery without vertebroplasty and anterior surgery. *J Neurosurg Spine*. 2010 Nov;13(5):612-21.

11. Peter M. Formby, Daniel G. Kang, Melvin D Helgeson, Scott C. Wagner: Clinical and Radiographic Outcomes of Transforaminal Lumbar Interbody Fusion in Patients with Osteoporosis *Global Spine J* 2016;6:660–664.

12. Lih-Huei Chen, Ching-Lung Tai, De-Mei Lee, Po-Liang Lai, Yen-Chen Lee, Chi-Chien Niu, Wen-Jer Chen: Pullout strength of pedicle screws with cement augmentation in severe osteoporosis: A comparative study between cannulated screws with cement injection and solid screws with cement pre-filling *BMC Musculoskeletal Disorders* 2011, 12:33.

13. Pesenti S, Blondel B, Peltier E, Adetchessi T, Dufour H, Fuentes S. Percutaneous cement-augmented screws fixation in the fractures of the aging spine: is it the solution? *Biomed Res Int*. 2014;2014:610675. doi: 10.1155/2014/610675. Epub 2014 Feb 20.

14. Shea TM, Laun J, Gonzalez-Blohm SA, Doulgeris JJ, Lee WE, Aghayev K, Vrionis FD. Designs and techniques that improve the pullout strength of pedicle screws in osteoporotic vertebrae: current status. *Biomed Res Int*. 2014;2014:748393. doi: 10.1155/2014/748393. Epub 2014 Mar 3.

15. Eschler A, Roepenack P, Roesner J, Herlyn PK, Martin H, Reichel M, Rotter R, Vollmar B, Mittlmeier T, Gradl G. Cementless Titanium Mesh Fixation of Osteoporotic Burst Fractures of the Lumbar Spine Leads to Bony Healing: Results of an Experimental Sheep Model. *Biomed Res Int*. 2016;2016:4094161. doi: 10.1155/2016/4094161. Epub 2016 Feb 25.

16. Leichtle CI, Lorenz A, Rothstock S, Happel J, Walter F, Shiozawa T, Leichtle UG. Pull-out strength of cemented solid versus fenestrated pedicle screws in osteoporotic vertebrae. *Bone Joint Res*. 2016 Sep;5(9):419-26.

VAS skála kvantitatív eredményeket nem mutat be, összevetés hagyományos műtéti technikával. Más skálák, vérvesztés, műtét hosszának mérése:

Az over the top technikát elemző cikkben az eredmények értékelése alapvetően kvalitatív csoportok alapján történt. Az értékelés módjának alapját az eredeti közlemény (Spetzger U, Bertalanffy H, Reinges MH, Gilsbach JM: Unilateral

laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. *Acta Neurochir (Wien)* 139:397–403, 1997.) határozta meg. Spetzger és mtsai a közleményben részletesen ismertetik az újonnan kifejlesztett technika részleteit és eredményeik értékelésére a 4 kategóriát tartalmazó funkcionális rendszert használják, amely a beteg panaszainak klinikai megjelenésén alapul.

A beteg elégedettségének mérését a hasonló technikát alkalmazó Bradley és mtsai (Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA: Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis. *Spine* 24:2268–2272, 1999.) által jegyzett közleményben megjelent alapján végeztük.

Esetünkben az értékelés alapját (elismerve, hogy alapvetően kvalitatív rendszerről van szó) ezen vizsgálati módszerek képezték, azzal a célzattal, hogy eredményeink abban az időszakban a nemzetközi adatokkal összehasonlíthatóak legyenek, valamint az eredeti technika kifejlesztőihez hasonlóan, azzal összevethetően mutathassuk be a technika hatékonyságát a magyar szakemberek számára is.

A daganatos kórfolyamatok eltávolítási eseteit vizsgáló közleményekben a beteg posztoperatív állapotát elsősorban a daganat eltávolítása során alkalmazott technika és nem a feltárás határozta meg. Ennek megfelelően egyes esetekben a neurológiai állapotváltozást, más esetekben a funkcionális állapotot leíró és számszerűsítő skálát alkalmaztunk. Ennek kapcsán került vizsgálatra például a split-laminotomia, parasplit laminotomia, archbone technika és egyéb spacerek értékelése során a funkcionális státusz (McCormick beosztás, McCormick PC, Torres R, Post KD, Stein BM. Intramedullary ependymoma of the spinal cord. *J Neurosurg* 1990;72:523-532.), átlagos műtéti idő és a vérvesztés vizsgálata.

Egyes esetekben a VAS skálát alkalmaztuk a feltárással kapcsolatos fájdalomszintek meghatározására, bizonyos esetekben az alkalmazott fájdalomcsillapító gyógyszeres kezelés mennyiségét obszerváltuk.

„A gerinccsatornából a neuroforamenbe terjedő tumorok eltávolításának új minimál invazív sebészi lehetőségei” című közleményben a 16 hemi-semi laminectomiával és „szupraforaminális fűrt lyuk” vagy „nyitott csatorna technikával” operált beteg és a kontroll csoportként vizsgált 16 teljes laminectomián átesett beteg posztoperatív fájdalmait hasonlítottuk össze felhasználva az ún. VAS skálát. A 19. ábrán látható satírozott területek a 10 percentilis érték feletti és a 90 percentilis érték alatti tartományt jelölik a kombinált hemi-semi laminectomia és a teljes laminectomia esetén a posztoperatív fájdalomra vonatkozóan. Felhasználva a Mann-Whitney U tesztet 5%-os szignifikanciaszint mellett statisztikailag szignifikáns különbség igazolódott a vizsgált csoportok között ($p < 0,05$). A medián érték a kombinált hemi-semi laminectomia esetén 2,5, teljes laminectomia esetén 4,1 lett, míg az átlagérték előbbi eljárásnál 2,7, a kontroll csoport esetében 4,2 lett. A kapott eredményeket mind a két csoport esetében egymintás t-próbának vetettük alá, melyben 1%-os szignifikanciaszint ($p < 0,01$) mellett igazoltuk, hogy a fájdalom csökkenésének mértéke statisztikailag szignifikánsnak tekinthető. A vizsgált csoportnál a fájdalom

átlagosan 6,5-ről 2,7-re ($p<0,01$), a kontroll csoportnál az átlagérték 6,2-ről 4,2-re csökkent ($p<0,01$) a posztoperatív időszakban.

A „Treatment of C-2 metastatic tumors with intraoperative transoral or transpedicular vertebroplasty and occipitocervical posterior fixation” című cikkben igazodva az irodalmi trendek változásához a VAS skála alapján próbáltuk kvantitatívan értékelni posztoperatív eredményeinket a preoperatívakhoz viszonyítva. Az általunk operált 5 beteg esetében a pre- és posztoperatív fájdalmakat a VAS skála használatával követtük nyomon. A preoperatív fájdalom átlagértéke 7, a posztoperatív 3,5 lett ($p<0,01$). A kapott adatokat egymintás t-próbának vetettük alá, melyben 1%-os szignifikanciaszint ($p<0,01$) mellett megállapítottuk, hogy a fájdalom csökkenésének mértéke statisztikailag szignifikánsnak tekinthető.

Véleményünk a bírálattal tehát összességében összhangban van, miszerint az eredmények értékeléséhez kvantitatív eredmények is szükségesek. A dolgozatban feltüntetett cikkek célja azonban főleg az új technikák ismertetése volt mind a nemzetközi, mind a magyar szakmai közösség számára, a technikák kezdeti eredményeinek bemutatása mellett. A kezdeti, részben kvalitatív, részben kvantitatív, illetve a betegek által nyújtott szubjektív eredmények után a további vizsgálatok, értékelések a jövőben a prospektív kvantitatív mérésekre is ki fognak terjedni a minimálisan invazív technikák hosszú távú és átfogó értékelése során.

2. Részletes megjegyzések kérdések

Gerinccsigolya helyett csigolya:

Opponens úr véleményét elfogadva a csigolya megnevezés is elégséges lenne.

2. ábra preoperatív képe:

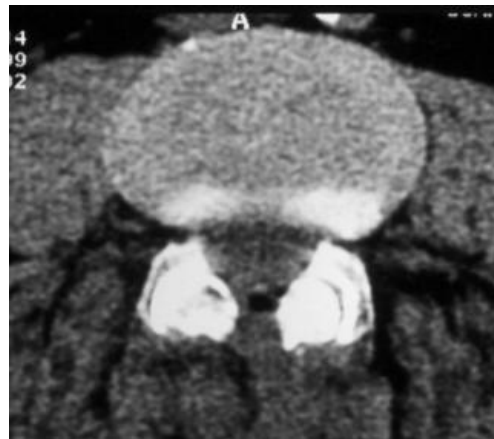
Az ábra egy korábbi, kronológiai sorrendben idetartozó az ún. undercutting (alávésés) technológiát ábrázolja, amely azt hivatott bemutatni, hogy a korábbi kiterjedtebb csontelvétel (mint a hagyományos széles laminectomia során), főleg a kisízületek tekintetében számottevően mérsékeltebb.

Ezen technológia nem tartozik az általunk vizsgált technikák közé, csak mint az irodalmi áttekintés és a technikák kronológiai fejlődésének egyik állomása, annak képi demonstrációjaként szerepel, nem hivatott a dekompreszió mértékének illusztrálására.

Kiegészítésként a preoperatív és posztoperatív CT képek az alábbiakban láthatóak, a dekompreszió mértékének megítélhetőségét bemutatva:



Preoperatív CT



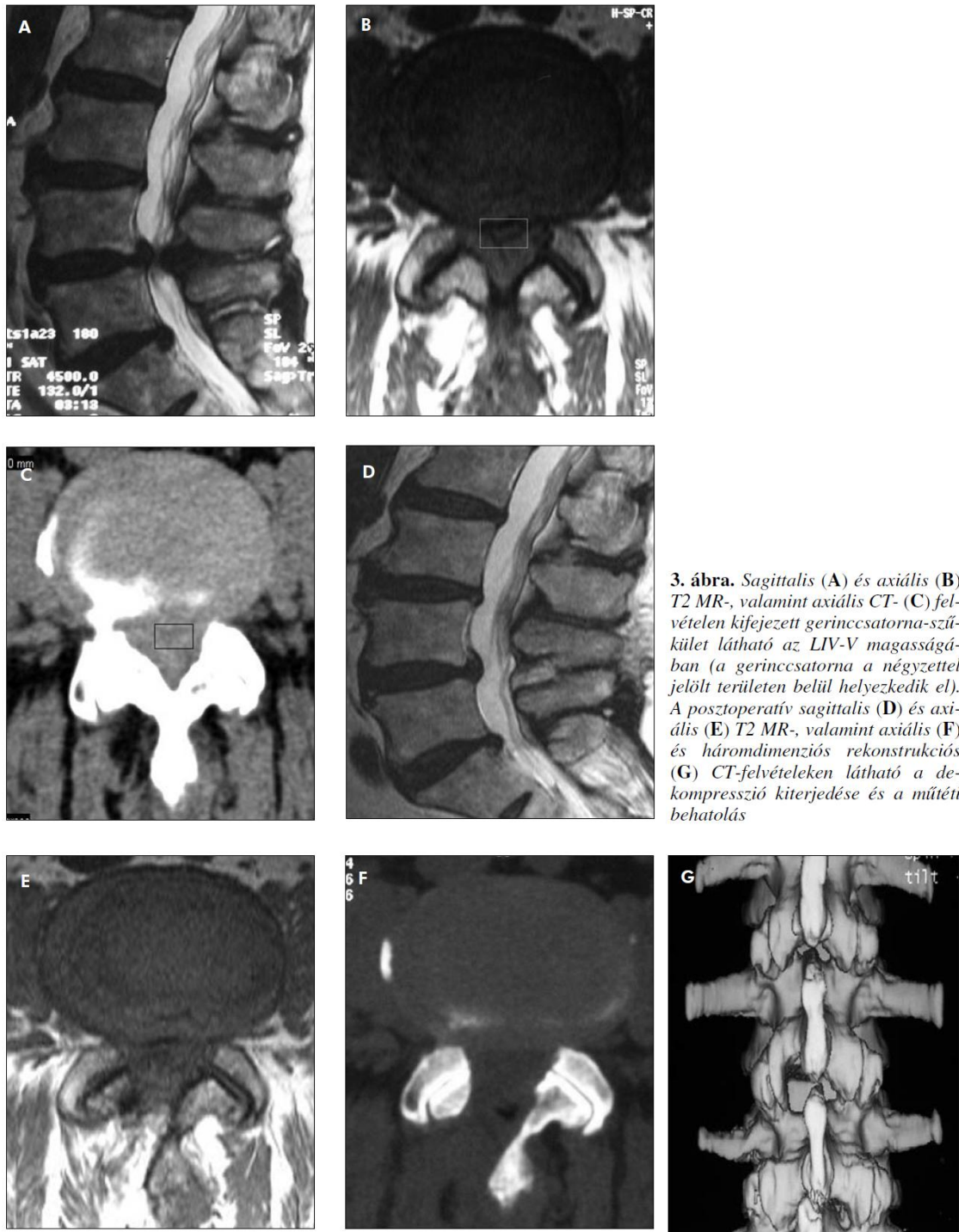
Posztoperatív CT

A 3. ábra posztoperatív CT képe hiányzik:

A további képek a terjedellemmel, túlzott mennyiségű képi anyaggal való takarékosabb bánásmód miatt nem kerültek megjelenítésre.

Kiegészítésként az ábraanyag az alábbiakban található ((Banczerowski P, Lipóth L, Veres R.: A gerinccsatorna kétoldali „over the top” rekalibrációja féloldali feltáráson keresztül degeneratív háti és ágyéki gerinccsatorna szűkület esetén. (Bilateral “over the top” decompression through unilateral laminotomy for lumbar and thoracic spinal canal stenosis.) Clin Neurosci/Ideggy Szle 2007;60(11-12):467-473., “Legjobb közlemény 2007” elismerés (Clinical Neuroscience/Ideggyógyászati Szemle Szerkesztőbizottsága) Clin Neurosci/Ideggy Szle 2008;61(3-4):105, a 3. ábra a 470.o. található a közleményben)).

A CT képeken a technika részleteiben is megismerhető.



Thomé szerint rosszabb kimenetelű az „over the top” technika a kétoldali feltárásnál, van-e összehasonlítás hogy mennyivel rosszabb a hagyományos technikákhoz képest?

Az irodalom ebben a kérdésben nem egységes.

Thomé és munkatársai egy másik review közleményükben abban az esetben részesítik előnyben a bilaterális módszert, amikor tipikus bilaterális stenosis

tünetegyüttese áll fenn. Amennyiben féloldali tünetek dominálnak vagy laterális stenosis áll fenn, a féloldalról végzett módszert alkalmazzák.

Thomé C, Börm W, Meyer F.: Degenerative Lumbar Spinal Stenosis, Dtsch Arztebl Int 2008; 105(20): 373–9 DOI: 10.3238/arztebl.2008.0373

Thomé megállapításával szemben más szerzők előnyösebb eredményről számolnak be a féloldali feltárást illetően:

Hong és mtsai szerint mindkét technikával elégséges dekompresszió érhető el kiváló fájdalomcsillapító effektussal. A féloldali laminotomia rövidebb műtési időt igényel és kevesebb vérvesztéssel jár. Radiológiaiilag az unilaterális feltárást követően a műtét után kevesebb transzlációs mozgás indukálódik a gerincben mint a kétoldali feltárást követően, így a műtét utáni gerincinstabilitás kialakulásának esélye kisebb lehet.

Hong SW, Choi KY, Ahn Y, Baek OK, Wang JC, Lee SH, Lee HY. A comparison of unilateral and bilateral laminotomies for decompression of L4-L5 spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 2011 Feb 1;36(3):E172-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181db998c

Más szerzők hasonló eredményről számolnak be a féloldali és a kétoldali feltárást illetően:

Dalgic és mtsai szerint mindkét technika - a féloldali feltárást kétoldali dekompresszióval és a kétoldali feltárást kétoldali dekompresszióval - minimálisan invazívnak tekinthető, megfelelő és biztonságos eljárás kitűnő prognózissal. Mindazonáltal a kétoldalról végzett dekompresszióval a durazsák nagyobb expansióját lehet elérni, ugyanakkor a VAS értéke és durazsák expansiója között statisztikai korreláció nem volt, mint ahogy a VAS skála értéke és a féloldali vagy kétoldali csoport között sem.

Dalgic A, Uckun O, Ergungor MF, Okay O, Daglioglu E, Hatipoglu G, Pasaoglu L, Caglar YS. Comparison of unilateral hemilaminotomy and bilateral hemilaminotomy according to dural sac area in lumbar spinal stenosis. Minim Invasive Neurosurg. 2010 Apr;53(2):60-4. doi: 10.1055/s-0029-1246147. Epub 2010 Jun 14.

Nakanishi és mtsai szerint 7 éves nyomonkövetés alapján a klinikai és a radiológiai paraméterek szignifikánsan nem különböztek a két csoport között lumbális degeneratív spondylolisthesis sebészeti megoldása során. Egyik technika sem növelte a dinamikus %-os csigolyacsúszást és kedvező középtávú klinikai eredményt lehetett elérni.

Nakanishi K, Tanaka N, Fujimoto Y, Okuda T, Kamei N, Nakamae T, Izumi B, Ohta R, Fujioka Y, Ochi M. Medium-term clinical results of microsurgical lumbar flavectomy that preserves facet joints in cases of lumbar degenerative spondylolisthesis: comparison of bilateral laminotomy with bilateral decompression by a unilateral approach. J Spinal Disord Tech. 2013 Oct;26(7):351-8. doi: 10.1097/BSD.0b013e318247f1fd.

Más szerzők szerint az unilaterális technikával kedvező eredmények érhetőek el:

Spetzger és mtsai szerint a neurológiai claudicatio tekintetében 93%-ban mutatott kifejezett javulást a járótavolságban. 18 hónapos nyomonkövetés során a betegek 28%-a volt fájdalommentes, 60% jó kimenetelt mutatott közepes reziduális fájdalommal és normális munkaképességgel, 12 %-a elfogadható kimenetelt változatlan derékfájdalommal és határozottan javult munkaképességgel.

Spetzger U, Bertalanffy H, Reinges MH, Gilsbach JM: Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. *Acta Neurochir (Wien)* 139:397–403, 1997.

Weiner és munkatársai prospektív analízise során 87%-ban talált jó kimenetelt, magas betegelégedettséget a féloldalról végzett kétoldali dekompresszió során.

Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA: Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis. *Spine* 24:2268–2272, 1999.

Oertel és mtsai szerint 5.6 éves nyomonkövetés során a féloldalról végzett kétoldali dekompressziót 85.3%-ban megfelelőnek vagy kitűnő eredményűnek találta. A technika alkalmazásával jó és hosszú távon hatásos eredmény érhető el a degeneratív gerinccsatorna szűkület kezelésében.

Oertel MF, Ryang YM, Korinth MC, Gilsbach JM, Rohde V. Long-term results of microsurgical treatment of lumbar spinal stenosis by unilateral laminotomy for bilateral decompression. *Neurosurgery*. 2006 Dec;59(6):1264-9; discussion 1269-70.

Az irodalomban számos összehasonlítás szerepel ebben a témakörben – döntő többségében meggyőzően jó eredménnyel - így újabb hasonló jellegű felmérést nem terveztünk, a betegek funkcionális állapotát, illetve saját állapotuk megítélését mértük fel. A követés során a betegek mintegy 76%-ánál a radikuláris tünet és a neurogén claudicatio megszűnt, a fennmaradó 24% esetében ezen tünetek javulása volt észlelhető. Véleményünk és tapasztalatunk szerint a technika eredményesnek tekinthető.

A kérdés megválaszolása attól is függ, hogy mi tekinthető a kérdésben szereplő „hagyományos” technikának?

Irodalmi adatok szerint a degeneratív gerinccsatorna szűkülettel járó kórképekben a meta-analízis eredménye szerint a laminectomiával beavatkozás csak az esetek mintegy 64%-ában sikeres (Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R. Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine* 1992;17:1-8.) Több tanulmány született arra vonatkozólag, hogy a rögzítéssel járó műtétek eredménye emelkedő gyakoriságuk ellenére nem haladja meg egyértelműen a rögzítés nélküli dekompresszióét (laminectomia) (Lipson SJ. Spinal-fusion surgery - advances and concerns. *N Engl J Med* 2004; 350:643-644.)

Overdevest metaanalízise szerint: A féloldali laminotomián keresztüli kétoldali dekompreszió, a bilaterális laminotomia, valamint a split spinosus process laminotomia (nem azonos az anyagunkban szereplő split laminotomiával) szisztematikus irodalmi áttekintése gyenge vagy nagyon gyenge bizonyítékokat szolgáltat arra vonatkozólag, hogy a várható felépülés, az alsóvégtagi fájdalom javulása és a funkcionális eredmények jobbak-e a hagyományos laminectomiához viszonyítva. Mindezek miatt további vizsgálatok szükségesek annak megítélés céljából, hogy mely technikák lehetnek biztonságos és hatékony alternatívái a hagyományos laminectomiának. Nincsenek egyértelmű bizonyítékok arra vonatkozólag sem, hogy az említett technikák jobb eredményeket biztosítanak a iatrogén instabilitás és a postoperatív hátfájdalom incidenciájában, tekintve, hogy az eredményeket közlő cikkekben gyenge módszertani és mérési eredmények szerepelnek.

Overdevest G, Vleggeert-Lankamp C, Jacobs W, Thomé C, Gunzburg R4, Peul W. Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis. Eur Spine J. 2015 Oct;24(10):2244-63. doi: 10.1007/s00586-015-4098-4. Epub 2015 Jul 17.

Nem érdemesebb-e kétoldali laminotomiát végezni?

Mindkét technika elfogadható, az előző kérdés során említett irodalmi hivatkozások hasonló eredményeket igazoltak mindkét technika alkalmazása során.

Hong és mtsai a féloldali feltárást helyezik előtérbe, amely szerint mindkét technikával elégséges dekompreszió érhető el kiváló fájdalomcsillapító effektussal. A féloldali laminotomia rövidebb műteti időt igényel és kevesebb vérveszteséggel jár. Radiológiailag az unilaterális feltárást követően a műtét után kevesebb transzlációs mozgás indukálódik a gerincben mint a kétoldali feltárást követően, így a műtét utáni gerincinstabilitás kialakulásának esélye kisebb lehet.

Hong SW, Choi KY, Ahn Y, Baek OK, Wang JC, Lee SH, Lee HY. A comparison of unilateral and bilateral laminotomies for decompression of L4-L5 spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 2011 Feb 1;36(3):E172-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181db998c

Thomé és munkatársai a bilaterális módszert tartják előnyösebbnek.

Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bätzner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. Neurosurg Spine. 2005 Aug;3(2):129-41.

Thomé és munkatársai ugyanakkor review közleményük konklúziójában alapvetően sebészi döntésnek tartják a megfelelő technika kiválasztását a beteg individuális állapotának megfelelően.

Thomé C, Börm W, Meyer F.: Degenerative Lumbar Spinal Stenosis, Dtsch Arztebl Int 2008; 105(20): 373–9 DOI: 10.3238/arztebl.2008.0373

Megítélésem szerint a bilaterális megközelítés könnyebb technikai kivitelezése az unilaterális módszer ellenoldali izomleválasztás megtakarításával áll szemben, a dura könnyen eltartható, így az ellenoldalon történő manipuláció általában nem okoz nehézséget, ennek megfelelően gyakorlatunk és az Országos Intézet gyakorlata ezt a módszert követi. A féloldali feltárás időben rövidebb megfelelő gyakorlat mellett, a technika biztonságosságát illetően nem áll rendelkezésre negatív tapasztalat, gyakorlott kézben. A szövődmény ráta alacsonynak tekinthető saját tapasztalatunk alapján (60 feltárásból 3 durasérülés (ebből egy esetben csontos szalagos konglomerátum jelenléte), 51 betegből 1 sebfertőzés alakult ki).

Instabilitást hogyan vizsgálták?

Az instabilitást oldal funkcionális ágyéki gerinc RTG vizsgálattal vizsgáltuk. Ez megfelel az irodalomban általánosságban használt módszernek.

Thomé C, Börm W, Meyer F.: Degenerative Lumbar Spinal Stenosis, Dtsch Arztebl Int 2008; 105(20): 373–9 DOI: 10.3238/arztebl.2008.0373

Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology. 2007 Oct;245(1):62-77.

Milyen módszereket és definíciókat ajánl az instabilitás megítélésére?

Guillot megközelítése szerint olyan állapot, amikor a csigolyák nem képesek az egymás közötti kapcsolatot fenntartani és a fiziológiás mozgások vagy terhelés folyamán egymáshoz képest elmozdulnak.

Guillot M, Fournier J, Vanneuville G, et al. Mechanics of the characteristic geometry of the human spine undergoing vertical pressure. Rev Rhum Mal Osteoartic 1988;55:351–359.

Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology. 2007 Oct;245(1):62-77.

Biomechanikai megközelítésben a mozgásszegmentum merevségének hiánya, aminek eredményeképpen terhelő erő hatására abnormálisan nagy mozgások jelennek meg. Más szavakkal, a gerinc mozgási szegmentumának abnormális válasza, mozgása normál terhelésre.

Pope MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability. Spine 1985;10:255– 256.
Frymoyer JW, Selby DK. Segmental instability: rationale for treatment. Spine 1985;10:280– 286.

Vizsgálata:

Klinikai panaszként felveti az instabilitás gyanút a terhelésre megjelenő, illetve fokozódó fájdalommal járó panaszok jelenléte, amelyek fekvé, pihenéskor megszűnnek, vagy jelentősen enyhülnek.

A mindennapi klinikai gyakorlatban elsősorban a funkcionális RTG végzése terjedt el szélesebb körben.

Instabilitás kritérium:

10 foknál nagyobb sagittális rotáció, 4mm-nél nagyobb sagittális transzláció

Boden SD, Wiesel SW. Lumbosacral segmental motion in normal individuals: have we been measuring instability properly? Spine 1990;15:571–576.

Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology. 2007 Oct;245(1):62-77.

Anterior transzláció >8% (L1-2 - L4-5) vagy >6% (L5-S1) a csigolya teljes szélességéhez viszonyítva, poszterior transzláció >9% (L1-S1), továbbá a nyílásszög flexió során >-9 fok (L1-5) vagy >1 fok (L5-S1)

Yone K, Sakou T. Usefulness of Posner's definition of spinal instability for selection of surgical treatment for lumbar spinal stenosis. J Spinal Disord 1999;12:40 – 44.

Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology. 2007 Oct;245(1):62-77.

Egyéb strukturális elváltozások jelei RTG képalkotó felvételeken is szólhatnak instabilitás mellett:

vákum-jelenség

Knuttson F. The instability associated with disc degeneration in the lumbar spine. Acta Radiol 1944;25:593– 609.

„traction spurs” vagy osteophyták

Pate D, Goobar J, Resnick D, Haghighi P, Sartoris DJ, Pathria MN. Traction osteophytes of the lumbar spine: radiographicpathologic correlation. Radiology. 1988 Mar;166(3):843-6.

Irja a funkcionális RTG vizsgálat végzését, milyen kritériumok alapján határozták meg az instabilitást?

Instabilitás kritérium:

10 foknál nagyobb sagittális rotáció, 4mm-nél nagyobb sagittális transzláció

Anterior transzláció >8% (L1-2 - L4-5) vagy >6% (L5-S1) a csigolya teljes szélességéhez viszonyítva, poszterior transzláció >9% (L1-S1), továbbá a nyílásszög flexió során >-9 fok (L1-5) vagy >1 fok (L5-S1)

Az ellenoldal a másik oldalról nézve jobban dekomprimálható? Tettek-e kísérletet, hogy elkülönítsék a dekompreszió nagyságát az oldalak között?

Saját tapasztalatunk és az alábbiakban bemutatott irodalom is amellett szól, hogy a feltárással megegyező oldalon nagyobb mértékű dekompreszió érhető el, valamint a csontelvétel mértéke és a durazsák tágulata is azonos oldalon a nagyobb.

Az ellenoldal jobban dekomprimálható az ellenoldalról, ugyanakkor a másik oldalon is feltárást, izomtapadások átvágását, izomleválasztást, az ívből

csontelvélt, flavum elvélt stb. kell végezni a dekompreszióhoz. Az izomleválasztás miatt előfordulhat a paraspinalis izomzat - elsősorban a musculus (m.) multifidus csoport - iatrogén sérülése denervatio (See és mtsai) és atrophia (Sihvonen és mtsai) következtében, ami az egyik oka lehet a "failed back" szindrómának (Sihvonen és mtsai).

See DH, Kraft GH. Electromyography in paraspinal muscles following surgery for root decompression. Arch Phys Med Rehabil 1975; 56: 80 - 83

Sihvonen T, Herno A, Paljarva L, Airaksinen O, Patanen J, Tapaninaho A. Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. Spine 1993; 18: 575-581

Saját tapasztalatunk és az irodalmi megfigyelések szerint a féloldali végzett ellenoldali dekompreszió is elégséges (általában kisebb mértékű) ahhoz, hogy a canalis tágassága helyreállítható legyen, a beteg panaszai megszűnjenek vagy javuljanak. Nem szükségszerű az állapotjavuláshoz ugyanakkora dekompreszió létrejönnie mindkét oldalon.

Kezdetben, az esetek egy részében végeztünk az over the top dekompresziós technikánk ellenoldali ellenőrzése céljából egyúttal másik oldali feltárást is. Az volt a tapasztalat, hogy kellő dekompreszió jött létre féloldaltól az ellenoldal vonatkozásában, de morfológiailag nagyobb dekompreszió hozható létre azonos oldalon (egyezően az alábbi irodalmi adatokkal).

Saját anyagunkban a kontroll CT vizsgálatok eredményét elemezve az azonos oldali csontelvétel tekinthető a kiterjedtebbnek, nagyobbaknak.

Ezen megfigyelést erősíti meg Woong és munkatársainak közleménye is: A technika szignifikáns dekompresziót tesz lehetővé az ellenoldali gerinccsatornában is, kiváló klinikai eredménnyel és kevés szövődménnyel. CT vizsgálatok eredményét elemezve a duraszák azonos oldali kitágulása szignifikánsan nagyobb, ugyanakkor a klinikai kimenetel szempontjából nem volt szignifikáns különbség a két oldal között.

Woong Bae Park, Jae Taek Hong, Sang Won Lee, Jae Hoon Sung, Seung Ho Yang, IL Sub Kim: Clinical and Radiological Comparison between Ipsilateral and Contralateral Side Canal Decompression Using an Unilateral Laminotomy Approach Korean Journal of Spine 2016; 13(2): 41-46. Published online: June 30, 2016 DOI: <https://doi.org/10.14245/kjs.2016.13.2.41>

Dalgic és mtsai szerint a kétoldaltól végzett dekompreszióval a duraszák nagyobb expanzióját lehet elérni mint féloldaltól, ugyanakkor a VAS értéke és duraszák expanziója között statisztikai korreláció nem volt, mint ahogy a VAS skála és a féloldali vagy kétoldali csoport között sem.

Dalgic A, Uckun O, Ergungor MF, Okay O, Daglioglu E, Hatipoglu G, Pasaoglu L, Caglar YS. Comparison of unilateral hemilaminotomy and bilateral hemilaminotomy according to dural sac area in lumbar spinal stenosis. Minim Invasive Neurosurg. 2010 Apr;53(2):60-4. doi: 10.1055/s-0029-1246147. Epub 2010 Jun 14.

A technika során a két szomszédos ívből csontot veszünk el. Miért? Van-e magyarázata? Milyen gyakran alkalmazza?

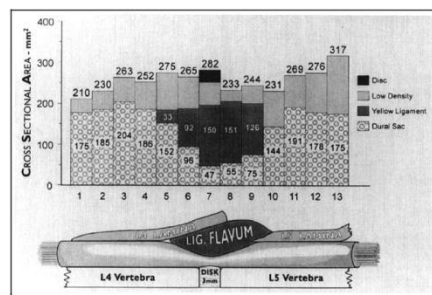
Az 1995-ben megjelent Poletti és az 1997-ben megjelent Spetzger és mtsai közlemények technikai leírásai mindkét szomszédos ívből történő csonteltávolítással végzik a beavatkozást.

Megítélésem szerint a porckorong feletti területnél nagyobb mértékű csonteltávolításra van szükség a kellő dekompreszió eléréséhez, tehát generózusabb „ablak” készítését javasoljuk. A porckorong a felső ív irányában, részben az alatt helyezkedik el, ezért veszünk el többet a felső, mint az alsó ívből. Ugyanakkor a ligamentum flavum általában az ívek között, részben alatt (lásd alábbi ábra az eredeti közleményből) helyezkedik el, ez domborodik a gerinccsatornába, megközelítőleg a porckorong magasságában, de inkább kismértékben alatta ennek megfelelően (lásd előző kérdéseknél a 3. ábra sagittális MR képét és az alábbi ábrát).

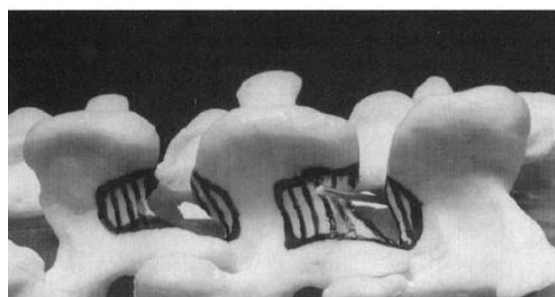
Ezen túlmenően az ideggyök is a porckorong síkjától caudálisan lép ki, így véleményem szerint a dekompreszióhoz szükséges az alsó ívből kismértékű csont eltávolítása, különösen, ha az ellenoldali gyök eredésének a dekompresziója is célunk.

Magunk részéről minden alkalommal így járunk el. Hivatkozás szerint:

Az eredeti technikát bemutató illusztráció és makett a Poletti által publikált cikkből, amely mutatja a térszűkület helyét, valamint a csonteltávolítás kiterjedését:



A térszűkület helye



A csonteltávolítás kiterjedése

Forrás: Poletti, Charles E: Central Lumbar Stenosis Caused by Ligamentum Flavum: Unilateral Laminotomy for Bilateral Ligamentectomy: Preliminary Report of Two Cases Neurosurgery. Aug;37(2):343-7. 1995

Az eredeti illusztráció és ábramagyarázat a Spetzger és mtsai által publikált cikkből, amely mutatja a csonteltávolítás kiterjedését:

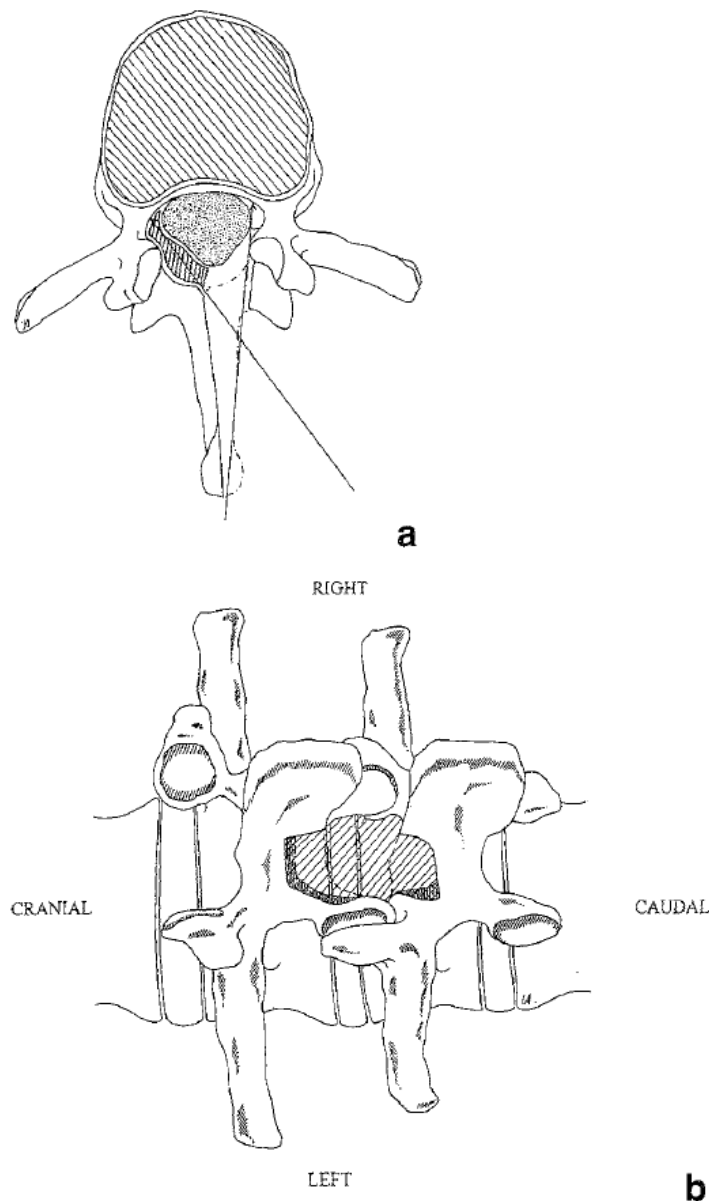


Fig.2. (a) Line drawing demonstrating the unilateral approach and the angles of the exposure. The unilateral laminotomy with undermining of the base of the spinous process was performed and the ipsilateral ligamentum flavum was resected. The medial angulation of the operating microscope allows the contralateral ligamentectomy under visual control. After bilateral resection of the ligamentum flavum the ipsi- and contralateral foramina and lateral recesses are easily accessible. (b) Artist's drawing of a left-sided unilateral approach for bilateral microsurgical decompression of lumbar spinal canal stenosis, the hatched area demonstrated the osseous approach (surgeons view). The cranial and the caudal portions of the ipsilateral lamina have to be partially removed and the adjacent base of the spinous process has to be undercut to achieve optimal contra-lateral visualisation.

Forrás: Spetzger U, Bertalanffy H, Naujokat C, von Keyserlingk DG, Gilsbach JM: Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part I: Anatomical and surgical considerations. Acta Neurochir (Wien) 139:392–396, 1997.

A porckorong eltávolítható mindkét oldalról. Mire gondol?

Az over the top technika során látótérbe hozható az ellenoldali anulus, amelynek bemetszését követően az ellenoldalról a porckorong eltávolítható a durazsák felett átnyúlva. Mielőtt az ellenoldali porckorong kivételére kerülne sor, először az azonos oldalon vesszük ki a porckorongot és a rés felől átnyúló eszközökkel kiüregesítjük a rést, majd ezután nyúlunk át a durazsák felett az ellenoldalra.

A porckorong egyidejű kivétele a dekompressziós műtétek esetében nem tekinthető gyakorinak vagy általános gyakorlatnak saját praxisunkban.

Tubuláris feltárást használt-e?

Caspar feltárót használunk, amely 3 oldalról tartja el a szöveteket. Obes betegek esetében rendelkezésre állnak a Caspar feltárók hosszú verziói is. Ezen feltárók is tubuláris irányultságúak, a gyakorlatban ezen eszközökkel kivitelezhető a technika. Ezen eszközökkel végezzük például a transmusculáris feltáráson keresztüli extraforaminális sérvek eltávolítását, amelynél obes betegek esetében különösen nagy tömegű szövet eltartására van szükség.

Lege artis tubuláris feltáró az Intézetben nem áll rendelkezésre, előnyei könnyen beláthatóak lennének.

Hány esetben volt a szűkület mellett degeneratív spondylolisthesis? A reziduális derékfájdalom oka nem lehet-e az instabilitás, a rögzítés hiánya?

A vizsgálat során műtéti indikációt a típusos tünettan, a képalkotó vizsgálattal kimutatott gerinccsatorna szűkület, valamint az instabilitás hiánya jelentett. Az instabilitás megítélésére funkcionális oldalirányú gerinc-röntgenvizsgálatokat végeztünk. A vizsgálatba degeneratív spondylolisthesis, valamint oldal funkcionális RTG vizsgálaton instabil elmozdulást mutató eset nem került.

Ennek megfelelően a derékfájdalom oka nem elsősorban ebben keresendő. Saját vizsgálatunkban az esetek mintegy 13%-ában a derékfájdalom teljesen megszűnt, 63%-ában javult, ugyanakkor 24%-ában változatlan maradt. A reziduális derékfájdalom perzisztálása az esetek egy részében egybehangzik az irodalmi adatokkal.

Spetzger U, Bertalanffy M, Reinges HT, Gilsbach JM. Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. Acta Neurochir 1997; 139: 397-403.

Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: randomized

comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy and laminectomy. J Neurosurg Spine 2005; 3: 129-141.

A műtétet követően a derékfájdalom fennmaradása ismert jelenség, figyelembe véve, hogy a krónikus derékfájdalom multifaktoriális, multikauzális kórkép.

Ganz JC. Lumbar spinal stenosis: postoperative results in terms of preoperative posture-related pain. J Neurosurg 1990; 72: 71-74.

Irodalmi adatok szerint a féloldali feltáráson keresztül végzett, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekalibrációt követően az esetek 5%-ában, az alávésést követően 9 %-ában volt szükség fúzió végzésére progresszív instabilitás miatt.

Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy and laminectomy. J Neurosurg Spine 2005; 3: 129-141.

Ugyanakkor az irodalom degeneratív spondylolisthesis esetében is alkalmas eljárásnak tartja a féloldalról végzett kétoldali dekompresziós technikát.

Nakanishi és mtsai szerint 7 éves nyomonkövetés alapján a klinikai és a radiológiai paraméterek szignifikánsan nem különböztek a két csoport között lumbális degeneratív spondylolisthesis sebészi megoldása során. Egyik technika sem növelte a dinamikus %-os csigolyacsúszást és kedvező középtávú klinikai eredményt lehetett elérni.

Nakanishi K, Tanaka N, Fujimoto Y, Okuda T, Kamei N, Nakamae T, Izumi B, Ohta R, Fujioka Y, Ochi M. Medium-term clinical results of microsurgical lumbar flavectomy that preserves facet joints in cases of lumbar degenerative spondylolisthesis: comparison of bilateral laminotomy with bilateral decompression by a unilateral approach. J Spinal Disord Tech. 2013 Oct;26(7):351-8. doi: 10.1097/BSD.0b013e318247f1fd.

Sasai és munkatársai szerint a féloldalról végzett kétoldali dekompreszió kielégítő eredménye több mint 2 évig tartott mind a degeneratív gerinccsatorna szűkület, mind a spondylolisthesis társuló gerinccsatorna szűkület eseteiben. Radiológiai szempontból egyik csoport esetében sem eredményezett a technika a posztoperatív időszakban dinamikus instabilitást az operált szegmentumban, mindazonáltal a spondylolisthesis csoportban a csúszás idővel progrediált.

Sasai K, Umeda M, Maruyama T, Wakabayashi E, Iida H. Microsurgical bilateral decompression via a unilateral approach for lumbar spinal canal stenosis including degenerative spondylolisthesis. J Neurosurg Spine. 2008 Dec;9(6):554-9. doi: 10.3171/SPI.2008.8.08122.

A szerző mi alapján dönti el hogy szükséges-e rögzíteni?

Spondylolisthesis és/vagy kimutatott instabilitás esetében rögzítéssel járó műtéti beavatkozást végzünk. A preoperatív képalkotó vizsgálatok és a beteg tünetei,

panaszai alapján indikáljuk a beavatkozást. Az instabilitás megítélését döntően oldal funkcionális RTG vizsgálattal döntjük el.

Kivételt képeznek azon betegek, akiknél ezen beavatkozást valamilyen oknál fogva nem lehet elvégezni elfogadható kockázat mellett. Ide tartoznak az idős, nem kielégítő belszervi állapotú, ezen oknál fogva nem terhelhető páciensek. Ezen esetekben kényszer megoldásként végezzük az over the top technikát.

37. o. a VAS skálát jobb lett volna kvantitatívan bemutatni:

Dolgozatunkban a 16 hemi-semi laminectomiával és „szupraforaminális fűrt lyuk” vagy „nyitott csatorna technikával” operált beteg és a kontroll csoportként vizsgált 16 teljes laminectomián átesett beteg posztoperatív fájdalmait hasonlítottuk össze felhasználva az ún. VAS skálát. A 19. ábrán látható satírozott területek a 10 percentilis érték feletti és a 90 percentilis érték alatti tartományt jelölik a kombinált hemi-semi laminectomia és a teljes laminectomia esetén a posztoperatív fájdalomra vonatkozóan. Felhasználva a Mann-Whitney U tesztet 5%-os szignifikanciaszint mellett statisztikailag szignifikáns különbség igazolódott a vizsgált csoportok között ($p < 0,05$). A medián érték a kombinált hemi-semi laminectomia esetén 2,5, teljes laminectomia esetén 4,1 lett, míg az átlagérték előbbi eljárásnál 2,7, a kontroll csoport esetében 4,2 lett. A kapott eredményeket mind a két csoport esetében egymintás t-próbának vetettük alá, melyben 1%-os szignifikanciaszint ($p < 0,01$) mellett igazoltuk, hogy a fájdalom csökkenésének mértéke statisztikailag szignifikánsnak tekinthető. A vizsgált csoportnál a fájdalom átlagosan 6,5-ről 2,7-re ($p < 0,01$), a kontroll csoportnál az átlagérték 6,2-ről 4,2-re csökkent ($p < 0,01$) a posztoperatív időszakban.

Nyitott csatorna módszernél miért kell a laterális részt elfűrni?

A gyökök „motoros” funkciója főleg a nyaki és lumbális szakaszon fontos. A háti gerinc területén az ideggyök érdemi motoros károsodás nélkül átvágható (így a tumor a foramenből kihúzható Opponens úr által említett módon), ugyanakkor a nyaki és ágyéki szakaszon az idegrendszeri tünetek kialakulási veszélye miatt ez általában nem járható út. A homokóratumor eltávolítása során a tok hosszirányú bemetszését követően belülről, hagymalevélszerűen leválasztva, lépésről-lépésre távolítjuk el a tumorszövetet.

A háti szakaszon a kisízületek féloldali esetleges feláldozása kevesebb kockázattal járna az instabilitás szempontjából, döntően a bordakosár sínező hatása miatt, ugyanakkor a nyaki és ágyéki gerincszakaszon magasabb az esetlegesen kialakuló instabilitás veszélye, így a kisízületek megőrzése fontosabb.

A vizsgált időszakban 7 betegen alkalmaztuk ezen technikát, (4 betegnek schwannomája, 3 betegnek neurofibromája volt) amelyből egy esetben észleltük, hogy a kisugárzó fájdalom változatlan maradt a szenzoros idegrost érintettsége miatt. Egy esetben részleges tumor eltávolítás történt a C6 gyök funkcionális

megkímélése miatt, mivel a gyök rostjai nem voltak jól elválaszthatóak a tumortól. Az életminőség megőrzése miatt a motoros rostok átvágását nem tartjuk elfogadhatónak, abban az esetben sem, ha a teljes, radikális tumor eltávolítás csak ezen az áron lehetne kivitelezhető. A beteg funkcionális neurológiai állapotának megőrzését recidíva esetén a későbbiekben ismételt műtéttel, vagy műtétekkel végezzük, a végsőig óvakodunk a motoros rostok sértésétől.

Az open-tunnel technológiát elsősorban akkor alkalmazzuk, amikor az extraforaminalis tumor komponens a nagyobb, és a canalisban (foramenben) lévő rész a kisebb. Ebben az esetben a csatorna két végéről, mintegy megrövidített csőből a két oldalról lehetséges a daganat eltávolítása. Ez a feltárás kiegészítése a korábban említett hemi-semi laminectomiának, innen a tumor egy részének megközelítésére van csak szükség, a két „lyuk” közötti tér tulajdonképpen összeér az eszközös manipuláció során.

A split, illetve archbone technika hány milliméteres ablakot nyújt?

A sebészi ablak megnyitása (ívek szétfeszítése) a split laminotomia során átlagosan 1.5 cm-ig terjed (87.o. a dolgozatban, 438.o. Banczerowski P, Vajda J, Veres R. Exploration and decompression of the spinal canal using split laminotomy and its modification, the “archbone” technique. Neurosurgery 2008;62:(5 suppl 2):ONS 432-440, discussion 440-441., 65. o. Banczerowski P, Bognár L, Rappaport HZ, Veres R, Vajda J. Novel surgical approach in the management of longitudinal pathologies within the spinal canal: the split laminotomy and “archbone” technique. Alternative to multilevel laminectomy or laminotomy. Advances and Technical Standards in Neurosurgery (Adv Tech Stand Neurosurg) 2014;41:47-70.)

A parasplit laminotomia során az ablak 1.5-1.6 cm-ig terjedt, hasonlóan a split laminotomiánál észlelt értékhez (313.o. Padányi Cs, Vajda J, Banczerowski P. Parasplit laminotomy: a rescue technique for split laminotomy approach in exploration of intramedullary midline located pathologies. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg 2014;75(4): 310-316.)

Ezen feltárások során a dura mindkét laterális görbülete látótérbe volt hozható, függetlenül az érintett gerincszakasztól. A laminectomiához képest a sebészi ablak szűkebb, de a keyhole elv alkalmazásával, mikroszkóp alatt minden esetben elég hely volt a tervezett beavatkozás elvégzéséhez.

1/2 fejezet (új osztályozási rendszer) az eddig ismertetett technikákat veszi alapul

Az volt a célunk, illetve a dolgozatban megfogalmazott elképzelés, hogy a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok térbeli lokalizációjához illesszük a lokalizációhoz egyértelműen rendelhető, a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technikát. Ebbe beletartoznak az általunk fejlesztett, illetve vizsgált eljárások is, így nem redundanciáról van szó, hanem saját

módszereink rendszerbe illesztéséről és annak egyértelmű megfogalmazásáról, hogy melyik módszer milyen műtéti megoldásra alkalmas.

Fontosnak tartottuk mindezt amiatt is, mert az általunk fejlesztett minimálisan invazív technikákon kívül a szakirodalomban számos újabb és újabb fejlesztés került közlésre, ami szinte áttekinthetetlen mennyiségű adat felhalmozódásához vezetett. A gyakorló gerincsebész számára nehézséget okozhat, hogy a nagy mennyiségű adathalmazból (eszköztárból) kiválaszthassa betegei számára a legmegfelelőbb minimálisan invazív sebészi módszereket.

53 és 55, 47 és 50 ábra szinte ugyanazon példák:

A 47. ábra a parasplit technikánál az ívek szétfeszítését és a dura megnyitását mutatja műtét alatti képen, míg az 50. ábra 3D CT rekonstrukción ábrázolja a technológiát, döntően a csontos struktúrákat ábrázolva, illetve 3 évvel később a változást.

Az 53. ábra egy összefoglaló kép részben sematikus képeken ábrázolódik mind a split, mind a parasplit technika felülnézetből, demonstrálva a két technika közötti különbséget, sematikus kép átmetszeti képen mutatja a split technika során alkalmazott feltáró helyzetet és szerepét, míg a műtéti kép a split technikát ábrázolja.

Az 55. ábra az archbone technikát mutatja be az ívek közé helyezett távtartókkal műtéti és sematikus képeken.

Véleményem szerint az említett képek különböző információtartalmúak, illetve mindegyik mást kíván demonstrálni.

Természetesen vannak egyezőségek, mivel az osztályozási rendszernél saját technológiáinkat is besoroljuk, így elkerülhetetlen a képi demonstrációjuk a jobb érthetőség, összevethetőség kedvéért, különös tekintettel arra, hogy az egyes technológiák között adott esetben diszkrétebb különbségek vannak.

Az osztályozást jobb lett volna úgy diszkutálni, hogy egy adott feltárásból mekkora gerincrészlet érhető el:

Véleményem szerint is többféle osztályozást lehet kialakítani, attól függően, hogy mit tartunk jobban áttekinthetőnek, így más nézőpontból más koncepció is követhető. Az Opponens úr által javasolt rendszer is alkalmazható lehet, miszerint mekkora gerincszakasz érhető el egy feltárásból.

Az Országos Intézet mindennapi gyakorlatában a kórfolyamatok gerinccsatornában történő elhelyezkedését, kiterjedését követő osztályozási rendszer használata terjedt el. A rendszer kidolgozása során jelentős mértékben saját eredményeinket, nagy betegszámon megfigyelt műtéti tapasztalatainkat vettük alapul, ennek megfelelően ez a fajta felosztás állta ki a gyakorlat próbáját. A kórfolyamatok gerinccsatornában való elhelyezkedését a preoperatív képalkotó

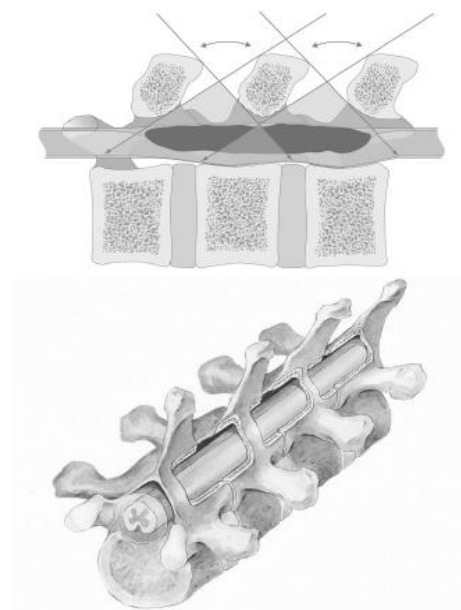
vizsgáló módszerek (CT, MR) eredménye alapján határoztuk meg, mivel általában a gyakorló sebész így találkozik a betegséggel, amelyre sebészi megoldást keres. Ezt követően választ sebészi technikát, amellyel a kórfolyamat szövetkímélő módon eltávolítható.

Ugyanakkor nem látok jelentős eltérést Oppones úr javaslatához képest, mivel az általunk használt rendszer is megadja, hogy mekkora gerincszakasz érhető el az egyes feltárásokkal, és az az elérhető terület a gerinc melyik részén helyezkedik el. A rendszer könnyen transzformálható lehet ilyen irányú felosztás felé is.

Hemi- semi laminectomiából egy porckorong és két fél csigolyatest, vagy annál több is elérhető? Van-e különbség a nyaki, háti, ágyéki gerincszakasz között?

A hemi-semi laminectomia egy feltárási intervallumot ad meg. A kórfolyamat elhelyezkedésének megfelelően a féloldalon feltárt lamina alsó, felső vagy szükség esetén két szomszédos ívből csontot veszünk el, anélkül, hogy a féloldali laminát bármely ponton átvágnánk. Tehát alsó és felső irányban a limit a lamina átvágása (ami hemilaminectomiát eredményezne). Ugyanezen elv érvényes a gerinc nyaki, háti és ágyéki szakaszára egyaránt. Amennyiben a kórfolyamat olyan határvonalban helyezkedik el, amelyhez hagyományos keretek között az ív átvágására lenne szükség, abban az esetben két ablakot készítünk és az ív alá tekintve kétoldaltól távolítjuk el, illetve mozdítjuk fel vagy le a kórfolyamatot.

Megítélésünk szerint a porckorong és két félcsigolya meghatározásnál az alkalmazott metodika plasztikusabb lehetőséget biztosít a sebészi eltávolítás során. Adott esetben, ha ragaszkodni kell az átlátható tér klasszikus meghatározásához, abban az esetben a porckorong és két teljes csigolyában húzható meg a limit. Illusztrációként az átlátható tér demonstrálására alábbi ábra tekinthető mérvadónak:



Forrás: Koch-Wiewrodt D, Wagner W, Perneczky A. Unilateral multilevel interlaminar fenestration instead of laminectomy or hemilaminectomy: an alternative surgical approach to intraspinal space-occupying lesions. J Neurosurg Spine 2007;6:485-492.

Segítség-e a gyakornokoknak, akik nem végeznek ilyen műtéteket?

Az Országos Intézet mindennapi gyakorlatában a kórfolyamatok gerinccsatornában történő elhelyezkedését, kiterjedését követő osztályozási rendszer használata elterjedt, rendszeresen alkalmazott, a műtéti megbeszélések alatt a referálások során említett.

Amennyiben Opponens úr által felvetetten a gyakornokok számára hasznos lehet, azzal a célunkat elértük, mivel megítélésünk szerint segítheti a későbbiekben a rendszerszemléletű gerincsebészeti gondolkodás kialakulását.

A rezidensek egyes műtéttípusokat az említettek közül Intézetünkben végeznek, ide sorolható a gerinccsatorna rekálibrációja az ún. over the top technológia, valamint a kötelezően teljesítendő műtéti listán is szereplő epidurális kórfolyamatok eltávolítása során alkalmazható hemi-semi laminectomia. Ugyanakkor a további műtéttípusokban rendszeresen aszisztálnak, ahol nem jár hátránnyal, ha megíthető objektívebb módon, hogy milyen kórfolyamatot miért az adott módszerrel kezelnek. Ezen túlmutatóan ezen gyakornokok később várhatóan szakorvosok lesznek és más típusú műtétek végzésében is jártasak, így az időben kezdett rendszerszemlélet kialakítása valószínűsíthetően nem lesz hiábavaló.

Idézet az általunk közölt osztályozási rendszerrel kapcsolatos nemzetközi véleményből:

Sandro M. Krieg, Bernhard Meyer, Munich, Germany (Neurosurg Rev 2015; 38: 26) (Banczerowski, P., Czigléczi, G., Papp, Z., Veres, R., Rappaport, HZ., Vajda, J.: Minimally invasive spine surgery: systematic review. Neurosurgical Review, 2015)

Nowadays, spine surgeons have a large armamentarium of procedures and treatment options at hand, which also include various minimally invasive procedures. It is therefore *highly welcomed that the present review offers not only an overview but also the recommendation for a classification system of minimally invasive techniques*. The targets of this article are two different types of surgeons: experienced spine surgeons who might get another view on some of their own surgical approaches and *junior surgeons who need a structured overview for daily decisionmaking processes*.

Opponens úr egyetértése is feltételezhető, mivel javasol egy „az adott feltárásból mekkora gerincrészet érhető el” alapú osztályozási rendszert.

Létjogosultsága és értelme:

Minden célra alkalmas, ugyanakkor a gyakorlatban egyszerűen használható és mindenki által elfogadott rendszer ritka, de adott esetben a hiányosságokkal

rendelkező rendszer is jobb, mintha nem állna rendelkezésre semmilyen csoportosítás.

A korábban említetteknek megfelelően az Országos Intézet mindennapi gyakorlatában a kórfolyamatok gerinccsatornában történő elhelyezkedését, kiterjedését követő osztályozási rendszer használata elterjedt, rendszeresen alkalmazott. Ennek megfelelően az Intézeti gyakorlat hasznosnak tartja.

Az osztályozási rendszer mind a nemzetközi, mind a hazai irodalomban közlésre került.

Banczerowski P, Czigléczy G, Papp Z, Veres R, Rappaport HZ, Vajda J. Minimally invasive spine surgery: systematic review. *Neurosurgical Review* 2015;38:11-26.

Banczerowski P, Veres R, Vajda J. Új műtéttechnikai eljárások a gerincsebészetben, különös tekintettel a minimál invazivitásra. (New minimal invasive surgical techniques in spine surgery.) *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2012;65(5-6):169-180.

Banczerowski P. Minimálisan invazív gerinc-sebészeti feltárások. *Orvosképzés* 2009; S6:461-464.

Habilitációs téziseimben az osztályozási rendszer szerepel, amelyet a tudományos bíráló bizottság elfogadott új eredménynek.

Banczerowski, P.: Új műtéttechnikai eljárások a gerincsebészetben, különös tekintettel a minimál invazivitásra. Semmelweis Egyetem Habilitációs Bizottsága, 2010

Az osztályozási rendszer mind nemzetközi, mind hazai kongresszusokon ismertetésre került (pl.):

Banczerowski, P., Papp, Z., Veres, R., Vajda, J.: A new classification system of minimal invasive techniques based on the location of the pathologic lesions in the spinal canal. *Global Spine Congress 2015 (GSC2015)*, Buenos Aires, Argentina, 2015

Banczerowski, P., Papp, Z., Veres, R., Vajda, J.: A new classification system of minimal invasive techniques based on the location of the pathologic lesions in the spinal canal. *Cleveland Spine Review: Hands-on 2015*, Cleveland, USA, 2015

Banczerowski, P., Papp, Z., Veres, R., Vajda, J.: A new classification system of minimal invasive techniques based on the location of the pathologic lesions in the spinal canal. *World Spine 7*, Gurgaon, India, 2016

Banczerowski, P., Papp, Z., Veres, R., Vajda, J.: A New Classification System Of Minimal Invasive Techniques Based On The Location Of The Pathologic Lesions In The Spinal Canal. *AANS Annual Scientific Meeting*, Los Angeles, 2017 April 22–26.

Banczerowski, P., Papp, Z., Veres, R., Vajda, J.: A minimálisan invazív gerincsebészeti technikák új klasszifikációs rendszere, amely a kórfolyamatok gerinccsatornában történő térbeli elhelyezkedésén alapul. A Magyar Idegsebészeti Társaság és a Magyar Neuroonkológiai Társaság 2014. évi Kongresszusa, Innováció az idegsebészetben, Budapest, 2014

Idézet az általunk közölt osztályozási rendszerrel kapcsolatos nemzetközi véleményből:

Sandro M. Krieg, Bernhard Meyer, Munich, Germany (Neurosurg Rev 2015; 38: 26) (Banczerowski, P., Czigléczi, G., Papp, Z., Veres, R., Rappaport, HZ., Vajda, J.: Minimally invasive spine surgery: systematic review. Neurosurgical Review, 2015).

Nowadays, spine surgeons have a large armamentarium of procedures and treatment options at hand, which also include various minimally invasive procedures. It is therefore *highly welcomed that the present review offers not only an overview but also the recommendation for a classification system of minimally invasive techniques*. The targets of this article are two different types of surgeons: experienced spine surgeons who might get another view on some of their own surgical approaches and junior surgeons who need a structured overview for daily decisionmaking processes.

A nemzetközi és hazai bemutatás során többségében a rendszer létjogosultságával egyetértő vélemények fogalmazódtak meg.

A szegmentum magasságának definiálja a csigolyatestet, ezalatt a mozgás szegmentumot értjük?

Szegmentálisnak nevezzük az elhelyezkedést, amennyiben a kórfolyamat lokalizációja nem haladja meg az egy csigolyatestnyi (szegmentum) magasságot, ellenkező esetben a kiterjedést longitudinálisnak tekintjük. A szegmentális meghatározás az egy csigolya hátsó ívén végzett sebészi behatolási kapu szempontjából meghatározó.

Az osztályozásnak nincs összefüggése a mozgási szegmentumhoz, mivel itt a kórfolyamatok kiterjedését határozzuk meg a gerinc egy struktúrájához viszonyítva. Ennek megfelelően a mozgásnak nincs szerepe ebben, így a mozgási szegmentumnak sem.

Megközelítőleg egy szegmentumnyi (csigolyatestnyi) az a lézió kiterjedés (függetlenül attól, hogy pontosan a csigolyatestnek megfelelően helyezkedik-e el vagy attól eltolva) a gyakorlati tapasztalataink alapján, amely a szegmentális feltárások során kényelmesen elérhető. A csigolyatestnyi meghatározás nem kizárólagos maximális kiterjedést jelent. Esetlegesen ennél hosszabb kórfolyamatok is adott esetben eltávolíthatóak szegmentális feltáráson keresztül, de ekkor számolnunk kellhet a maradék ívek kellőnél nagyobb mértékű elvékonyításával, illetve a mikroszkóp kényelmetlen határhelyzetbe történő nagyfokú döntésével, valamint azzal, hogy lényegesen nagyobb sebészi tapasztalatot igényel. A csigolyatestnyi szegmentum az átlagosan, kényelmesen elvégezhető metodikát tekinti alapvetőnek. Az ennél hosszabb kiterjedésű kórfolyamatok – ezen elvnek megfelelően - többszörös ablak létrehozását kívánják meg, amelyek a longitudinális feltárások között találhatók.

A demonstráló ábrát feljebb mutattuk be (25.o.).

Koch-Wiewrodt D, Wagner W, Perneczky A. Unilateral multilevel interlaminar fenestration instead of laminectomy or hemilaminectomy: an alternative surgical approach to intraspinal space-occupying lesions. J Neurosurg Spine 2007;6:485-492.

Jelölt leírja a 73. o., hogy a kórfolyamat lokalizációja nem haladja meg a csigolyatestnyi szegmentum magasságot. Mi van akkor ha a porckorongot, vagy 2 csigolyatestet is meghalad?

Utalunk az előzőekben megfogalmazott válaszokra. Amennyiben a porckorongot meghaladja, de összességében nem hosszabb mint egy csigolyatest, abban az esetben a szegmentális feltárások elégségesek. Az egy csigolyatestnyi méret független attól, hogy a porckorongtól milyen távolságra helyezkedik el. Megközelítőleg egy szegmentumnyi (csigolyatestnyi) az a lézió kiterjedés (függetlenül attól, hogy pontosan a csigolyatestnek megfelelően helyezkedik-e el vagy attól eltolva), amely a szegmentális feltárások során kényelmesen elérhető.

Amennyiben hosszabb mint két csigolyatest, longitudinálisnak tekinthető és az oda sorolt többszörös feltárások a mérvadóak.

Általánosságban az elvet megfogalmazva: A koponyaműtétek során alkalmazott minimálisan invazív koponyamegnyitás („key hole” craniotomia) az intracraniális tér közel gömb alakja miatt elégséges áttekintést adhat, ugyanakkor az intraspinalis teret henger alakú és hosszanti elhelyezkedése miatt nem lehet áttekinteni egyetlen „kulcslyukon” keresztül, így több „kulcslyuk” egyidejű alkalmazása válhat szükségessé a megfelelő sebészi feltáráshoz kiterjedtebb térfoglaló folyamatok esetében (Koch-Wiewrodt és mtsai 2007).

Háti gerincszakaszon a proc. spinosus az alatta lévő csigolyatestre lóg rá, nem ugyanannak a csigolya hátsó ívéen kell a beavatkozást végezni?

A csigolyának a hátsó íve összefoglaló fogalom. A sebészi beavatkozások többnyire vagy a processus spinosusokat, vagy a laminákat érintik. A processus spinosusokat nem lehet félig átvágni és széttárni, ott az adott csigolyához tartozó teljes processus spinosust át kell vágni, függetlenül attól, hogy rálóg-e a szomszédos csigolyára vagy nem. Az átfedés általában lehetővé teszi a craniotóm penge beakasztását a processus spinosus bázisa alá (minimális csontelvétellel) és a szétfűrészélést. Akkor jelenthet problémát, amennyiben pontosan a két csigolya közötti szalag alatt helyezkedik el az elváltozás a középvonalban, amely határozónának minősül. A szegmentális-axiális kórfolyamat elhelyezkedés esetén a split laminotomiát a lézió eltávolítására technikailag bonyolultabbnak, időigényesebbnek tartjuk, így helyette elsősorban a hemi-semi laminectomiát javasoljuk, ahogyan a dolgozatban is szerepel.

Amennyiben a hátsó íven a laminát értjük, akkor a kórfolyamat elhelyezkedésének megfelelően a féloldalon feltárt lamina alsó, felső vagy szükség

esetén két szomszédos ívéből csontot veszünk el, anélkül, hogy a féloldali laminát bármely ponton átvágnánk (hemi-semi).

83. o. általános megbeszélés. Jobb lett volna minden technikát külön tagolni és elhelyezni:

Munkánk a szintézisre való törekvés, egységes szerkezetbe foglalás jegyében zajlott. Ennek a törekvésnek eredménye az általános megbeszélés fejezete.

Az alkalmazott műtéti eljárások sajátosságai indokolták, hogy a könnyebb áttekinthetőség érdekében a tárgyalásra kerülő két nagyobb fejezethez tartozó, releváns és reprezentatív bevezető szakirodalmi háttérrel, valamint az alkalmazott módszereket és az eredményeket az adott alfejezetenél mutassuk be.

Opponens úr által felvetett módon, lehet, hogy célszerűbb lett volna az első fejezetben minden technikát külön bemutató alfejezetenél a megbeszélés részt is az adott alfejezetenél tárgyalni.

CII vertebroplasztikánál miért kell Halo rögzítés?

A CII csigolyát érintő betegségben szenvedő betegeknél a vezető tünet a kifejezett nyakfájdalom. Sok esetben ezen betegek úgy jelentkezik, hogy saját fejüket fogják. Az okok között az instabilitás nagy szerepet játszik.

Halo rögzítést követően a fájdalom azonnal elmúlik, a beteg mindennapi életvitele szabadabbá válik, így lehetőség nyílik a még szükséges vizsgálatok fájdalommentes elvégzésére, a műtéti előkészítésre.

A műtéti beavatkozás is Halo-ban történik, ugyanis a relaxált helyzetben történő beteg átfordításnál a feltételezetten instabil cranio-cervicális átmenet akaratlan elmozdulást szenvedhet el, így neurológiai károsodás esetleges kialakulásával kell számolni.

Ezen túlmenően az első posztoperatív képalkotó vizsgálat (CT) elvégzéséig a rögzítést fenntartjuk, hogy ellenőrizni tudjuk az implantátum helyzet kielégítő voltát. Ezt követően távolítjuk el a Halo rögzítést.

Ez az eljárási rend az Intézeti protokollnak felel meg.

Miért nem elég a vertebroplasztika?

Az 59 A ábrán látható, hogy a tumor nem csak a CII testet, hanem a hátsó ívet is kitölti (felritkulás a processus spinosusban, CT képeken denzitás csökkenésként ábrázolódik). A teljes CII csigolya érintettsége felvetheti a patológiás összeroppanás lehetőségét progresszió esetén, így instabilitás kialakulását. Vertebroplasztika meg tudja erősíteni a ventrális stuktúrákat (csigolyatest, jó esetben dens), azonban kérdéses, hogy ez elégséges-e a teljes csigolya, valamint a kisízületek CII csigolyához tartozó ízületi részének érintettsége miatt (eleve fájdalmas

mozgáshoz vezet a tumoros alsó ízfelszínek miatt). E mellett számolni kell a tumoros folyamat időbeli előrehadtával, progressziójával. Ezen elváltozásokat figyelembe véve megítélésem szerint jobban jár a beteg egy komplexebb megoldással, amely során a nyak mozgásai korlátozottabbá válnak, de fájdalomtalanok lesznek, ugyanakkor a jövőbeli progresszió esetén is stabil marad. Röviden túlélő, onkológiailag kevésbé perspektívikus esetekben jön szóba inkább a vertebroplasztika önálló kezelésként.

Az 59 B, C képeken látható, hogy a tumoros folyamat érinti a csigolyatest hátsó falát, aminek következtében a gerinccsatorna felé a csontos fal hiányzik. Ezen esetekben a vertebroplasztika technikai kivitelezése nehezített a cement gerinccsatornába jutásának veszélye miatt. Ennek megfelelően a kitöltés teljessége többnyire nem biztosan elégséges. Ehhez járulnak hozzá a progresszióból fakadó, az előzőekben említett megfontolások.

E mellett az egyidejűleg fennálló porosis lehetőségével is számolni kell (átlagéletkor 60 év volt), ami az implantátum elégtelenségéhez is korábban vezethet progresszió esetében.

A dolgozatban említetteknek megfelelően a vertebroplasztika és hátsó fúzió beavatkozást azon betegeknél végeztük el, akiknél fenyegető, kezdődő vagy zajló CII csigolyatest tumoros összeroppanás volt megfigyelhető, a betegeket stabil onkológiai állapot, jó klinikai általános állapot és hosszútávú életkilátások jellemezték alacsony sebészi kockázat mellett. A CII csigolya és a CII pediculusok tumoros érintettsége miatt a csavarok behelyezése sokszor nem lehetséges, így „úszó” (floating) CII szegmentum alakulhat ki. Egyidejű oszteoporózis tovább rontja a stabilitást, ami nem csak idősekben, hanem kemoterápia után is gyakrabban észlelhető. A szubaxiális cervicális massa laterális csavarok kevésbé tartanak jól, mint a CII transzpediculáris és CI massa laterális csavarok.

Véleményünk szerint kisebb méretű (C0-CIII, esetleg CI-CIII) fixatio vertebroplasztikával olyan esetekben ajánlott, amikor rövidebbek az életkilátások, kisebb a sebészi teherbírás a beteg általános állapota miatt, ugyanakkor nincs epidurális propagáció vagy csigolyatest kollapszus és az atlantoaxiális instabilitás minimális. Az ilyen betegek az atlantoaxiális ízület jelentős destrukcióját már rendszerint nem élik meg.

A gerincoszlop legmobilisabb része az atlanto-axiális ízület, de ezzel egyidőben a legkevésbé stabil is. Ezen struktúrák osteolytikus destrukciója instabilitás és subluxatio kialakulásához vezethet.

A dens csavarozás esetén többségében traumás CII törésről van szó, ahol a csavaros rögzítést követően a törtvégek között csontosodás jön létre. A dens törések kezelése során rendszeresen használunk hátsó rögzítést is (Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. Spine (Phila Pa

1976). 2001 Nov 15;26(22):2467-71.), azokban az esetekben, amikor a ligamentum transversum atlantis sérült, a densen átfutó törésvonal előre ferde irányú (B típusú törés), vagy inveterált dens törésről van szó. A dens törések kezelését követően gyógyulás következhet be, ami a tumoros metasztatikus csontérintettség esetében általánosságban inkább progrediáló, romló állapothoz vezet.

66. ábrán nem világos, hogy mi a létjogosultsága a hátsó rögzítésnek?

Az előző kérdésnél található válasznak megfelelően látható, hogy a tumor nem csak a CII testet, hanem a hátsó ívet is kitölti (59 A ábrán felritkulás a processus spinosusban, CT képeken denzitás csökkenésként ábrázolódik). A teljes CII csigolya érintettsége felvetheti a pathológiás összeroppanás lehetőségét progresszió esetén, így instabilitás kialakulását. Vertebroplasztika meg tudja erősíteni a ventrális stuktúrákat (test, dens), azonban kérdéses, hogy ez elégséges-e a teljes csigolya, valamint a kisízületek CII csigolyához tartozó ízületi részének érintettsége miatt (eleve fájdalmas mozgáshoz vezet a tumoros alsó ízfelszínek miatt). E mellett számolni kell a tumoros folyamat időbeli előrehadtával, progressziójával. Ezen elváltozásokat figyelembe véve megítélésem szerint jobban jár a beteg egy komplexebb megoldással, amely során a nyak mozgásai korlátozottabbá válnak, de fájdalomtalanok lesznek, ugyanakkor a jövőbeli progresszió esetén is stabil marad. Röviden túlélő, onkológiailag kevésbé perspektívikus esetekben, illetve a kisízületek érintettségének hiányában jön szóba inkább a vertebroplasztika önálló kezelésként.

A gerincoszlop legmobilisabb része az atlanto-axiális ízület, de ezzel egyidőben a legkevésbé stabil is. Ezen struktúrák osteolytikus destrukciója instabilitás és subluxatio kialakulásához vezethet.

A C0-C1 között nem volt pathológia, de ennek a jelen dolgozatban vizsgált esetek tekintetében nincs relevanciája a terápiás döntéshozás tekintetében.

A 104.o. csak fixációra gondol, vagy csontos fúzióra?

A vizsgált esetek során hátsó, fémbeültetéssel járó rögzítést végeztünk, a hátsó fúzió alatt ezt értjük.

Csontos fúzió kialakítására nem törekedtünk döntően a korlátozottabb életkilátásokat figyelembe véve. Egyetlen esetben sem észleltünk fémanyag kilazulást a vizsgálatban résztvevőknél.

65. ábrán nem látszik a csontos fúziónak való előkészítés, processus spinosus csont felfrissítés:

A 65. ábrán tüdő adenocarcimában szenvedő páciensnél csontos fúzió kialakítására nem törekedtünk döntően a korlátozottabb életkilátásokat figyelembe véve. Ebben az esetben sem észleltünk fémanyag kilazulást a nyomkövetés alatt.

Kisebb rögzítés a jövőben elégtelen lehet, mire alapozza ezt?

Saját tapasztalataink szerint a gerinc áttétek miatt operált betegeknél a műtét a legritkább esetben képes teljes, ablasztikus terápiát biztosítani. A beavatkozás célja többnyire a neurális struktúrák felszabadítása, a gerinc statikájának lehetőség szerinti helyreállítása, illetve az instabilitás megszüntetése. Ennek megfelelően gyakori a reziduális tumorsejtek visszamaradása, amely az onkoterápián is múlik, hogy milyen ütemben és mértékben növekszik. Gyakran látható, hogy idővel progresszió következik be a gerinc áttéteit illetően, adott esetben sugár és kemoterápiás kezelés mellett is, amennyiben a páciens betegségének későbbi stádiumát az alapbetegség kezelésétől függően megéli.

Az irodalom alapján az osteoblasztok jelentik a fő célpontot a csontáttétek kialakulásában, azonban jelenleg nincsenek olyan gyógyszeres terápiás megközelítések, amelyeknek specifikus célpontja az oszteoblaszt lenne; ez további kutatásokat igényel a jövőbeni kezelést illetően.

Jeong HM, Cho SW, Park SI.: Osteoblasts Are the Centerpiece of the Metastatic Bone Microenvironment. *Endocrinol Metab* (Seoul). 2016 Dec;31(4):485-492. doi: 10.3803/EnM.2016.31.4.485.

Egy, a Lancetben megjelent közlemény szerint nem kissejtes tüdőrák okozta metasztatikus csontérintettség az egyik fő ok a későbbi rossz kimenetel szempontjából. A gyógyszeres kezelésre adott válasz ezért is jelent fontos szempontot a túlélés tekintetében. Dinamikus kontrasztos MRI vizsgálat kvantitatív vizsgálatra is alkalmas, hogy megítélhető legyen a terápiás válasz és meghatározható legyen a csontáttétek reagálása az anti-angiogenezis terápiára.

Zhang R, Wang ZY, Li YH, Lu YH, Wang S, Yu WX, Zhao H. Dynamic contrast-enhanced MRI to predict response to vinorelbine-cisplatin alone or with rh-endostatin in patients with non-small cell lung cancer and bone metastases: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2016 Oct;388 Suppl 1:S95. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32022-0

Saját tapasztalataink is azt erősítik meg, hogy a gerinc áttétek a sebészi kezelés ellenére is progressziót mutatnak hosszabb távon. A reoperáció magasabb kockázatú ismételt beavatkozást jelenthet a komplikációk növekedésével, amely a beültetett fémanyagok lazulása, a hegyszövet kialakulása, a radio- vagy kemoterápia után kialakuló sebgyógyulási zavar valószínűségének növekedése miatt jön létre.

102.o. 2/3.4 megbeszélés alatt a sebészi technika megbeszélése hiányzik, a CII kórfolyamatok diszkussziója hiányzik:

Jelen dolgozat a CII-es csigolyát érintő szoliter, osteolytikus metasztatikus tumoros kórképek esetében végzett vizsgálatainkat összegezte. Ezen tumorok, ebben a lokalizációban viszonylagosan ritkának mondhatóak, többnyire kisebb sorozatok (case series) kerülnek publikációra.

Moulding HD, Bilsky MH. Metastases to the craniovertebral junction. *Neurosurgery*. 2010 Mar; 66 (3Suppl):113-8. doi: 10.1227/01.NEU.0000365829.97078.B2.

Más eredetű CII csigolyát érintő kórfolyamatok nem kerültek áttekintésre, mivel a technika jelenleg szelektív betegségcsoportban történő kezelés tekintetében javasolható. Az irodalmi háttér is a lokalizációnak megfelelően szelektíven került áttekintésre, ennek megfelelően a dolgozatba.

Az orvostudomány fejlődésével az áttétképzésre hajlamos primer tumorok esetében az 5 éves túlélési arány fokozatosan növekszik, emiatt a gerinc metasztázisok előfordulási gyakorisága is növekedést mutat (Bailar és Gornik 1997, Hatrick és mtsai 2000, Heary és Bono 2001). Leginkább a 40-65 éves korosztály érintett. Legnagyobb valószínűséggel a tüdő, az emlő, a vese, a prostata és a pajzsmirigy daganatok adnak áttétet a gerincbe (Jacobs és Perrin 2001, Ibrahim és mtsai 2005, Sciubba és mtsai 2010). A terjedés módjai közül a haematogén út a legvalószínűbb mód, köszönhetően a gerinc vérellátási sajátosságainak (csigolyák érellátása, Batson plexus). A nyaki szakasz metasztatikus érintettsége viszonylagosan ritka, különösen az atlantoaxiális régióé (Joshi és mtsai 2002, Fourny és mtsai 2003, Fung és Law 2005). Legnagyobb valószínűséggel az említésre került primer tumorok adnak ezen területre is áttétet, de egyre gyakrabban tapasztaljuk hematológiai betegségek (myeloma multiplex vagy lymphoma) kóroki szerepét is (Kotil K. 2007, Kaloostian és Gokaslan 2014).

A CII csigolyatest vertebroplasztikájának technikája az irodalomból ismert, több sikeresen alkalmazható módszert írtak le:

Dorman JK.: Vertebroplasty of the C2 vertebral body and dens using an anterior cervical approach: technical case report. *Neurosurgery*. 2010 Oct;67(4):E1143-6; discussion E1146.

Sun G, Jin P, Li M, Liu X, Li F, Yu AK, Lu Y.: Percutaneous vertebroplasty for treatment of osteolytic metastases of the C2 vertebral body using anterolateral and posterolateral approach. *Technol Cancer Res Treat*. 2010 Aug;9(4):417-22.

Kadir Kotil and Emine Ozyuvaci: Fibrous dysplasia in axis treated with vertebroplasty *J Craniovertebr Junction Spine*. 2010 Jul-Dec; 1(2): 118–121. doi: 10.4103/0974-8237.77676 PMID: PMC3075828

Cohen M, Zeitoun D, Blanpain S, Brochard C, Lellouche J, Deramond H.: Percutaneous vertebroplasty of the C2 body and dens using the anterior oblique ascending transdiscal approach. *J Neuroradiol*. 2013 Jul;40(3):211-5. doi:10.1016/j.neurad.2013.03.002. Epub 2013 May 2.

Intézetünkben a transzorális behatolásból, illetve a nyílt műtét során transzpediculárisan végzett CII vertebroplasztika technikát alkalmaztuk:

Brage L, Roldán H, Plata-Bello J, Martel D, García-Marín V. Transoral vertebroplasty for a C2 aneurysmal bone cyst. *Spine J*. 2016 Jul;16(7):e473-7. doi: 10.1016/j.spinee.2016.02.042. Epub 2016 Mar 4. PMID: 26961198

Krüger A1, Schnabel M, Hegele A, Ruchholtz S, Stiletto R Transoral vertebroplasty: an alternative for operative treatment of metastases of the upper cervical spine. *Unfallchirurg*. 2009 Apr;112(4):426-32. doi: 10.1007/s00113-008-1529-2.

Gailloud P, Martin JB, Olivi A, Rüfenacht DA, Murphy KJ. Transoral vertebroplasty for a fractured C2 aneurysmal bone cyst. J Vasc Interv Radiol. 2002 Mar;13(3):340-1.

A sebészi technika a hátsó occipito-cervicális rögzítés tekintetében kiterjedt irodalommal rendelkezik, általánosságban ismert, így véleményünk szerint jelen dolgozatban nem szükséges részleteiben tárgyalása. A képek megítélésem szerint kielégítően demonstrálják az alkalmazott technikát.

Az occipito-cervicális hátsó rögzítés ezen sebészi technikája az irodalom alapján megbízható, jó eredménnyel végzett beavatkozás:

Winegar CD, Lawrence JP, Friel BC, Fernandez C, Hong J, Maltenfort M, Anderson PA, Vaccaro AR. A systematic review of occipital cervical fusion: techniques and outcomes. Neurosurg Spine. 2010 Jul;13(1):5-16. doi: 10.3171/2010.3.SPINE08143.

Luksanapruksa P, Buchowski JM, Wright NM, Valone FH 3rd, Peters C, Bumpass DB. Outcomes and effectiveness of posterior occipitocervical fusion for suboccipital spinal metastases. J Neurosurg Spine. 2017 May;26(5):554-559. doi: 10.3171/2016.10.SPINE16392. Epub 2017 Feb 24.

Kirchner R, Himpe B, Schweder B, Jürgens C, Gille JJ, Faschingbauer M. The clinical outcome after occipitocervical fusion due to metastases of the upper cervical spine: a consecutive case series and a systematic review of the literature. Z Orthop Unfall. 2014 Aug;152(4):358-65. doi: 10.1055/s-0034-1382868. Epub 2014 Aug 21.

A II/4 fejezetben augmentált csavaros rögzítés szerepel. A vertebroplasztika és utána azonnali csavarozással van-e tapasztalat?

Többféle metodika áll rendelkezésre a csigolyatestben való csontcement általi csavar rögzítésre. Az Opponens úr által említett csigolya vertebroplasztika, illetve utána azonnali csavar behelyezés is járható út.

Saját gyakorlatunkban ritkán végezzük ezt a metodikát. Ennek egyik fő oka, hogy a műtőben lévő képerősítő (BV Pulsera, Philips Medical Systems) lényegesen gyengébb minőségű képet ad mint az angiográfiás laboratóriumban működő digitális szubtrakciós angiográfia egység (GE LCV+).

Az eljárás alatt bekövetkező szövődmények tekintetében a kilépő csontcement okozta tüdőembólia, illetve a csontcement gerinccsatornába jutása jelenti a legnagyobb veszélyt. Jobb minőségű képerősítőn hamarabb észlelhető és megakadályozható a nem várt szövődmény előfordulása.

A másik probléma a csontcement kötési ideje, ami általában 8-10 perc, amiből levonódik a vertebroplasztikára szánt idő. A maradék idő alatt kell kétoldalon jó pozícióban csavart behajtani a kötés miatt, ezután a korrekció lehetősége lényegesen nehezített. Amennyiben a pediculuson sérülés van, a csontcementet a csavarral a csatornába nyomhatjuk.

A csigolyatestek intraoperatív nyílt vertebroplasztikáját (amikor corpectomia nem jön szóba) időszakosan végezzük. Myelonkompresszió esetén a műtéti feltárás

során megtörténik a dekompreszió, illetve ezzel egy időben a csontcement porotikus testbe történő direkt, képerősítő alatt kontrollált injektálása is.

A dolgozatban említetteknek megfelelően a porotikus testben a csavar rögzítő ereje néhány egyszerűbb technikai fogással is fokozható, de ez általában további szövödménnyel is járhat. Nagyobb átmérőjű csavarok esetén nagyobb stabilitás érhető el, viszont ebben az esetben a pediculus törése nagyobb valószínűséggel következhet be. Tovább fokozható a csavarok rögzítőszilárdsága a csavarok számára kialakított járat feltöltésével csontcementtel közvetlenül annak behelyezése előtt. A járat feltöltése során az injektált csontcement időnkénti kifolyása következtében létrejövő exotermikus reakció, illetve a neurológiai struktúrák kompressziója miatt bekövetkező súlyosabb szövödmények miatt a PMMA ily módon történő használata széles körben nem terjedt el (Wilkes és mtsai 1994).

A 73-as ábrán Mesh cage, aminek a felszíne kicsi. Csak csontcement használata vagy nagyobb Mesh cage nem volna-e érdekesebb?

A Mesh cage használata részben a „vasbeton” elv alapján történik, amelynek megfelelően bizonyos terhelés mellett egyfajta rugalmasságot jelent. (hasonlóan ahhoz, mikor a tumoros csigolya corpectomiát követően egy műanyag tubus kerül a kivett test helyén középre, amelyet egy nyíláson keresztül feltöltünk csontcementtel és ezt követően öntjük ki a corpus helyét teljesen). A Mesh cage éles szélei kisebb mértékben bele tudnak kapaszkodni a szomszédos csigolyák zárólemezeibe, így az elmozdulás jobban gátolt lehet. E mellett a Mesh cage-t saját csonttal is fel szoktuk tölteni, így abban az esetben, amikor a saját csontosodás működik, csonthídként át tud épülni ezen keresztül.

Természetesen lehetséges a test helyét homogéne csontcementtel kitölteni, ezen eljárást is alkalmazzuk gyakorlatunkban. Ugyanakkor az általunk előnynek gondolt lehetőségeket ezzel elveszítjük. Nagyobb Mesh használata is lehetséges, adott esetben a beroppanás meggátolására kifejlesztett gyűrű használatával, ugyanakkor a nagyobb Mesh behelyezéséhez nagyobb, a gerincvelő melletti laterális irányú hely képzése szükséges. Ezzel együtt is a tartó felszín kisebb lesz a csontcement kitöltéshez képest a szomszédos porotikus csigolyák között.

A 74. ábrán kompressziós csigolyatörés. Nem világos hogy miért végeztek laminectomiát? A 74-es ábra jobb oldali képén látszik, hogy a gerinccsatorna valószínűleg nem volt szűkített:

A 74-es ábra szagittális és axiális posztoperatív képeket ábrázol, amelyeken a műtét után a gerinccsatorna szűkülete megszűnése, a szagittális balansz lehetőség szerinti helyreállítása ábrázolódik.

Műtéti megoldást jelentő fő indikáció, amikor jelentős canalis spinális szűkületet, myelon- (lásd 68. ábra) vagy caudakompresszió alakul ki, kifejezett instabilitás, kyphosis, diszlokáció jelenik meg, amikor önmagában a vertebroplastica

nem oldja meg a dekompresziót, vagy tumor és osteoporózis együttesen van jelen, így alapvetően a tumoros csigolyaérintettség miatt válik szükségessé a dekompresziós-stabilizáló műtét, illetve első beavatkozásként végzett PVP során bekövetkező, tünetet okozó csontcement kilépés vagy a későbbi kontrollok során észlelt kyphosis progresszió esetén alkalmazzuk.

Ezen esetekben az idegi struktúrák dekompresziója szükséges, a kizárólag a rögzítést követően alkalmazott ligamentotaxis sokszor nem vezet kielégítő eredményre. Ezen túlmenően a szagittális balansz helyreállítása is fontos szempont. Myelonkompresszió esetén kockázatos lehet a zárt gerinccsatorna melletti görbületet érintő manipuláció.

Ezen esetekben biztonságosabbnak tartjuk az általunk alkalmazott technikát.

Rendelkezésre áll minimál invazív augmentációs technika. Van-e értelme a gerinc feltárásának?

Az előző kérdésre adott válasznak megfelelően megítélésem szerint abban az esetben, amikor gerinccsatorna szűkület, következményes myelon- vagy caudakompressziót alakul ki (általában neurológiai tünetek megjelenése mellett) dekompreszió szükséges. Ezen esetekben szükség van a gerinc feltárára.

A minimálisan invazív csavaros technika alkalmazásával és egyidejű augmentációjával a feltárás mérete jelentősen rövidíthető lenne a dekompreszió mellett is. Saját tapasztalataink szerint a jelentős hosszúságú feltárás miatt a sebgyógyulási zavarok száma relatíve magasabb volt.

Tervezzük a technika kipróbálását, jelenleg nincs vele tapasztalatunk.

Klingler JH, Scholz C, Kogias E, Sircar R, Krüger MT, Volz F, Scheiwe C, Hubbe U. Minimally Invasive Technique for PMMA Augmentation of Fenestrated Screws. ScientificWorldJournal. 2015;2015:979186. doi: 10.1155/2015/979186. Epub 2015 May 14.

2/4.4 fejezetben nem veti össze a technikáját, eredményeit elképzeléseit az irodalmi adatokkal:

Az alábbiakkal szeretném kiegészíteni:

Az osteoporoticus kompressziós csigolyatörések kezelésében PMMA-augmentált transpedicularis csavaros rögzítéssel szerzett tapasztalataink, illetve eredményeink megegyeznek a szakirodalomban leírt alapelvekkel és megfigyelésekkel (2,3,8,14). A két alapvető probléma a csontszerkezet meggyengülése miatti fokozott implantatum-elégtelenség (cage besüllyedés, zárólemez-beroppanás, csavarkilazulás) veszélye (2,7,11), valamint a betegek általános állapota, mivel beteganyag túlnyomó része az idősebb, sokszor rosszabb állapotú, számos belszervi társbetegségben szenvedő és ebből kifolyólag magas perioperatív rizikójú populációból kerül ki (4).

Ennek következtében kettős törekvés jellemzi a műtéti megoldások célkitűzéseit: egyrészt a műtéti terhelés és perioperatív rizikó minimalizálása érdekében minél kevésbé destruktív, lehető legkisebb, legkevesebb involvált szegmentummal járó feltárások keresése, másrészt a gyenge csontszerkezet miatt a lehető legnagyobb szilárdságú és tartósságú rögzítés, illetve a - súlyos porosis esetén nem mindig elérhető - csontos fúzió biztosítása (10,13,15). A két célkitűzés sajnos némiképp ellentétes megfontolásokat és megközelítéseket tesz szükségessé, az viszont egyértelmű, hogy a PMMA kiegészítő alkalmazása, - mind a törések ellátásában, mind a csavarok augmentációjában - elengedhetetlen a megfelelő eredmények eléréséhez (1,10,14).

Saját betegeinknél, illetve jelen cikkünkben a poroticus törések közül is a legsúlyosabb eseteket vizsgáltuk, amelyeknél törés, illetve instabilitás következtében kifejezett vagy progresszív neurológiai tünetegyüttes alakult ki, amely a rögzítésen, stabilizáláson kívül a neurális elemek direkt műtéti dekompreszióját is szükségessé teszi. Ezen esetekben az elméletileg legkisebb invazivitású percután transpediculáris-kanülált csavaros technika (4,13) – a dekompreszió, illetve direkt feltárás szükségessége folytán - nem bizonyult önmagában elégséges megoldásnak. A transpediculáris csavar augmentációjának elvileg lehetséges három különböző módja közül, - amelyek az irodalmi adatok alapján hozzávetőlegesen azonos erősségű csavarrögzítést eredményeznek (3,16) - mindhárom technikát (1. kanülált csavaron keresztül történő feltöltés, 2. a csavar előkészített járatába történő PMMA-injektálás utáni szolid csavarbehelyezés, 3. a „hagományos” szolid transpediculáris csavarozást követő csigolyatestfeltöltés, a csavar körbeöntésével (5,9)) alkalmaztuk, míg az utóbbi időben egyre inkább a csavarok, illetve a csigolyatest utólagos, PMMA-val történő „cementezését” találtuk a legcélszerűbb megoldásnak.

Ennek előnyei: 1. Lerövidíti a narcosis, illetve a nyitott seb mellett történő sebészeti tevékenység idejét, a kellő konzisztenciájú PMMA elkészítését, óvatos, fokozatos adagolását, ami gyakran időigényes, különösen nagyobb számú csavar esetén.

2. Az előfúrt csavarjáraton keresztül beadott PMMA a csont corticálisának esetleges sérülése esetén könnyen penetrál a canalis spinalis vagy foramen felé, akár a befecskendezés során, akár a csavar bevezetése közben (3,6). A beadható cemex mennyisége is gyakran csekély mennyiségű, nem biztosít kellő csavarrögzítést.

3. A primer műtét után másodlagosan elvégzett csigolyafeltöltés esetén – akár lokálanaesthesia mellett - nyugodt körülmények között elvégezhető a csavarozott és/ vagy összeroppant csigolyatestek feltöltése, szükség esetén akár az egész corpust involválóan, ami jelentős szilárdságot biztosíthat (1,5,9). Az irodalom alapján a csavarok tartószilárdsága legalább 3 ml PMMA alkalmazása esetén a legnagyobb (16).

Intézetünkben a Neurointervenciók Laboratórium RTG-képerősítőinek mérete és felbontása lényegesen meghaladja a műtőben használt készülékek paramétereit, így sokkal nagyobb biztonsággal, kisebb szövődmenyrátával végezhető el az augmentálás (6). Az ily módon, külön második lépésben történt „utóaugmentálások” során újabb beavatkozást vagy neurológiai romlást okozó szövődmenyt, illetve a későbbiekben csavarkilazulást/törést eddig nem észleltünk.

Kísérleti tanulmányok megfigyelése szerint a szolid csavar köré injektált PMMA ugyanakkora (3,16) (illetve egyes közlemények megállapítása szerint nagyobb (1,12)) rögzítőszilárdsággal bír, mint a kanulált csavarok feltöltése esetén. A csavarfelszín-PMMA közti kötés erőssége meghaladja a PMMA-csont között fennállóét, így feszítéskor, extrém mértékű terhelésnél a csavar a PMMA-val együtt szakad ki a csigolya corpusából (12), ezért a minél nagyobb arányú csigolyatest feltöltés megelőzi a későbbi esetleges csavarkimozdulást.

Eredményeink, megfigyeléseink megegyeznek a szakirodalmi adatokkal, amelyek alapján a transpedicularis csavarok percutan augmentációja kellő biztonsággal és jó hatásokkal végezhető technikának tartható osteoporosis vagy egyéb etiológia (pl. tumor) miatt meggyengült csontszerkezetű betegek stabilizációs műtétei során (2,3,4,8,10). A szakirodalomban közölt tanulmányok és saját tapasztalataink alapján megállapíthatjuk, hogy a megfelelően elvégzett augmentáció után a csavarkilazulás/törés valószínűsége elfogadható mértékben alacsony. Szintén egyetértés mutatkozik abban, hogy ezen, többnyire idős és rossz belszeri állapotú betegek esetén rendkívül fontos az átgondolt műtéti terv kialakítása, a lehető legkisebb mértékű invazivitás szem előtt tartása, valamint a gondos betegszelekció, az utókezelés, valamint a szövődmeny lehetőségek megelőzése.

Irodalom:

1. Burval DJ, McLain RF, Milks R, Inceoglu S. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength. Spine (Phila Pa 1976). 2007 May 1;32(10):1077-83.
2. Weiser L, Huber G, Sellenschloh K, Viezens L, Püschel K, Morlock MM, Lehmann W. Insufficient stability of pedicle screws in osteoporotic vertebrae: biomechanical correlation of bone mineral density and pedicle screw fixation strength. Eur Spine J. 2017 Apr 8. doi: 10.1007/s00586-017-5091-x.
3. Elder BD, Lo SF, Holmes C, Goodwin CR, Kosztowski TA, Lina IA, Locke JE, Witham TF. The biomechanics of pedicle screw augmentation with cement. Spine J. 2015 Jun 1;15(6):1432-45.
4. Pesenti S, Graillon T, Mansouri N, Adetchessi T, Tropiano P, Blondel B, Fuentes S. Use of pedicle percutaneous cemented screws in the management of patients with poor bone stock. Neurochirurgie. 2016 Dec;62(6):306-311.

5. Yun DJ, Hwang BW, Oh HS, Kim JS, Jeon SH, Lee SH. Salvage Percutaneous Vertebral Augmentation Using Polymethyl Methacrylate in Patients with Failed Interbody Fusion. *World Neurosurg*. 2016 Nov;95:618.e13-618.e20. doi: 10.1016/j.wneu.2016.08.036. Epub 2016 Aug 18.
6. Hoppe S, Wangler S, Aghayev E, Gantenbein B, Boger A, Benneker LM. Reduction of cement leakage by sequential PMMA application in a vertebroplasty model. *Eur Spine J*. 2016 Nov;25(11):3450-3455.
7. Oh KW, Lee JH, Lee JH, Lee DY, Shim HJ. The Correlation Between Cage Subsidence, Bone Mineral Density, and Clinical Results in Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Clin Spine Surg*. 2016 Jun 28. [Epub ahead of print]
8. Girardo M, Cinnella P, Gargiulo G, Viglierchio P, Rava A, Aleotti S. Surgical treatment of osteoporotic thoraco-lumbar compressive fractures: the use of pedicle screw with augmentation PMMA. *Eur Spine J*. 2017 Mar 21. doi: 10.1007/s00586-017-5037-3. [Epub ahead of print]
9. Schmoelz W, Heinrichs CH, Schmidt S, Piñera AR, Tome-Bermejo F, Duarte JM, Bauer M, Galovich LÁ. Timing of PMMA cement application for pedicle screw augmentation affects screw anchorage. *Eur Spine J*. 2017 Apr 3. doi: 10.1007/s00586-017-5053-3. [Epub ahead of print]
10. Uchida K, Nakajima H, Yayama T, Miyazaki T, Hirai T, Kobayashi S, Chen K, Guerrero AR, Baba H. Vertebroplasty-augmented short-segment posterior fixation of osteoporotic vertebral collapse with neurological deficit in the thoracolumbar spine: comparisons with posterior surgery without vertebroplasty and anterior surgery. *J Neurosurg Spine*. 2010 Nov;13(5):612-21.
11. Peter M. Formby, Daniel G. Kang, Melvin D. Helgeson, Scott C. Wagner. Clinical and Radiographic Outcomes of Transforaminal Lumbar Interbody Fusion in Patients with Osteoporosis *Global Spine J* 2016;6:660–664.
12. Lih-Huei Chen, Ching-Lung Tai, De-Mei Lee, Po-Liang Lai, Yen-Chen Lee, Chi-Chien Niu, Wen-Jer Chen Pullout strength of pedicle screws with cement augmentation in severe osteoporosis: A comparative study between cannulated screws with cement injection and solid screws with cement pre-filling *BMC Musculoskeletal Disorders* 2011, 12:33.
13. Pesenti S, Blondel B, Peltier E, Adetchessi T, Dufour H, Fuentes S. Percutaneous cement-augmented screws fixation in the fractures of the aging spine: is it the solution? *Biomed Res Int*. 2014;2014:610675. doi: 10.1155/2014/610675. Epub 2014 Feb 20.
14. Shea TM, Laun J, Gonzalez-Blohm SA, Doulgeris JJ, Lee WE, Aghayev K, Vrionis FD. Designs and techniques that improve the pullout strength of pedicle

screws in osteoporotic vertebrae: current status. Biomed Res Int. 2014;2014:748393. doi: 10.1155/2014/748393. Epub 2014 Mar 3.

15. Eschler A, Roepenack P, Roesner J, Herlyn PK, Martin H, Reichel M, Rotter R, Vollmar B, Mittlmeier T, Gradl G. Cementless Titanium Mesh Fixation of Osteoporotic Burst Fractures of the Lumbar Spine Leads to Bony Healing: Results of an Experimental Sheep Model. Biomed Res Int. 2016;2016:4094161. doi: 10.1155/2016/4094161. Epub 2016 Feb 25.

16. Leichtle CI, Lorenz A, Rothstock S, Happel J, Walter F, Shiozawa T, Leichtle UG. Pull-out strength of cemented solid versus fenestrated pedicle screws in osteoporotic vertebrae. Bone Joint Res. 2016 Sep;5(9):419-26.

137.o. a fejlesztés további irányai fejezetben miért a csavar körbeöntése szerepel?

Műtéti megoldásra kerülő esetekben általában corpectomia (vagy a csigolyatest nyílt vertebroplasztikája) történik, minimálisan 8, de többször 10-12 csavar egyidejű behelyezésével. A csavarokat speciális gondossággal szükséges bevezetni (járat fala nem penetrálja-e a pediculus vagy a csigolyatest corticalisát, amely később esetleg a csontcement kicsorgásához vezethetne, megfelelő szögben bejuttatott kanülált csavarok méreténél figyelembe kell vennünk, hogy a csavar hozzávetőlegesen a csigolyatestben meddig érjen, hogy a perforáció és canülálás helyén a csontcement kiáramlás megfelelő helyre érkezzen stb.) Ezen csavarok egyenkénti, vagy kettesével való augmentációja szintén időigényes folyamat.

A műtőben lévő képerősítő (BV Pulsera, Philips Medical Systems) lényegesen gyengébb minőségű képet ad mint az angiográfiás laboratóriumban működő digitális szubtrakciós angiográfia egység (GE LCV+). Az eljárás alatt bekövetkező szövődmények tekintetében a kilépő csontcement okozta tüdőembólia, illetve a csontcement gerinccsatornába jutása jelenti a legnagyobb veszélyt. Jobb minőségű képerősítőn hamarabb észlelhető és megakadályozható a nem várt szövődmény előfordulása.

Ezen betegek műtéti teherbírása gyakran a magas átlagéletkor és a gyakran már meglévő súlyos belszervi alapbetegségek miatt fokozott. Ennek megfelelően a nem ritkán 5-6 órás vagy annál hosszabb műtéti altatás is fokozza a kockázatot.

12 beteg 15 kompressziós csigolyatörését kezeltük PMMA augmentált kanülös transzpediculáris csavarokkal. Szövődmény 5 esetben jelentkezett (egy intraoperatív pulmonális embólia, három betegnél sebgyógyulási zavar, egy beteg a posztoperatív időszakban stroke-ot kapott).

Az volt a tapasztalatunk, hogy tekintettel a beavatkozás invazivitására, a betegek általános belszervi és neurológiai állapotára, a posztoperatív rehabilitálhatóság nagyban befolyásolta a műtét hosszú távú sikerességét, így e tényezők felmérése nélkül a beavatkozás jelentős kockázatot jelentett a betegek számára.

Ezen tények vezettek arra minket, hogy alternatív megoldásokat keressünk. Az utólagos augmentációval a beavatkozást kétfelé bontottuk, ennek megfelelően két rövidebb, így jobban tolerálható részre. Az első alkalommal történik meg a nyílt műtét, amely során a dekompresziót, a corpus ellátását, valamint a csavarok behelyezését végezzük. Második lépésben akár több nappal, vagy egy héttel később a csavarok utólagos augmentációját, körbeöntését végezzük csontcementtel. További előny, hogy a jelentősen jobb minőségű angiográfiás képerősítő alatt történik.

A gyakorlatban a betegek így sokkal jobban tolerálják a beavatkozásokat. Jelenleg 35-40 közötti esetszám áll rendelkezésre ilyen módon történt kezeléssel. Az adatok, a nyomkövetés eredményeinek összesítése zajlik, közvetlenül közlés előtt áll.

Végezetül ismételten köszönöm Büki András Professzor Úr, az MTA doktora támogató opponensi véleményét, kérdéseit, észrevételeit, javaslatait, amelyeket további tudományos munkám során is figyelembe veszek.

Tisztelettel kérem válaszaim szíves elfogadását és véleményének fenntartását, amely szerint támogatja értekezésem elfogadását és az MTA Doktora cím odaítélését.

Budapest, 2017. 05. 20.



Dr. Banczerowski Péter