

Chirurgická léčba sekundární stenózy bederní páteře (narativní přehled problematiky)

MUDr. Pavel Barsa, Ph.D.

Neurochirurgické oddělení, Neurocentrum, Krajská nemocnice Liberec, a. s., Liberec

Neurochirurgická a neuroonkologická klinika, 1. LF UK a Ústřední vojenské nemocnice Praha

Pacienti s bederní spinální stenózou mohou vykazovat příznaky, jakými jsou bolest zad, kořenové iritace a neurogení klaudikace. Přestože podle dosavadních studií nejsou rozdíly mezi konzervativním a chirurgickým způsobem léčby jednoznačné, lze po operaci pacienta s těžkou bederní stenózou očekávat pozitivní účinky, jako je časný ústup bolesti, související zlepšení funkčnosti a zvýšení kvality života. Chirurgická léčba spočívá v dekompresi nervových struktur. Přídavnou stabilizaci zvažujeme v závislosti na stupni dekomprese a doprovodné nestabilitě. Recentně zaváděné techniky minimálně invazivní chirurgie přinášejí slibné výsledky a v blízkém horizontu lze očekávat jejich další rozvoj. Optimální výsledek léčby lze očekávat při obsáhnutí patofyziologie, znalosti morfologie a pochopení prediktorů léčebných metod lumbální stenózy.

Klíčová slova: bederní páteř, sekundární stenóza, chirurgická léčba, dekomprese, chirurgická stabilizace.

Surgical treatment of the secondary lumbar spinal stenosis (a narrative review)

Patients with lumbar spinal stenosis may experience symptoms such as back pain, nerve root irritation and neurogenic claudication. Although studies have shown that differences between non-surgical and surgical treatments are not significant, positive effects such as early pain relief, associated functional improvement and higher quality of life, may be expected after surgery in patients with severe lumbar stenosis. Surgical treatment consists of decompression of nerve structures. Additional stabilization is considered depending on the degree of decompression and accompanying instability. Recently introduced techniques of minimally invasive surgery bring promising surgical results and their further development can be expected in the near future. Thus, even better therapeutic effects may be expected with an approach aimed at understanding the pathophysiology, taking into account morphology and knowledge of predictors of treatment methods for lumbar spinal stenosis.

Key words: lumbar spine, secondary stenosis, surgical treatment, decompression, surgical stabilization.

Úvod

Stenózu bederní páteře definujeme jako zúžení anatomických poměrů kanálu páteřního (centrální typ), laterálních recesů nebo neuroforamin (laterální typ). V klinické praxi jde o segmentální formu nebo o postižení víceetážové. Redukci anatomických prostor páteře, kterými probíhají nervové struktury, způsobuje hypertrofie přilehlých faceto- vých kloubů, zhrubění vazivového aparátu, protruze disků, snížení meziobratlového

prostoru, skluz obratlových těl (spondylo- listéza), případně kombinace uvedených morfologických nálezů. Stenózou však není zmenšení anatomických poměrů vzniklé výhřezem meziobratlové ploténky nebo redukce prostor daná přítomností synovi- ální cesty.

Bederní stenózu coby klinickou entitu charakterizuje přítomnost komplexu subjektivních potíží, klinického nálezu a korelující radiologické abnormality. Bolesti v zádech

a dolních končetinách, často provázené neurogeními klau- dikacemi, patří k projevům statické či dynamické komprese nervových kořenů. Pacienti vedle těchto potíží popisují také úlevové polohy trupu. Patří mezi ně předklon, sed, nebo leh na boku. Podle intenzity a doby trvání komprese můžeme nalézt také nejrůznější stupeň senzitivního a motorického výpadu. Přestože jde o vůbec nejčastější vertebrogenní syndrom vedoucí k operačnímu řešení populace starší 65 let

(Lurie et Lane, 2016), existuje celá řada nevyřešených nebo problematických momentů:

1. Přestože většina radiologických vyšetření u pacientů ve vyšší věkové kategorii vykazuje určitý stupeň degenerativního poškození bederní páteře, přesná incidence klinicky symptomatické bederní stenózy zůstává neznámá. Na této neznalosti se podílí kromě jiného také komorbidita v této věkové skupině, kdy mohou příznaky bederní stenózy kolidovat například se symptomy vycházejícími z ischemického poškození dolních končetin, s potížemi souvisejícími s obecně nedobrou stavem kyčlí, kolen a pohybového aparátu obecně nebo s projevy polyneuropatie.

2. Základem pro stanovení diagnózy bederní stenózy je subjektivní a klinický nále. Morfologický nále stenotických poměrů v bederní páteři nebo dokonce přítomnost neurální komprese můžeme potvrdit i u osob asymptomatických nebo v lokalizacích, které nekoreluje s klinickým nálezem symptomatického pacienta.

3. Vzhledem k tomu, že velká část symptomů vedoucích k zahájení léčby spočívá v oblasti subjektivních potíží pacienta, jsou kvantifikace a porovnání terapeutických výsledků obtížné a měly by být hodnoceny v kontextu bio-psycho-sociálního pohledu na vertebrogenní problematiku.

4. Neexistuje konsenzus ohledně optimálního léčebného postupu a během rozhodovacího procesu dominuje empirický přístup. Nejednotný přístup tak nalezneme v rovině interdisciplinární a s odlišnostmi se setkáme v porovnání pracovišť jednotlivých oborů. Léčebné výsledky se logicky musí lišit a faktické stanovení evidence based strategie je obtížné.

Indikace konkrétního léčebného postupu je tedy záležitostí přísně individuální. Individualizace operačního výkonu u konkrétního pacienta by měla reflektovat klinický nále, celkový zdravotní stav pacienta zahrnující kromě jiného schopnost podstoupit rozsáhlejší chirurgický výkon. Důležité je dále zhodnocení kvality kostí, zohlednění somatotypu člověka a očekávané pooperační fyzické zátěže. Indikující chirurg musí být schopen spolehlivě interpretovat radiologické výstupy. Filozofie moderní páteřní chirurgie není jen

obsáhnutím lokálního nálezu, tedy přesným popisem stenózy (jaká část průběhu nervové struktury je komprimována a v jakém rozsahu bederní páteře). V úvahu jsou brány také parametry regionální zahrnující charakteristiku bederní lordózy, přítomnost dynamické instability a lumbopelvicke parametry. Do indikační rozvahy však pronikly také parametry globální rovnováhy trupu v sagitální i koronární rovině. Páteřní chirurg tak nemůže být tím, kdo „pouze“ dekomprimuje kritický úsek páteře. Ve jménu dlouhodobého efektu operace a možnosti pooperačního zapojení pacienta do co možná nejširšího spektra fyzických aktivit je zapotřebí, aby svými znalostmi a zkušenostmi rutinně zvládal techniky páteřní instrumentace a aby obsáhl principy léčby páteřních deformit. Následující text není systematickým zmapováním problematiky bederní stenózy z pohledu chirurga. Jedná se o zdůraznění momentů souvisejících se sekundární bederní stenózou, které se v současné době jeví jako relevantní.

Koho operovat

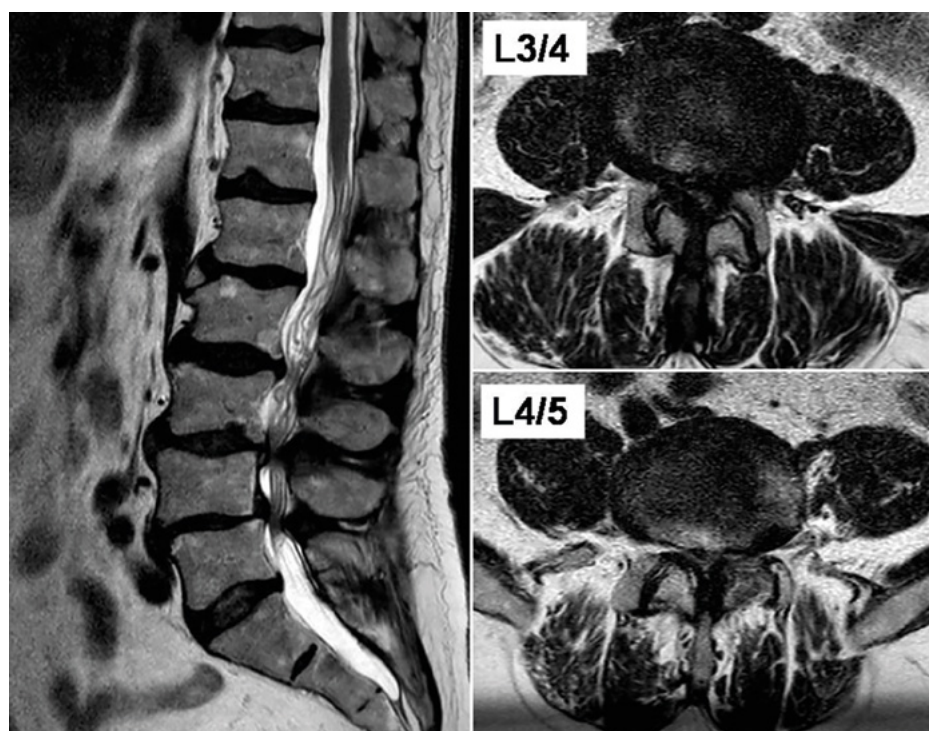
Zcela jistě platí pravidlo, podle kterého bychom těžší formy operovat měli (Obr. 1), lehčí potom spíše k operaci neindikujeme. U středně těžkých stenóz můžeme primárně

zkusit konzervativní přístup, pokud se kýžený terapeutický efekt nedostaví, zvážíme operaci (Obr. 2). Hodnocení stupně postižení vychází z konkrétního klinického nálezu. Vzhledem k obecně nízké korelaci mezi závažností klinického stavu a stupněm redukce anatomických prostor v radiologickém nález je zhodnocení morfologického obrazu pouze sekundární informací vedoucí k upřesnění rozsahu a typu operace.

Další otázkou a kontroverzí zůstává náplň termínu „těžká forma stenózy“, indikovaná k operaci. V obecné rovině se jedná o těžce tolerované až netolerovatelné symptomy zahrnující bolest v bederní krajině, vystřelující ostré a intenzivní bolesti v jedné nebo obou dolních končetinách, případně progresivní slábnutí dolních končetin a klaudikační obtíže. Mohou se přidružit také poruchy ovládnutí sfinkterů. V takovýchto případech bychom s indikací k operaci neměli váhat.

Problematické však je, co sám pacient vnímá jako těžce tolerované příznaky. Tělesně aktivní jedinec, pro kterého je fyzický výkon (včetně fyzického výkonu v průběhu profesní zátěže) důležitou součástí života, posunuje tuto hranici podstatně níže než pacient, většinou vyššího věku, kterému postačí ke spokojenosti aktivity vedoucí k naplnění jeho základních

Obr. 1. Morfologický nále těsné stenózy v segmentech L3/4 a L4/5 byl učiněn u pacienta s intenzivními bolestmi v bederní oblasti, neurogenními klaudikacemi po 50 m chůze a oboustranným senzitivně-motorickým deficitem L5; tíže klinického stavu a korelující morfologický nále vedly k indikaci chirurgické intervence



Obr. 2. Hypertrofie zygoapofyzeálních kloubů společně se zbytněním žlutého vazů v segmentech L4/5 a L5/S1 vedou ke stenóze kanálu páteřního menšího stupně; u pacienta s mechanickými bolestmi v dolní bederní krajině doprovázenými intermitentními pravostrannými iritacemi v dermatomu L5 jsme primárně indikovali konzervativní vedení a rozhodnutí o operačním výkonu bude učiněno podle efektu indikované rehabilitace



Tab. 1. Kategorizace stenózy kanálu páteřního podle Schizas (Schizas et al., 2010)

Stupeň	Stupeň stenózy	Morfologický popis na příčném řezu durálním vakem
A	Žádná nebo lehká stenóza	Kořeny jsou odlišitelné, nezaplňují celou plochu příčného průřezu durálního vaku, kde významnou část představuje signál mozkomíšního moku
B	Střední stenóza	Kořeny jsou odlišitelné, na průřezu zaplňují celý durální vak
C	Těžká stenóza	Kořeny nejsou odlišitelné a vyplňují celý durální vak, není signál mozkomíšního moku, epidurální tuk je přítomen
D	Extrémní stenóza	Kořeny nejsou odlišitelné a vyplňují celý durální vak, není signál mozkomíšního moku, epidurálně není odlišitelný tuk

životních potřeb. Pro fyzicky vysoce aktivní jedince není fyzická aktivita pouhým pohybem, díky němuž se dobře cítí a pomocí níž přispívá ke svému fyzickému zdraví. Pohyb je pro něho také cestou ke zpracování každodenního stresu, cestou k psychické pohodě a současně cestou k sociálním kontaktům. Stále více našich pacientů (i těch z vyšších věkových kategorií) vidí smysl svého života v polohách spojených s intenzivnějším fyzickým výkonem, sportem nebo s outdoorovými aktivitami. Na druhé straně existuje skupina pacientů s nízkými fyzickými požadavky, kteří často tolerují přerušování aktivit se zaujatím úlevové polohy. V souvislosti s předoperační rozvahou se tak vedle zohlednění fyzického nálezu stále častěji na pořad dne dostávají otázky očekávání konkrétního pa-

cienta, jeho psychická odolnost, stejně jako životní a profesní motivace. Během indikací k chirurgické intervenci pro bederní stenózu čím dál ostřeji vnímáme jako zásadní přístup související s bio-psycho-sociální kontextem konkrétního pacienta.

Prediktory operační léčby

Znalost přirozeného průběhu onemocnění a prediktivních faktorů v souvislosti s operací bederní stenózy jsou klíčem ke správnému rozhodnutí o optimálním léčebném postupu. Dosavadní studie se snažily identifikovat význam celé řady potenciálních prediktorů z oblasti morfologie, kliniky a elektrofyziologie.

Ve vztahu k tíži funkčního postižení považujeme jako významný morfologický ná-

Obr. 3. Undulace redundantních nervových kořenů kranálně k centrální stenóze kanálu páteřního v etáži L3/4



lez předozadního rozměru kanálu páteřního v sagitální rovině a v úrovni intervertebrálního disku menší než 7 mm (Hurri et al., 1998). Většina pacientů s tímto a menším předozadním rozměrem má těžký stupeň příznaků a bývá indikována k dekompresi. Schizas se ve své studii nezabýval rozměry kanálu páteřního nebo neuroforamin, ale svou pozornost věnoval uspořádání kořenů uvnitř durálního vaku při příčném MR zobrazení v T2 sekvencích. Poté, co kategorizoval rozložení nervových kořenů do čtyř základních typů (Tab. 1), konstatoval, že stupeň C a D, tedy situace, kdy nejsou v místě zúžení odlišitelné jednotlivé kořeny a kdy na příčném řezu centrálně stenotickým segmentem chybí signál mozkomíšního moku, často dochází k selhání konzervativní léčby a doporučuje spíše chirurgickou léčbu (Schizas et al., 2010). Z klinické praxe dále známe nález redundantních tortuózně probíhajících nervových kořenů v durálním vaku kranálně nad stenotickým segmentem (Obr. 3). Jedná se o nález, který zpravidla doprovází těžkou centrální stenózu a vzhledem k výsledkům dekomprese bývá chirurgickou obcí vnímán jako nepříznivý. Jeho přítomnost autoři spojují s demyelinizačními změnami a endoneurální fibrotizací postižených kořenů (Suzuki et al., 1989). Pooperační zlepšení klinického stavu pacienta při něm bývá málokdy kompletní (Min et al., 2008). Existují autoři, kteří považují nález redundantních tortuózních kořenů za obraz související s chronickou těžkou kompresí nervových kořenů. Nepříznivá

pooperační prognóza, stejně jako popsané histopatologické změny, podle nich souvisí s chronickou ischemizací kořenů (Yang et al., 2013). K dalším nepříznivým prediktorům chirurgického zákroku patří přítomnost sekundární stenózy v terénu degenerativní skoliózy. Skolióza představovala ve vybraných studiích nález, kvůli kterému pacienti pooperačně vykazovali horší subjektivní výstup ve srovnání se sekundární stenózou bez přítomnosti deformity páteře (Simotas et al., 2000; Adamová et al., 2015).

Elektrofyzilogické vyšetření není rutiním u pacienta se stenózou bederní páteře, patří však do širšího spektra předoperačních vyšetření. Klíčovým diagnostickým cílem je odlišit polyneuropatii od příznaků způsobených stenotickým terénem bederní páteře. V souvislosti s predikcí pooperačního vývoje se jako ukazatel neuspokojivého výsledku operace jeví EMG nález pluriradikulárního postižení a průměrná amplituda H-reflexu snímaného z m. soleus < 2,8 mV (Micankova Adamova et al., 2012; Adamova et al., 2015).

Z klinických parametrů vyšetřovaných v souvislosti s pooperační prognózou nebyl označen jediný, který by predikoval lepší či horší operační výsledek. Jednoznačně je ale za faktor vedoucí k horším výsledkům léčby chirurgické (ale i nechirurgické) považována přítomnost depresivního syndromu a psychiatrická komorbidita obecně (Nechanicka et al., 2016). Stále však trvá potřeba studií dokumentujících jak dlouhodobý přirozený průběh onemocnění, tak průběh pooperační.

Chirurgická léčba

V případě pacientů, u kterých nezaznamenáme zlepšení během konzervativní léčby nebo kteří mají závažné, obtížně tolerovatelné příznaky a morfologickou korespondující kompresi nervových struktur, je obecným doporučením chirurgický zákrok. Systematický přehled literatury ukázal, že odložení operace po dobu konzervativní léčby není spojeno s horším chirurgickým výsledkem a že operace je účinnější než pokračující konzervativní léčba, když konzervativní možnosti selhaly po období tří až šesti měsíců (Kovacs et al., 2011).

Existuje množství chirurgických přístupů k dekompresi LSS. Tyto zahrnují v obecné ro-

vině dekompresi přímou a nepřímou. Přímá dekomprese si klade za cíl odstranit veškeré tkáně, které komprimují durální struktury. Historicky nejdéle prověřenou je otevřená cesta dekomprese laminektomií nebo hemilaminektomií (Jansson et al., 2003; Gibson et Waddell, 2005). Komplikace spojené s tímto přístupem (Stromqvist et al., 2012) později vedly k navržení méně invazivních operačních technik, jakými jsou jednostranné nebo oboustranné laminotomie, split laminoplastiky či oboustranné undercutting dekomprese z jednostranného přístupu (Aryanpur et Ducker, 1988; Spetzger et al., 1997). V současnosti se v programech spondylochirurgických pracovišť stále častěji setkáváme s postupy minimálně invazivními, vedenými pod mikroskopickou vizualizací, nebo přístupy endoskopickými. Právě v této oblasti lze v blízké budoucnosti očekávat rozvoj. Samotná přímá dekomprese by u velké části pacientů měla být dostačující strategií a případná stabilizace se většinou nedoporučuje (Machado et al., 2015). Zcela jednoznačně tato strategie platí u pacientů vyšších věkových kategorií, u morfologického nálezu nízkého pohybového segmentu, u ankylotického pohybového segmentu a v případě pacientů s nižšími hodnotami BMI a nízkým stupněm očekávané fyzické zátěže.

V případech preexistující nestability, nutnosti rozsáhlé dekomprese, která tuto instabilitu způsobí, u pacientů oběžných či těžce pracujících obvykle pomýšlíme na stabilizační operační výkon s výslednou segmentální fúzí. Dalším důvodem pro užití vnitřní fixace s cílem dosažení fúze je princip nepřímé dekomprese nervových struktur. Ta spočívá v dekompresi za použití distrakce a fixace páteře v obnoveném postavení asistovaném spinálními instrumentačními systémy. V souvislosti s instrumentovanými výkony v bederní páteři však podle dosud provedených analýz musíme nést v paměti riziko vyšší míry reoperací, pooperačních komplikací a za rozvahu stojí také vyšší náklady doprovázející instrumentované operace. V případě stabilizačních výkonů dále musíme brát v potaz vyšší krevní ztráty a delší pooperační hospitalizaci (Katz et al., 1997; Deyo et al., 2013). V současné době nejsou k dispozici doporučení založená na důkazech, která

by určovala, jak postupovat za specifických klinických situací nebo u konkrétní kategorie pacientů. Jediný možný tak zůstává individuální přístup stanovený na základě anatomické lokalizace stenózy, počtu postižených segmentů a přítomnosti abnormálního anatomického nálezu nebo nestability a deformity. Zásadní je chirurgova zkušenost a dokonalé zvládnutí operační techniky. Jen operátor ovládající plné spektrum chirurgických výkonů dokáže pacientovi doporučit vhodný typ intervence, kriticky zváží všechna úskalí, výkon provede bezpečně a v přijatelném operačním čase.

Dosud bylo publikováno několik randomizovaných studií s cílem porovnat účinnost chirurgické dekomprese s konzervativní léčbou. Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) je studií největší, která porovnávala standardní dekompresní laminektomií s neoperačním řešením u pacientů s LSS bez spondylolistézy. Interpretace této studie byla poněkud zatemněna vysokou mírou změny léčebné taktiky v průběhu sledování. Probandi měli tendenci odstupovat z kontrolní konzervativně vedené skupiny do kohorty operované, nicméně v analýze skutečné léčby („as treated analysis“) byl zjištěn léčebný efekt mluvící ve prospěch chirurgického zákroku. Operace vedla ke snížení intenzity bolesti. Navíc pacienti léčení chirurgicky popisovali vedle snížení intenzity bolesti také zlepšení funkce po dvou letech (Weinstein et al., 2008). Po dalších čtyřech letech autoři publikovali údaje o pokračujícím zlepšení bolesti a funkce u operovaných (Pearson et al., 2012).

Závěr

Cílem každé operace je uvolnit stlačené nervové elementy a poskytnout tak symptomatickou úlevu. Současně by cílem operace mělo být zpomalit další proces degenerace páteře, nedestabilizovat páteř a dekompresní operací nespustit rozvoj páteřní deformity. Vzhledem k tomu, že v současnosti neprobíhají velké klinické studie a rozvoj chirurgických technik je vpravdě explozivní, zůstává rozhodnutí o konkrétním operačním postupu zodpovědností toho kterého chirurga. Ten svá rozhodnutí opírá o dosažené medicínské vzdělání a zkušenosti. Základem poctivého a zodpovědného přístupu k problematice tak musí být kontinuální vzdělávání a soustavná práce.

LITERATURA

1. Adamova B, Vohanka S, Dusek L, et al. Outcomes and their predictors in lumbar spinal stenosis: a 12-year follow-up. *Eur Spine J.* 2015;24(2):369-80. doi: 10.1007/s00586-014-3411-y.
2. Aryanpur J, Ducker T. Multilevel lumbar laminotomies for focal spinal stenosis: case report. *Neurosurgery.* 1988;23(1):111-5. doi: 10.1227/00006123-198807000-00021.
3. Deyo RA, Martin BI, Ching A, et al. Interspinous spacers compared with decompression or fusion for lumbar stenosis: complications and repeat operations in the medicare population. *Spine.* 2013;38:865-872. doi: 10.1097/BRS.0b013e31828631b8.
4. Gibson JN, Waddell G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane Review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(20):2312-20. doi: 10.1097/01.brs.0000182315.88558.9c
5. Hurri H, Slätis P, Soini J, et al. Lumbar spinal stenosis: assessment of long-term outcome 12 years after operative and conservative treatment. *J Spinal Disord.* 1998;11(2):110-5.
6. Jansson KA, Blomqvist P, Granath F, Németh G. Spinal stenosis surgery in Sweden 1987-1999. *Eur Spine J.* 2003;12(5):535-41. doi: 10.1007/s00586-003-0544-9.
7. Lurie J, Tomkins-Lane C. Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ.* 2016;352:h6234. doi:10.1136/bmj.h6234.
8. Katz JN, Lipson SJ, Lew RA, et al. Lumbar laminectomy alone or with instrumented or noninstrumented arthrodesis in degenerative lumbar spinal stenosis. Patient selection, costs, and surgical outcomes. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22(10):1123-31. doi: 10.1097/00007632-199705150-00012.
9. Kovacs FM, Urrutia G, Alarcon JD. Surgery versus conservative treatment for symptomatic lumbar spinal stenosis: a systematic review of randomized controlled trials. *Spine.* 2011;36(20):E1335-51. doi: 10.1097/BRS.0b013e31820c97b1.
10. Machado GC, Ferreira PH, Harris IA, et al. Effectiveness of surgery for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10(3):e0122800. doi: 10.1371/journal.pone.0122800.
11. Micankova Adamova B, Vohanka S, et al. Prediction of long-term clinical outcome in patients with lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J.* 2012;21(12):2611-2619. doi:10.1007/s00586-012-2424-7.
12. Min JH, Jang JS, Lee SH. Clinical significance of redundant nerve roots of the cauda equina in lumbar spinal stenosis. *Clin Neurol Neurosurg.* 2008;110:14-8. doi: 10.1016/j.clin-neuro.2007.08.005.
13. Nechanicka N, Barsa P, Harsa P. Psychosocial factors in patients indicated for lumbar spinal stenosis surgery. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2016;77(5):432-40. doi: 10.1055/s-0036-1583179.
14. Pearson A, Lurie J, Tosteson T, et al. Who should have surgery for spinal stenosis? Treatment effect predictors in SPORT. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(21):1791-1802. doi:10.1097/BRS.0b013e3182634b04.
15. Schizas C, Theumann N, Burn A, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine.* 2010;35(21):1919-1924. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd.
16. Simotas AC, Dorey FJ, Hansraj KK, et al. Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis. Clinical and outcome results and a 3year survivorship analysis. *Spine.* 2000;25(2):197-203. doi: 10.1097/00007632-200001150-00009.
17. Spetzger U, Bertalanffy H, Reinges MHT, et al. Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. *Acta Neurochir (Wien).* 1997;139:397-403. doi: 10.1007/BF01808874.
18. Stromqvist F, Jonsson B, Stromqvist B. Swedish Society of Spinal Surgeons. Dural lesions in decompression for lumbar spinal stenosis: incidence, risk factors and effect on outcome. *Eur Spine J.* 2012;21:825-828. doi: 10.1007/s00586-011-2101-2.
19. Suzuki K, Ishida Y, Ohmori K, et al. Redundant nerve roots of the cauda equina: clinical aspects and consideration of pathogenesis. *Neurosurgery.* 1989;24:521-8. doi: 10.1227/00006123-198904000-00006.
20. Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, et al. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med.* 2008;358:794-810. doi: 10.1056/NEJMoa0707136.
21. Yang SM, Park HK, Cho SJ, et al. Redundant nerve roots of cauda equina mimicking intradural disc herniation: a case report. *Korean J Spine.* 2013;10:41-43. doi:10.14245/kjs.2013.10.1.41.