

Univerzita Karlova v Praze

Lékařská fakulta v Plzni

**Chirurgické možnosti léčby degenerativního
onemocnění thorakolumbální páteře**

*Význam morfologických a klinických klasifikací
stenózy bederní páteře v předoperační rozvaze*

MUDr. David Bludovský

Školitel: doc. MUDr. Vladimír Přibáň, PhD.

Studijní program: Chirurgie

Plzeň 2018

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Historie.....	12
3. Teoretický úvod.....	13
3.1 Anatomie.....	13
3.1.1 Skelet.....	13
3.1.2 Meziobratlová ploténka.....	14
3.1.3 Vazivový systém páteře.....	15
3.1.4 Svalstvo.....	15
3.2. Biomechanika páteře.....	17
3.2.1 Pohybový segment.....	17
3.2.2 Obratlové tělo.....	18
3.2.3 Meziobratlová ploténka.....	19
3.2.4 Spinální vazy.....	20
3.2.5 Stabilizační a dynamická funkce svalstva.....	20
3.2.6 Kinematika páteře.....	21
3.3 Patofyziologie degenerativních změn páteře.....	24
3.3.1 Krycí deska obratle.....	24
3.3.2 Meziobratlová ploténka.....	24
3.3.3 Spinální klouby.....	25
3.3.4 Obratlová těla.....	25
3.3.5 Vazy.....	26

3.3.6 Svaly	26
3.4 Patofyziologie lumbální spinální stenózy.....	26
3.4.1. Centrální LSS.....	26
3.4.2 Laterální stenóza.....	27
3.4.3 Etiologická klasifikace LSS.....	27
3.4.4 Patofyziologické teorie.....	28
3.5 Epidemiologie a definice LSS	29
3.6 Symptomy LSS	30
3.6.1 Subjektivní potíže.....	30
3.6.2 Objektivní nález	31
3.6.3 Diferenciální diagnostika LSS	32
3.7 Obrazová diagnostika LSS	35
3.7.1 Prostý snímek (RTG).....	35
3.7.2 Počítačová tomografie (CT).....	35
3.7.3 Magnetická rezonance (MR).....	36
3.8 Elektrofyzilogická diagnostika	37
3.9 Průběh, prognóza a léčebné možnosti LSS	37
3.9.1 Konzervativní léčba.....	38
3.9.2 Chirurgická léčba	39
4. Hypotéza.....	43
5. Soubor a metodika	45

5.1 Vstupní kritéria	45
5.2 Kritéria pro vyloučení	45
5.3 Oswestry dotazník.....	46
5.4 Modifikované skóre neurologického postížení u LSS	50
5.5 Radiologická klasifikace LSS (sedimentační) podle Schizase	51
5.6 Měření plochy durálního vaku podle Hamanishiho	53
6. Výsledky.....	55
7. Diskuze.....	60
8. Závěry	71
9. Literatura	72

Použité zkratky

CT	počítačová tomografie
LSS	lumbální spinální stenóza
L1 až L5	označení pro lumbální (bederní) obratel nebo kořen první až pátý
mNIS LSS	modifikovaný Neurological Impairment Score Lumbar Spine Stenosis, stupnice hodnotící neurologické postižení u pacientů s bederní stenózou
mPK	minimální plocha kanálu páteřního
mPD	minimální plocha durálního vaku
MR	magnetická rezonance
mSch	minimální hodnota Schizasovy škály
NASS	North American Spine Society
ODI	Oswestry Disability Index, index hodnotící omezení pacienta s onemocněním páteře v běžném životě
PMG	perimyelografie
RTG	prostý snímek (rentgen)
VAS	Visual Analog Scale, škála používaná v hodnocení bolesti

1. Úvod

Degenerativní změny páteře jsou získané a provází každého jedince. Obvykle se zvyrazňují spolu s narůstajícím věkem. V naprosté většině o probíhajících změnách jejich nositel neví, jsou asymptomatické. Projeví se až tehdy, způsobí-li poruchu některé ze základních funkcí páteře. Pak můžeme soubor změn páteře a jejich klinických projevů nazvat degenerativním onemocněním páteře. Změny se týkají všech tkání páteře, tj. skeletu, vazů, kloubních pouzder, disků, ale rovněž svalstva. Častěji se projevují na pohyblivých částech páteře, tedy v krčním a bederním úseku. V části hrudní jsou vzácné. Mění anatomické a fyziologické poměry na páteři a ovlivňují tak i držení trupu. Na druhou stranu právě chybné pohybové a posturální stereotypy jsou považovány za jednu z příčin vedoucích k časnějšímu nástupu degenerativních procesů. Nejspíše proto jsou tak četné v současné civilizaci západního typu, kde se stávají svými projevy významným socioekonomickým problémem. Komplex změn může vést k zúžení kanálu páteřního. V oblasti bederní páteře může být i anatomicky výrazné zúžení asymptomatické. Získaně úzký kanál páteřní v bederní krajině je natolik zajímavý nejen patofyziologií, ale zejména pestrostí klinických projevů a rozmanitostí diagnostických a terapeutických možností, že jsme jej zvolili za oblast zájmu v naší práci. V souboru pacientů operovaných stejnou chirurgickou technikou – prostou laminektomií – jsme studovali závislost subjektivních obtíží a klinických projevů na grafických nálezech s cílem využití předpokládaných korelací pro návrh léčebného postupu.

2. Historie

První publikace o zúžení kanálu páteřního je připisována francouzskému chirurgovi Antoine Portalovi (Portal 1802), který v roce 1802 popsal tři případy úzkého kanálu páteřního u pitvaných.

Vittorio Putti, považovaný za jednoho z nejvýznamnějších ortopedů první poloviny dvacátého století, zdůrazňoval význam anomálií nebo získaných degenerativních změn intervertebrálních foramin a laterálních recessů v etiologii útlaku nervových kořenů. Jeho článek (Putti 1927) je jedním ze základů porozumění patofyziologii útlaku nervových kořenů jiným mechanismem než výhřezem meziobratlového disku.

Autorem první práce uvádějící termín neurogenní klaudikace byl již v roce 1911 Dejerine (Dejerine 1911). První definici publikoval v roce 1948 van Gelderen (van Gelderen 1948). Významným přínosem v diagnostice a patofyziologii stenózy bederní byly práce nizozemského neurochirurga Henka Verbiesta v padesátých letech dvacátého století. Svoji prací (Verbiest 1954) jasně definoval patologickou entitu – stenózu bederního kanálu páteřního. Uvedl i koncept vrozeně úzkého kanálu páteřního (Verbiest 1955).

V českém písemnictví by neměly být zapomenuty neurochirurgické práce Mračkovy (Mraček 1970, 1979) a zejména první česky psaná monografie o stenóze bederní brněnské neuroložky Mičánkové Adamové (Mičánková Adamová et al. 2012b).

3. Teoretický úvod

3.1 Anatomie

Páteř člověka se skládá z 24 obratlů a kosti křížové (Čihák 2011). Dělí se na čtyři úseky: krční, hrudní, bederní a křížovou. Největší klinický význam mají úseky krční a bederní. Jsou pohyblivé, a proto je zde vyšší výskyt degenerativních změn a úrazů. Hrudní páteř je součástí rigidního hrudního koše a její mobilita minimální. Křížová kost je z devíti srostlých obratlů. Sakroiliakálním skloubením je spojena s pánevními kostmi a s nimi uzavírá pánevní kruh. S výjimkou kraniocervikálního přechodu a horní krční páteře jsou každé dva obratle spojeny meziobratlovými ploténkami, sedmi intervertebrálními vazy a dorsálně dvěma synoviálními klouby. Na dorzální a laterální výběžky (proc. spinosus, proc. transversus) se upíná skeletální svalstvo.

3.1.1 Skelet

Bederní páteř tvoří pět bederních obratlů (L1 až L5 při kraniokaudálním značení). Obratlová těla jsou v bederní krajině válcovitá, v axiální rovině oválná až tvaru ledviny. Tělo obratle je tvořeno trámčinou orientovanou ve směru maximální zátěže. Její stavba je podstatná zejména při patologických stavech jako například osteopenie nebo osteoporóza. Okraje jsou kryty kompaktní, kortikální kostí síly 100–150 μm , kraniální a kaudální plocha jsou označovány jako **krycí desky**. Jsou kryty chrupavkou a přímo na ně se upínají meziobratlové ploténky. Dorsální část obratle tvoří oblouk s jeho výběžky. Laterálně jsou dva příčné výběžky (processus transversi), dva kraniální a dva kaudální kloubní výběžky (processi articulares) a nepárový, dorzálně směřující trnový výběžek (processus spinosus). Spojení oblouku s obratlovým tělem je párový pedikl (radix articularis). celý oblouk spolu s dorzální částí obratlového těla ohraničují bederní kanál páteřní (Obrázek 1).

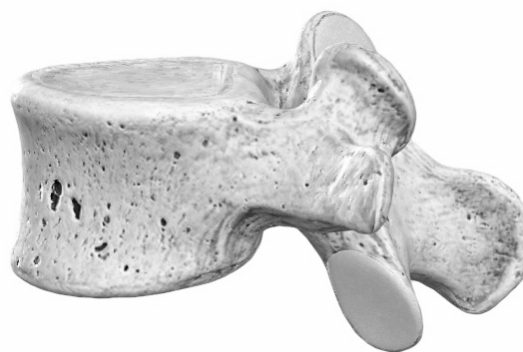
Tvar bederního kanálu páteřního je ovlivněn dorsální plochou obratlů. Konkávní zadní plochu v axiální (příčné) rovině mají L1 až L3, rovnou L4 a přímou až lehce vyklenutou kaudálně L5. V kraniální části je tedy kanál páteřní oválný, v dolní části až triangulární. Interpedikulární vzdálenost, tj. příčný rozměr kanálu páteřního, se od L1 po L5 zvyšuje. Předozadní vzdálenost se od L1 po L3 snižuje, L3-4 se nemění a v úrovni L5 se rozšiřuje.

Obrázek 1

Obratel axiální pohled



Obratel laterální pohled



volně podle Complete Anatomy (3D4Medical 2018)

Anatomické varianty lumbosakrálního přechodu jsou poměrně časté. Příčný výběžek L5 může být objemný a může dosahovat různého stupně artikulace s lopatou kosti kyčelní a křížovou kostí. Dochází k tzv. sakralizaci L5 (asi 1 % populace (Mičánková Adamová et al. 2012b)). V případě oddělení kraniální části křížové kosti v různém stupni, tvarem pak až do podoby šestého bederního obratle, nastane tzv. lumbalizace S1 (asi 20 % populace).

3.1.2 Meziobratlová ploténka

Meziobratlová ploténka je flexibilní, ale pevné spojení sousedících obratlových těl.

Umožňuje přenos a rovnoměrné rozložení axiálních sil statické zátěže jako dynamické,

stlačitelné univerzální skloubení a tlumič. Skládá se z pevného vaziva po obvodu (anulus fibrosus) a gelatinózním středem (nucleus pulposus). **Nucleus pulposus** je tvořen hydrofilním gelem bohatým na řídce uspořádané proteoglykany. Obsahuje ze 70-88 % vodu, její objem kolísá při zátěži a během dne. **Anulus fibrosus** je tvořen 17-26 koncentrickými fibroartilagnózními vrstvami. Směr vláken v překrývajících se vrstvách se střídavě mění odklonem asi 30° od středu disku a asi 120° mezi přiléhajícími vrstvami. Z povrchu do centra anulu se snižuje koncentrace kolagenu I. typu a narůstá koncentrace kolagenu II. typu.

3.1.3 Vazivový systém páteře

Ligamentózní systém páteře má zásadní vliv na vnitřní stabilitu páteře omezením excesivních pohybů (Obrázek 2). Dělí se do dvou skupin. **Intrasegmentální systém** spojuje jednotlivé obratle. Zahrnuje žlutý vaz (ligamentum flavum), kloubní pouzdra spinálních kloubů, interspinózní (ligamenta interspinalia) a intertransverzální (ligg. intertransversalia) vazy. **Systém intersegmentální** spojuje více obratlů. Patří do něj přední a zadní podélný vaz (lig. longitudinale anterius, lig. longit. posterius) a supraspinální vazy (ligg. supraspinalia). Všechny spinální vazy s výjimkou žlutého vazy mají vysoký obsah kolagenu. Lig. flavum, které spojuje obratlové oblouky, má vysoký obsah elastinu.

3.1.4 Svalstvo

Svaly trupu jde rozdělit do dvou hlavních skupin podle prostorové distribuce (Obrázek 2). Flexory a extenzory. Mezi hlavní flexory patří abdominální svaly (musculus rectus abdominis, m. obliquus abdom. externus, m. obliq. abd. internus, m. transversus abdominis) a skupina m. psoas. Extenzory se dělí do tří hlavních skupin: sakrospinální, transversospinální a skupina krátkých paraspinálních svalů. Povrchní vrstvou jsou široké svaly s úpony na hlavu, krční páteř, lopatky bederní páteř (m. trapezius, m. latissimus

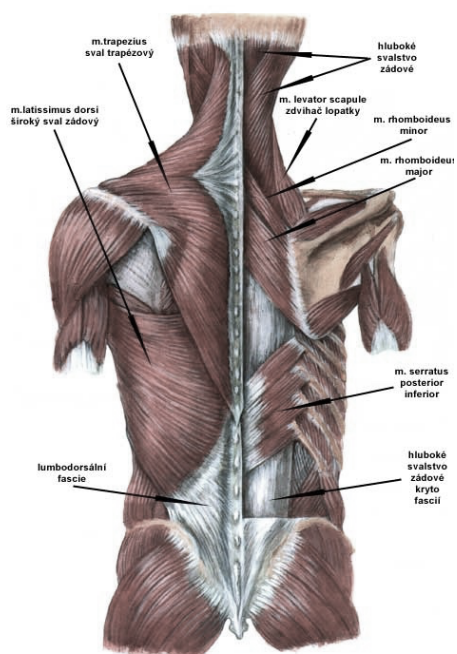
dorsi, mm. rhomboidei ..). Hlubší se upínají na pevnou a širokou lumbosakrální fascii. Zvláštní postavení má m. Iliopsoas upínající se na ventrolaterální stranu obratlů bederní páteře a distálně prochází pánví a upínají se na vnitřní stranu femuru. Vlákna stabilizačního svalstva páteře jsou z 50 – 60 % I. typu (slow oxidative, slow-twitch), tzv. pomalá vlákna, která se unaví jen velmi pomalu.

Obrázek 2

Ligamentózní komplex



Paravertebrální svalstvo



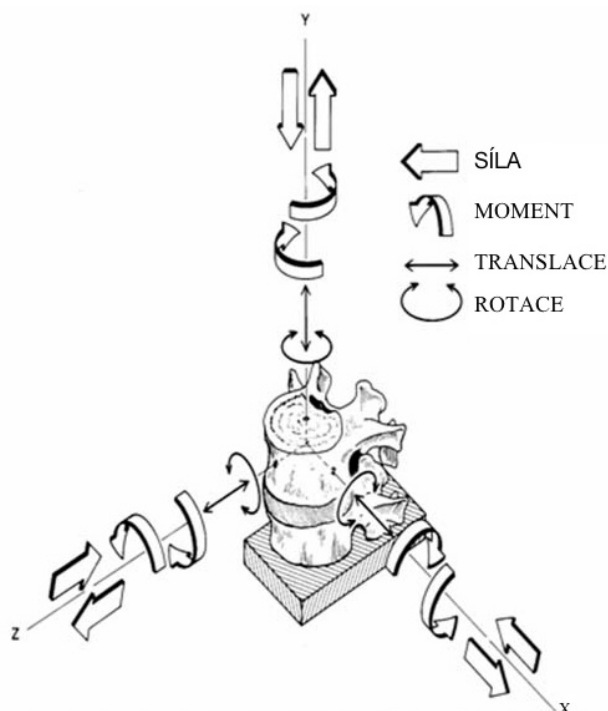
Zdroj Complete Anatomy a Anatomie (3D4Medical 2018; Čihák 2011)

3.2. Biomechanika páteře

3.2.1 Pohybový segment

Pohybový segment, též funkční jednotka páteře (functional spine unit) zahrnuje dva sousedící obratle a k nim náležící měkké tkáně (Boos a Aebi 2008). S výjimkou C1 a C2 je tvořena předními strukturami, z nichž sestává sloupec obratlových těl, a komplexem struktur zadních a laterálních. Páteřní kanál je ohraničen zadním okrajem obratlového těla, pedikly a laminami obratlových oblouků. Chrání durální vak s míchou a míšními kořeny. Příčné a spinózní výběžky slouží jako úpony svalstva. Kloubní výběžky artikulují v tzv. spinálních kloubech (facet joints), které vymezují intersegmentální pohyb (Obrázek 3).

Obrázek 3 Stupně volnosti pohybu základní pohybové jednotky páteře



zdroj: *clinicalgate.com*

Tuhost pohybového segmentu koresponduje s její zátěží. Svalové napětí významně mění tuhost segmentu. Při symetrické svalové kontrakci významně narůstá tuhost segmentu.

Zadní struktury signifikantně ovlivňují tuhost segmentu. Při jejich odstranění in vitro při flexi narůstají střížné síly 1,7x, posun obratlů 2,1x a torzní síly 2,7x. Páteř je elastický sloupec s posílením stability komplexním tvarem (střídání kyfotických a lordotických úseků), oporou předního podélného vazů a žlutých vazů a zejména aktivní zevní oporou svalstva, které při správné funkci umožní páteři nést zatížení i několikanásobku váhy těla.

3.2.2 Obratlové tělo

Hlavní biomechanický význam je odolávat zatížení vahou těla a působení sil svalstva. Tomu odpovídá i velikost těl, která se od krční po bederní obratle zvětšuje. Trabekulární sloupce obratlového těla nesou naprostou většinu kompresivních sil, zatímco kortikální část odolává převážně torzním a střížným silám. **Trabekulární uspořádání** je vertikální ve směru hlavního zatížení, horizontální trabekuly zpevňují vertikální sloupce. Ubýváním kostní hmoty při stárnutí dochází k úbytku zejména stabilizujících horizontálních trabekul, obratlové tělo tak odolá jen menší zátěži. **Krycí deska**, 0,5 mm tenká, částečně porózní lamela subchondrální kosti, vymezuje hranici mezi spongiózním obratlovým tělem a meziobratlovým diskem. Její funkcí je zamezit provalení ploténky do obratlového těla a rozložit do plochy působící síly při zátěži. Je kryta chrupavkou a slouží i jako semipermeabilní membrána podílející se na nutrici meziobratlového disku. Krycí deska s přilehlou trámčinou obratle není rigidní, při zátěži dochází k prohnutí až o 0,5 mm (Brinckmann et al. 1983). Přesto je pravděpodobně mechanicky nejslabším místem obratlového těla, zejména při klesající denzitě kosti. Prolomení krycí desky při vysoké zátěži je obvykle způsobeno tlakem nukleu meziobratlové ploténky. Hernie hmoty disku do obratlového těla (Yoganandan et al. 1994) po prolomení krycí desky (Schmorlův uzel) může vést ke vzniku bolesti. Zásadní pro schopnost obratlového těla odolávat zátěži je jeho

tvar, uspořádání a denzita kostní hmoty (Brinckmann et al. 1983). Na selhání má vliv velikost a doba trvání zátěže, včetně četnosti opakování.

3.2.3 Meziobratlová ploténka

Intervertebrální disk je zatížen komplexem kompresních, flekčních a torzních sil. Torzím a flexím odolává anulus fibrosus svým uspořádáním. Kompresní síly kompenzuje ve zdravém disku hydratovaný nucleus pulposus limitovaný pevným anulem. Některými autory bývá funkce disku přirovnávána k automobilové pneumatice (Boos a Aebi 2008). Schopnost pulpózního jádra disku bobtnat je dána osmotickým tlakem závislejícím na koncentraci proteoglykanů. Jejich koncentrace s věkem klesá díky degenerativním procesům. Při zátěži, která překročí zmíněný tlak, ztrácí ploténka tekutiny. Tato ztráta je díky nízké permeabilitě disku pomalá. Narůstá tak koncentrace proteoglykanů. Po snížení zátěže osmotický tlak převyší kompresní a disk opět bobtná. Denní výměna tekutin disku tímto mechanismem dosahuje 10 – 20 % (Malko et al. 2002) a je pro výživu disku zásadní. Degenerativní změny vedou snížením hydratace ke snížení elasticity nukleu a změnám v přenosu sil zátěže více na zadní část anulu. To může vést k bolestem a vzniku trhlin v anulu.

Při zátěži malou silou je ploténka flexibilní, její tuhost ale vzrůstá s narůstající silou. Nukleus se při zátěži pohybuje směrem od působící síly, tj. například při anteflexi se pohybuje dorsálně. Pohyb nukleu má vliv na vyklenování disku při pohybu. Při retroflexi je vyklenutí disku největší dorsálně, při anteflexi je dorsální vyklenutí nejmenší.

Lordotické postavení bederní páteře tedy zvyšuje pravděpodobnost vyklenutí disku dorsálně a v anulu vznikají trhliny obvykle dorsolaterálně. Tudy pak může dojít k hernii disku. Bylo zjištěno, že čistou axiální zátěží hernie nevzniká (Adams a Dolan 1995), její vznik je prokázán za působení kombinace komprese, flexe a laterální flexe.

3.2.4 Spinální vazy

Funkce vazů páteře a jejich reakce na zátěž je objektem mnoha výzkumných prací (Panjabi et al. 1982). Reakce spinálních ligament na tah je nelineární a má několik fází. Zpočátku při nízké zátěži je vaz v tzv. neutrální zóně. Zvýšením tahu se dostává do elastické zóny. Dalším stupňováním sil dochází k ireverzibilním změnám v tzv. plastické zóně. Při fyziologické zátěži se vazy pohybují v neutrální a elastické zóně. Během anteflexe jsou napínány žluté vazy, interspinózní vazy a kapsuly spinálních kloubů. Při extenzi (dorzální flexi) je největší tahová zátěž na předním podélném vaz. Při laterální flexi je namáhán kontralaterální intertransverzální vaz, lig. flavum a kloubní pouzdro, při rotaci je maximum zátěže právě na kloubních pouzdrech. Větší relativní vzdálenost mezi jednotlivými vazy a středem otáčení meziobratlového kloubu odpovídá jeho významnému stabilizačnímu potenciálu.

3.2.5 Stabilizační a dynamická funkce svalstva

Z hlediska pohybu páteře lze svalstvo rozdělit do tří skupin (Bergmark 1989):

- Lokálně stabilizační
- Globálně stabilizační
- Globálně mobilizační

Lokální stabilizátory se upínají přímo na páteř. Obvykle spojují jeden segment a podílí se na stabilizaci spinálního kloubu. Pracují s malou zátěží, neinicují pohyb, ale zvyšují tuhost segmentu. Náleží k nim m. multifidí, m. transversus abdominis a m. psoas. Jejich dysfunkce vede k poruše kontroly segmentálního pohybu a bolestem. Ačkoli rehabilitace je obvykle cílena na obnovu funkcí globálních stabilizátorů, větší význam pro zlepšení stavu pacienta má právě lokální stabilizační svalový systém (Boos a Aebi 2008).

Globální stabilizátory je systém větších svalů s větším silovým momentem, jejich funkcí je zahájení a kontrola pohybu, izometrickou kontrakcí také zvyšují rigiditu páteře. Do této skupiny patří skupina erektorů páteře (mm. spinalis, longissimus a iliocostales).

Největší význam pro udržení stability bederní páteře v neutrální zóně mají m. multifidi, m. psoas a m. transversus abdominis. M. transversus abdominis se upíná na páteř cestou lumbodorzální fascie a podílí se tedy na extenzi páteře. Navíc zvýšením intraabdominálního tlaku působí na přední plochu páteře pomáhá udržet její přirozenou osu. M. multifidi s úpony na všechny segmenty svojí kontrakcí ovlivní přímo intervertebrální klouby. M. psoas je řazen svojí funkcí mezi flexory kyčelního kloubu, ale ve svém průběhu se upíná na anterolaterální plochu obratlových těl a tím napomáhá jako významný stabilizátor páteřního sloupce.

3.2.6 Kinematika páteře

Pohyb jednoho segmentu páteře je omezený a závisí na vlastnostech a uspořádání meziobratlového disku, vazů a orientaci spinálních kloubů. **Rozsah pohybu segmentu má šest stupňů volnosti**, translace a rotace v každé ze tří os (obrázek). Součtem pohybu segmentů je umožněn značný rozsah mobility celé páteře ve všech anatomických rovinách. Sumární pohyb páteře je komplexem omezených segmentálních pohybů, jejich flexí, rotací a translací. Při malé zátěži jsou translace v rámci segmentu poměrně velké. Jsou umožněny laxitou disku a ligament. Při větší zátěži nelineárně vzrůstá tuhost segmentu. Rozsah pohybu při malé zátěži se nazývá neutrální zóna, změna při zvyšující se zátěži až k fyziologické mezi je pojmenována elastická zóna. **Celkový fyziologický rozsah pohybu segmentu je tedy součtem neutrální a elastické zóny.** Neutrální zóna se ale mění při degenerativních procesech, traumatu nebo iatrogenně (např. po facetektomii, diskektomii). Studium pohybu páteře není snadné. **Osa pohybu segmentu** není lineární, ale nejlépe jde

popsat jako **helikální**, centrum otáčení segmentu se tedy mění. Když uvažujeme další anatomické faktory, stav svalstva, stupeň degenerativních, potraumatických a dalších změn, není snadné posuzovat pohyb i jediného segmentu. Pro zkoumání pohybu jsou proto studovány uniplanární modely. Podle nich je v oblasti bederní páteře **okamžité (instantní) centrum otáčení** obvykle v disku, jeho zadní části. Jeho poloha se mění rovněž s degenerativními změnami.

Definice spinální instability je často diskutována a není jednotná. **Klinická instabilita** bývá definována jako atypická reakce páteře na zátěž, obvykle se popisuje jako excesivní pohyb segmentu, který odráží inkompentenci pasivních a aktivních struktur udržet páteř ve stabilní poloze. Tj. příčinou klinické instability nejsou jen změny páteře, ale i dysfunkce svalstva. Klasifikační systémy existují pro traumatické příčiny (Wilke et al. 1999), nejsou ale pro degenerativní změny disku a/nebo spinálních kloubů. Není ani jednoznačné grafické vyšetření prokazující instabilitu páteře. Nejčastěji užívané prosté snímky v anteflexi a retroflexi mají rovněž řadu omezení. Nejsou objektivní při bolestivých spasmech svalových skupin, při stavech, kdy pohyb páteře může ohrozit nervový systém například zvýrazněním útlaku nervových kořenů nebo míchy. I přes tyto limity, na které je třeba při diagnostice myslet, je nejčastěji používána **definice instability**, kterou definovali White a Panjabi (White a Panjabi 1990): Klinická instabilita je ztráta schopnosti páteře udržet za fyziologické zátěže vzájemnou polohu obratlů tak, aby nevznikl nebo se nezhoršoval neurologický deficit, nevznikala významná deformita nebo invalidizující bolest.

3.2.6.1 Kinetika páteře při statické zátěži

Zatížení páteře je kombinací váhy těla, svalové aktivity, napětím vazů a zevní zátěží. Když těžnice těla prochází ventrálně od páteře, musí být rovnováha navozena nejen elasticitou vazů, ale i funkcí erektorů. Situaci mění postavení pánve. Sklon pánve vpřed zvýrazní

bederní lordózu, dorzální sklon ji oploští. Tyto změny jsou k zachování sledovány změnami napětí svalstva flexorů i extenzorů a mění zátěž v oblasti disku.

3.2.6.2 Kinetika páteře při zdvihání břemen

Při zdvihu břemene se síly působící na obratel mnohonásobně zvýší a mohou dosáhnout až kritických hodnot vedoucích k selhání. Jak bylo uvedeno dříve, nejslabším místem je krycí deska. Může mechanicky selhat dříve, než je vůbec ohrožena meziobratlová ploténka.

Opakované zdvihání těžkých břemen může vést k mikrotraumatům krycí desky, postupným změnám tuhosti obratlového těla a změnám v nutrici intervertebrálního disku. Působící síly během zdvihání závisí hmotnosti a velikosti břemene, rychlosti zdvihání, postavení páteře a technice zdvihu. Ačkoli některé práce vliv techniky zdvihu zpochybňují (van Dieen et al. 1999). Vliv mají i další faktory jako zvýšení intraabdominálního tlaku a napětí svalstva, které mohou do jisté míry neutralizovat špatnou techniku zdvihu.

3.2.6.3 Kinetika páteře při dynamické zátěži

Pohyb výrazně mění svalovou aktivitu i zátěž páteře. Setrvačné síly při pohybu těla a končetin zvyšují síly přenášené páteří. Například při chůzi se zvyšuje zátěž páteře až 2,5 krát (Cappozzo 1984). Rovněž závisí na držení těla během chůze. Anteflexe vede ke zvýšení aktivity stabilizačních svalů pro udržení pozice těla a tím i zátěže meziobratlových disků.

3.3 Patofyziologie degenerativních změn páteře

Pravděpodobným počátkem celé kaskády změn vedoucích k degeneraci páteře jsou poruchy meziobratlové ploténky. Její predispozice k rozvoji degenerativního procesu je dána její nutricí difúzí z krycí desky. Toto rozhraní mezi obratlovým tělem a diskem je velmi zranitelné jak mechanicky (mikrotraumata, vibrace, úrazy), tak je citlivé na další vlivy zevního i vnitřního prostředí. Zhoršení krevního zásobení může být způsobené kouřením a věkem, dále faktory genetickými, fyzikálními, biochemickými a změnami při některých chorobách. Změny vznikající věkem jsou do jisté míry fyziologické. Vyšší výskyt degenerativních změn se stárnutím a při mechanickém přetěžování dokládá, že jsou věk a vyšší zátěž, například u těžce pracujících, důležitými faktory pro jejich vznik a akceleraci.

3.3.1 Krycí deska obratle

Chrupavčitá krycí deska získává věkem praskliny, horizontální trhliny, zlomeniny, zanikají chondrocyty, dochází ke kalcifikacím a osifikaci. Dochází ke zhoršení prostupnosti krycí desky a tím zhoršené výměně látek meziobratlové ploténky.

3.3.2 Meziobratlová ploténka

Věkem prochází matrix disku zásadními změnami svých hlavních součástí – proteoglykanů a kolagenu, zejména aggrecanu (chondroitin sulfát proteoglykan 1). Úbytek aggrecanu je hlavním znakem degenerativních změn. Vede ke snížení osmotického tlaku v disku a následně k poklesu obsahu vody a fibrotické transformaci matrix. Ve 30 letech je obsah vody 90 % (Fraser et al. 1997), v osmé dekádě klesá pod 70 %. Ve čtvrté a páté dekádě je již snížení obsahu vody v nucleus pulposus trvalé. Ztráta vody vede k mechanickým

změnám a vede ke vzniku prasklin a trhlin v anulus fibrosus. Rozlišují se tři základní typy defektů v anulu.

- Koncentrické trhliny, které separují vrstvy anulu
- Radiální trhliny jdoucí napříč anulem někdy do nukleus pulposus až k zevnímu povrchu anulu
- Okrajové defekty spojení anulus fibrosus s obratlovým tělem

Molekulární změny disku vedou k aktivaci metaloproteináz a fibroblastů. Kolagenní vlákna se glykují a stimulují chondrocyty k uvolnění cytokinů, proteáz a růstových faktorů. Vyjmenovaná kaskáda změn vede ke snížení mechanické odolnosti plotének a tím ztrátě jejich základních funkcí.

3.3.3 Spinální klouby

Meziobratlové klouby jsou synoviální, proto na nich probíhají artrotické změny jako na jiných kloubech této stavby. Degenerativní změny disku vedou k hypermobilitě a snížení výšky segmentu, což vede k poruše stability a postavení kloubních plošek spinálních kloubů a akceleraci artrotických změn. Hypermobilita segmentu vede k degenerativní spondylolistéze, tvorba osteofytů spolu s vyklenováním degenerovaného disku má podíl na vývoji stenózy kanálu páteřního. Stupeň degenerace spinálních kloubů je někdy výraznější než změny na disku. Tento stav je čtenější u mužů (Mičánková Adamová et al. 2012b). U žen probíhají změny současně.

3.3.4 Obratlová těla

Stárnutí kostí vede k remodelaci kostních trámců při demineralizaci, zejména když je doprovázeno osteoporózou. Kostní změny vedou k biomechanickým změnám a opakované torzní zatížení může vést až mikrofrakturám a vývoji torzních deformit. Mezi sekundární změny patří i sklerotizace a osifikace krycí desky, která vede ke změnám v nutrici disku a

formování osteofytů. Spolu s kloubními a vazivovými změnami se podílí na vzniku stenózy kanálu páteřního.

3.3.5 Vazy

Změny struktury vazů získané věkem ovlivňují obsah kolagenu a elastinu, organizaci vláken a jejich propojení. To vede ke změně mechanických vlastností, zvýšené volnosti a rozvoji hypermobility až instability segmentu. Současně se hypertrofie vazů, zejména ligamentum flavum, podílí na útlaku nervových struktur.

3.3.6 Svaly

Změnami vázanými na věk prochází i svalová soustava. Úbytek svalové hmoty, tuková přeměna a zmnožení vaziva jsou vázány na hormonální a imunitní změny stárnoucího těla. Vede k oslabení paraspinálního svalstva, vadnému držení těla, poruše stabilizační funkce svalstva a akceleraci degenerativních změn.

3.4 Patofyziologie lumbální spinální stenózy

Podle anatomických poměrů je možné klasifikovat zúžení kanálu páteřního do dvou hlavních skupin: centrální a laterální stenózu. Podle vzniku pak na vrozenou a získanou, která představuje asi 75 % (Amundsen et al. 1995) všech případů.

3.4.1. Centrální LSS

Dělí se dále do dvou skupin: anteroposteriorní, která je obvykle na kongenitálním podkladě a transverzální, obvykle získaná.

Vrozená stenóza je příčinou 3- 13 % případů (Amundsen et al. 1995), u ostatních je kombinací získané a vrozené. Do desátého gestačního týdne je průsvit kanálu páteřního stejný v celé délce. Jak v rámci vývoje kónus míšňi vystupuje kraniálně, kaudální část kanálu páteřního se relativně zužuje. Nejmenší sagitální rozměr je v úrovni L3, kde je

nejčastější i primární vývojová stenóza, která se obvykle nevyskytuje v úrovni L5 (Mičánková Adamová et al. 2012b). Oproti tomu získaná centrální i laterální stenóza se nejčastěji objevuje v úrovni L4/5.

3.4.2 Laterální stenóza

Patří sem stenóza laterálního recesu (subartikulární), stenóza kořenového kanálu a stenóza exit zóny (obrázek).

3.4.3 Etiologická klasifikace LSS

Klasifikační schéma rozdělené podle etiologie na vývojovou a získanou podle Arnoldiho (Arnoldi et al. 1976) předkládáme v tabulce.

Kongenitální – vývojová	Idiopatická	
	Achondroplastická	
Získaná	Degenerativní	
	Degenerativní spondylolistéza (centrální stenóza)	
	Istmická spondylolistéza (laterální stenóza)	
	Iatrogenní	Postlaminektomická
		Po fúzi
		Po chemonukleolýze
	Potraumatická	
	Metabolická	
Pagetova choroba		
Kombinace kongenitální a získané stenózy		

3.4.4 Patofyziologické teorie

Úzký kanál páteřní nemusí působit svému nositeli žádné obtíže a symptomy. Není tedy jediným faktorem v patofyziologii symptomatického zúžení bederního kanálu páteřního, tedy lumbální spinální stenózy (LSS). Existuje proto řada teorií, proč se symptomy objevují. Obecně přijímaná je tzv. dvouetážová vaskulární hypotéza vzniku neurogeních klaudikací (Porter 1996; Porter a Ward 1992). Uvádí se v ní, že je potřeba stenóza alespoň ve dvou úrovních, z čehož alespoň jedna je centrální. Základem příčin neurogeních klaudikací je vaskulárně ischemický blok vláken kaudy způsobený kongescí žilních pletení. Jiné práce ale uvádí, že pacientovy obtíže i objektivní nálezy korelují nejlépe

s nejužší etáží. Vztah mezi počtem etáží a tíží symptomů a nálezů nebyl prokázán (Adamová et al. 2001). Samotná laterální stenóza může způsobit kořenové bolesti nebo deficit, ale nevznikají klaudikace.

Při akutní kompresi nervových kořenů, například výhřezem disku, vede k rozsáhlému radikulárnímu deficitu. Chronické kompresi kauda postupně adaptuje a funkce kořenů může být normální i při velmi úzkém kanálu páteřním.

3.5 Epidemiologie a definice LSS

Jestliže jsou pochyby v patofyziologii LSS, v epidemiologii je nejistota ještě významnější. Většina prací ukazuje, že se jedná o častou chorobu u osob nad 65 let věku (Turner et al. 1992), v Evropě s incidencí 5 – 11,5/100000 obyvatel ročně (Berney 1994). Z toho asi polovina měla neurogení klaudikace. Navíc počty vycházejí z pacientů, kteří vyhledali péči lékaře nebo údajů spondylochirurgických pracovišť. Zastoupení LSS ve zdravé populaci je nemožné. Korelace grafického nálezu a klinických potíží je velmi nejistá. Skutečný výskyt LSS je tedy pravděpodobně podhodnocen.

3.5.1 Definice lumbální spinální stenózy

S přihlédnutím k etiologické pestrosti degenerativních změn, které vedou k zúžení kanálu páteřního, a rozmanitosti symptomů není snadné najít vše zahrnující a popisnou definici. Komplexní pohled přináší práce Severoamerické spinální společnosti (NASS), kdy pracovní skupina autorů sestavila následující definici (North American Spine Society 2011): LSS je onemocnění vyznačující se zmenšením prostoru pro nervové a cévní struktury na podkladě degenerativních změn v kanálu páteřním. Symptomatická LSS vede k proměnlivým syndromům bolesti a/nebo únavnosti v hýždí a/nebo dolní končetině, mohou být s bolestí nebo bez bolesti zad. Symptomatická LSS má typické provokační a

úlevové faktory. Provokační faktory jsou aktivity ve vzpřímené poloze, jako jsou stoj a chůze, provokující neurogenní klaudikace. Úlevové faktory zahrnují předklon, sed a/nebo ulehnutí.

V české literatuře je definice doplněna doporučením brněnských autorů používat pro asymptomatickou stenózu bederní termín „**úzký kanál páteřní**“ a spojení „**lumbální spinální stenóza**“ vyhradit pro symptomatickou stenózu bederní (Adamová et al. 2015; Schönström a Willén 2001). Lumbální spinální stenóza je v citovaném doporučení chápána jako klinicko-radiologický termín zohledňující nejen grafické nálezy, ale i klinické symptomy jako jejich manifestaci.

3.6 Symptomy LSS

Manifestace lumbální spinální stenózy může být od normálního neurologického nálezu, přes neurogenní klaudikace, radikulární léze až po syndrom kaudy equiny. Bolesti dolní části zad, bederní krajiny, jsou k bederní stenóze přiřazovány, nejsou ale jejím přímým projevem (Mičánková Adamová et al. 2012b). Souvisí se spondylartrózou a spondylózou, které ale vedou k zúžení kanálu páteřního, a proto jsou tyto bolesti často součástí symptomů LSS.

3.6.1 Subjektivní potíže

Dominujícím symptomem jsou podle publikovaných prací neurogenní klaudikace.

Typickým projevem jsou bolesti nebo jindy nejasné nepříjemné pocity v dolních končetinách, někdy i s následnou slabostí vedoucí až k pádu, vzniklé po delším vzpřímeném stoji nebo po určitém úseku chůze. Přítomnost klaudikací je v průměru 62 % (Turner et al. 1992). Obtíže se horší při záklonu, úlevu přináší předklon, sed nebo leh.

V úlevové poloze vymizí potíže v několika minutách. Zhoršení nastane rychleji při chůzi

z kopce (retroflexe trupu), do kopce obvykle nečiní problémy. Stejně bez potíží je jízda na kole. Při nutnosti delšího stání využívají pacienti často oporu v lehké anteflexi o okolní předměty nebo pomůcky (např. nákupní vozík). V obou dolních končetinách jsou symptomy častěji u mužů než u žen (8:1), jednostranné jsou rovněž častější u mužů, ale v méně významném poměru (3:1). Poruchy chůze charakteru neurogeních klaudikací bývají někdy obtížně odlišitelné při podílu artrózy velkých kloubů dolních končetin, vyšší únavnosti kardiálního nebo plicního původu a např. závrativých stavech. Ve vyšším věku mohou být kombinované a je potřeba odlišit jednotlivé možné příčiny.

Poruchy močení a erektilní poruchy jsou pravděpodobně pro vyšší věk pacientů podhodnoceny. Ve spojitosti s LSS byly považovány za méně časté (11 % (Turner et al. 1992)), novější práce je uvádějí častěji (80 % (Perner et al. 1997)), uváděny jsou případy u mužů při močení vstoje, vsedě pak problém mizí. Popsána je i nechtěná erekce bez libida při chůzi spolu s neurogeními klaudikacemi nebo po delším klečení (Hopkins et al. 1974). K vymizení došlo do několika minut po posazení.

Subjektivními obtížemi bývají také bolesti bederní krajiny a recidivující radikulární symptomy. Klidové bolesti nejsou pro LSS typické. V těchto případech není přímou příčinou LSS, ale například hernie disku v terénu LSS, foraminální stenóza, instabilita segmentu nebo artróza spinálních kloubů.

3.6.2 Objektivní nález

Neurologický nález je velmi variabilní. Od normálního přes přechodné lehké radikulární symptomy po trvalé polyradikulární léze až po těžký deficit až charakteru chabé paraparézy nebo chronického syndromu kaudy equiny. Bývá omezená retroflexe bederní páteře, anteflexe bývá v normálním rozsahu. Napínací manévry jsou u LSS negativní. Hodnocení chůze na pohyblivém chodníku (treadmill test) je popisována jako cenné

(Porter 1996), ale omezení chůze může nastat i z jiných příčin (dušnost, kloubní bolest)

(Adamová et al. 2003).

3.6.3 Diferenciální diagnostika LSS

Variabilita subjektivních potíží i symptomů vede k širokému záběru diferenciální diagnostiky. V rámci diferenciální diagnostiky je ale potřeba uvážit, že řada onemocnění s LSS asociovaná. Pak je odlišení symptomů jednotlivých chorobných stavů ještě složitější. Stejně tak plánování léčebného postupu není snadné. V tabulkách (volně podle Mičánkové (Mičánková Adamová et al. 2012b)) uvádíme nejběžnější diferenciálně diagnostická data.

Diferenciální diagnostika neurogených a vaskulárních klaudikací		
	Neurogení klaudikace	Vaskulární klaudikace
Úleva	Sed, dřep, předklon	Zastavení, stoj
Chůze do kopce	Nebolestivá	Bolestivá
Chůze z kopce	Bolestivá (zvýraznění lordózy)	Nebolestivá
Jízda na kole	Nebolestivá	Bolestivá
Vzdálenost, kterou nemocný ujde	Měnlivá	Konstantní
Lokalizace bolesti	Stehna, lýtka, záda, zřídka hýždě	Hýždě, lýtka
Charakter bolesti	Pálivá, křečovitá	křečovitá
Kožní změny	Většinou chybí	Často přítomny (dystrofie nehtů, bledost či cyanóza aker DKK)

Pulsace na DKK	Normální	Snížené nebo vymizelé
----------------	----------	-----------------------

Vybrané symptomy a skupiny onemocnění, které mohou být zaměněny za projevy LSS	
Onemocnění	Diferenciálně diagnostické poznámky
Cévní klaudikace, zvláštní jednotkou jsou venózní klaudikace (posttrombotické)	Insuficience tepen pro dolní končetiny Symptomy viz tab.
Klaudikace sedacího nervu	insuficience a. glutea inf.
Přenesená bolest	muskuloskeletální nebo vnitřní orgány (břišní aneurysma, gastrointest., urologické nebo gynekologické onem.)
Artróza kolenních nebo kyčelních kloubů	
Zánětlivá onemocnění	Spondylitis, spondylodiscitis, epidurální absces
Nádorová onemocnění	Intraspinální nádory
Osteoporóza	
Benigní afekce v kanálu páteřním	Hernie disku, juxtaartikulární cysta, postoperační adhezivní arachnoiditis, spinální epidurální lipomatóza
Psychogenní příčiny	

Vybrané asociované choroby vyskytující se při symptomatické LSS	
Onemocnění	Diferenciálně diagnostické poznámky
Ischemická choroba dolních končetin	Vyšší věk, vaskulární klaudikace

Koxartróza, gonartróza	Vyšší věk, s věkem výskyt artrózy stoupá, symptomatická koxartróza až u 39 % (Mičánková Adamová et al. 2012b)
Diabetická polyneuropatie	obtížné odlišení od polyradikulární léze, dif. dg. pomůže elektromyografie (EMG) (Adamová et al. 2003)
Spondylogenní cervikální myelopatie	často koincidence s LSS, nazváno tandemová stenóza , dif. dg. pomocí magnetické rezonance (Adamová et al. 2000)

3.7 Obrazová diagnostika LSS

V současnosti není možné stanovit diagnózu LSS bez zobrazovacích metod. Naproti tomu nález na zobrazení bez porovnání s klinickým nálezem a stavem pacienta nemá valný význam. Proto je nutné výsledky grafických vyšetření, ačkoli jsou anatomicky přesné a detailní, posuzovat jen spolu s údaji o potížích pacienta a neurologickým nálezem.

3.7.1 Prostý snímek (RTG)

Prostý snímek je základní vyšetření, velmi dobře dostupné a rychlé. Zobrazí skelet páteře, standardně v předozadní a bočné projekci. Šikmé snímky se v oblasti bederní páteře již neprovádějí, jejich interpretace není zejména u deformit snadná a v době MR nemá valný význam. Nejpodstatnější výhodou oproti ostatním metodám je vyšetření páteře ve stoji a možnost provedení tzv. **dynamických snímků**, tj. při předklonu a v záklonu. Ukáže tedy nejen základní deformity jako je skolióza nebo spondylolistéza, ale odhalí i případné poruchy stability. Při posuzování posturálních dysbalancí a při plánování instrumentovaných operačních výkonů je potřeba provést kromě zmíněného i tzv. **sumační snímek celé páteře** k vyšetření sagitální a někdy i koronární rovnováhy páteře.

Jen v ojedinělých případech je prováděna **perimyelografie** (PMG), při které je aplikována kontrastní látka intrathékálně a následně provedený RTG snímek, prostý nebo i dynamický, ukáže místo případného útlaku durálního vaku. Indikována obvykle bývá u pacientů, kteří nemohou podstoupit MR nebo mají deformitu páteře obtížně zobrazitelnou na MR (např. skoliózy). U těchto pacientů se po PMG doplňuje obvykle ještě CT (CT-PMG).

3.7.2 Počítačová tomografie (CT)

Pro běžnou diagnostiku degenerativních změn páteře se používá jen zřídka, největší přínos je pro diagnostiku v traumatologii. CT je vhodnější než MR při zobrazení degenerativních

kostních změn jako jsou osteofyty, kalcifikace ve vazech (Eun et al. 2012). Kompaktní kost je na MR hypointenzní, a tak obtížně odlišitelná od okolních tkání. Použití CT-PMG u vybraných pacientů, jak již bylo uvedeno u RTG metod, může přinést informace srovnatelné s MR. Největší nevýhodou CT je velká radiační zátěž.

3.7.3 Magnetická rezonance (MR)

Nejlepší rozlišení měkkých tkání i zobrazení kostní dřeně je v současnosti doménou magnetické rezonance. Jestliže nejsou kontraindikace, je přínos MR v diagnostice LSS největší ze všech grafických metod. Posoudit lze nejen rozměry kanálu páteřního, ale stav meziobratlového disku, obtížněji i spinálních vazů. Jediným limitem je zobrazení kompaktní kosti (viz podkapitola CT). Díky MR jsou velmi dobře zobrazeno uložení kořenů kaudy nejen v kanálu páteřním, ale i ve foraminech, a jejich vztah k okolí. Po podání paramagnetické kontrastní látky jde studovat i případné pooperační změny, nádory nervových kořenů, otok tkání, stav spinálních kloubů včetně kloubních štěrbin i stav paravertebrálního svalstva. Velký přínos má zobrazení páteře vstoje a při zátěži (Mauch et al. 2010), existuje však jen velmi málo tzv. open-MR přístrojů, které toto vyšetření umožní.

3.8 Elektrofyziologická diagnostika

Elektrofyziologická vyšetření u pacientů LSS se zaměřují na průkaz radikulopatií kořenu kaudy equiny. Nejčastější je využití EMG, zejména jehlové. Nálezy jsou ale pestré. Nejčastější, až v 70 % (Mičánková Adamová a Vohánka 2009), je vícečetná radikulopatie, monoradikulopatie ve 24 %. Nálezy chronické oboustranné radikulopatie mohou být ale obdobné jako při axonální polyneuropatii (Wilbourn a Aminoff 1998). Použití evokovaných potenciálů není běžné, ale podle některých autorů je diagnosticky přínosné u pacientů s normálním EMG (Mičánková Adamová a Vohánka 2009). Elektrofyziologické vyšetření doplňuje klinické neurologické vyšetření, pro LSS je senzitivní a specifické (Mičánková Adamová et al. 2012b), pomáhá i při diferenciální diagnostice neuromuskulárních onemocnění napodobujících LSS (Haig et al. 2007).

3.9 Průběh, prognóza a léčebné možnosti LSS

Přirozený vývoj LSS je v závislosti na pomalém vývoji degenerativních změn páteře pozvolný, proto se první symptomy objevují až ve vyšším věku. Přirozený průběh onemocnění popisuje jen velmi málo prací, které naráží na řadu problémů, jako jsou například zásadní, spíše etické nedostatky – volba kontrolní skupiny bez jakékoli léčby (tj. včetně analgetik) nebo sledování pacientů při případné rychlé progresi neurologického deficitu s vynecháním možnosti chirurgické léčby. Přesto je z dosud publikovaných prací (North American Spine Society 2011) srovnávajících léčebné metody včetně chirurgických výkonů známo, že u většiny pacientů přirozený průběh LSS je s pozvolnou progresí stavu a při konzervativní léčbě se převažující většina se dlouhodobě nezhoršuje nebo i zlepšuje.

Operovaní pacienti se zlepšují rychleji zejména v ústupu bolesti a funkčním zlepšení, ale ani operační výkon nezastaví průběh degenerativních změn, a tak se efekt operace s pokračujícím časem snižuje.

3.9.1 Konzervativní léčba

Nechirurgické postupy léčení LSS mají své nezastupitelné místo. Jejich cílem je zmírnit symptomy a zlepšit tak kvalitu života pacientů. Metody konzervativní léčby zahrnují terapii bolesti i fyzioterapii.

3.9.1.1 Medikamentózní terapie

Léčení bolesti je obsáhlá kapitola a není možné ji v práci tohoto rozsahu podrobněji popsat. Doporučeným postupem je třístupňový analgetický žebříček podle WHO (World Health Organization 1996). Zjednodušeně jde v prvním stupni o podání nesteroidních antiflogistik a eventuálně ajduvancií, ve druhém stupni slabších opioidů a adjuvancií, ve třetím pak silnějších opioidů a případných adjuvancií. Mezi adjuvancia se řadí několik skupin léčiv jako neuroleptika, antidepresiva, anxiolytika, centrální myorelaxancia, některá antiepileptika a další.

3.9.1.2 Lokální injekční terapie

Další možností léčby je lokální aplikace analgetik a případně i steroidů. Patří sem obstríky bolestivých zón subkutánně, infiltrace spastických svalů, radikulární obstríky a epidurální obstríky.

3.9.1.3 Fyzikální terapie a léčebný tělocvik

Aktivní cvičení pacienta má za cíl tři hlavní oblasti. Edukaci postoje, svalová cvičení ke stabilizaci páteře a kondiční cvičení (Bodack a Monteiro 2001). Plán je ale potřeba upravit podle stavu pacienta a jeho dalších onemocnění (artróza nosných kloubů, kardiovaskulární potíže atp.).

Fyzikální terapie zahrnuje metody, které jsou považovány za doplňkovou léčbu (Kolář 2009). Náleží k nim elektroléčba, ultrazvuk a aplikace chladu nebo tepla.

3.9.2 Chirurgická léčba

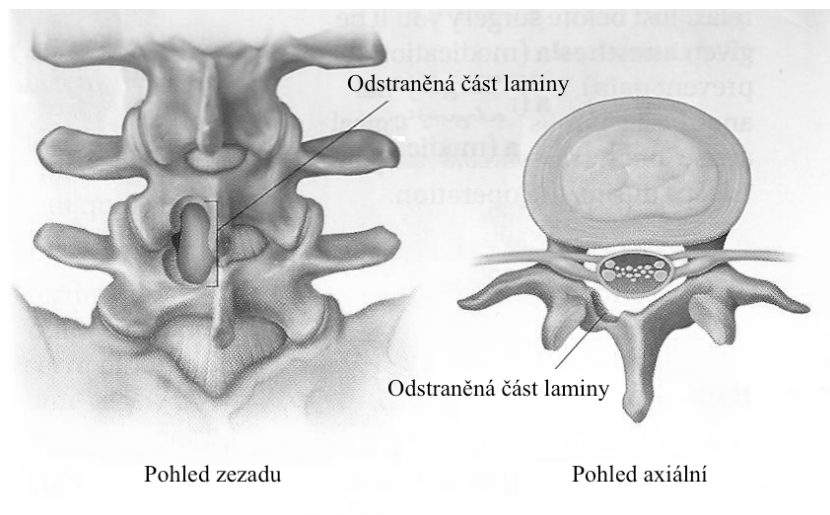
Operační výkony mají pevné místo v LSS. Základním cílem je uvolnění nervových struktur, případě i obnovení stability páteře nebo korekce deformity. U pacientů s LSS se k chirurgickému řešení indikují ti, u kterých selhává konzervativní léčba. Tím se rozumí, že se zhoršují bolesti, zkracuje klaudikační interval nebo progreduje neurologický deficit.

13.9.2.1 Prostá zadní dekomprese

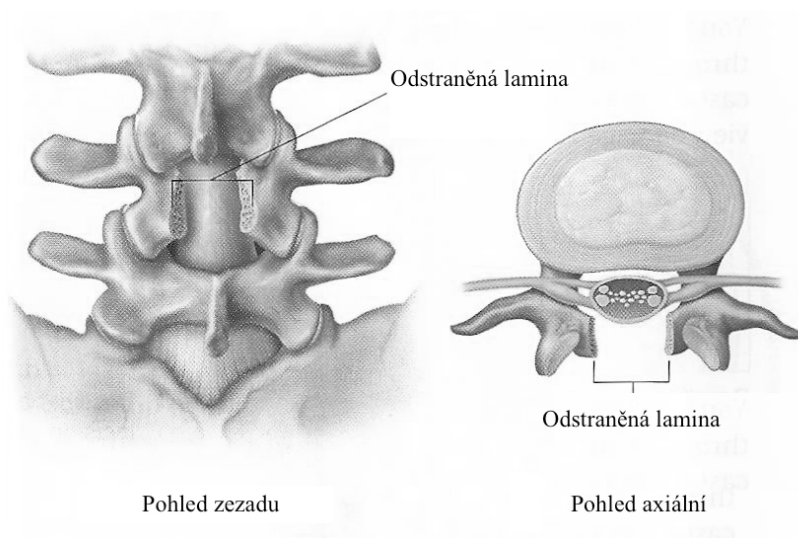
Operační techniky z této skupiny vedou k uvolnění kanálu páteřního bez nutnosti implantace stabilizačních prvků jako například pedikulárních šroubů a meziobratlových klecí, tzv. instrumentace. Nervové struktury jsou uvolněny snesením dorsálních struktur – laminy, zbytnělých vazů a části artroticky změněných kloubů. Odstranění celé laminy včetně proc. spinosus se nazývá laminektomie, částečné snesení laminy je nazývána laminotomie a zahrnuje i u nás častěji používaný termín hemilaminektomie (jednostranné odstranění laminy).

Obrázek 4 Schéma základních dekompresivních operačních technik (upraveno podle zdroje <http://cadebe.info> a <http://www.krames.com>)

Hemilaminektomie



Laminektomie



3.9.2.1.1 Miniinvazivní výkony

Mezi operační techniky z této skupiny patří jak miniinvazivní výkony, které umožní selektivní dekompresi parciální hemilaminektomií i víceetážovou, jednostranné i oboustranné přístupy (zleva, zprava), v případě vícesegmentální dekomprese lze strany kombinovat. Strana přístupu se obvykle volí podle dominujících potíží anebo podle

anatomické situace (skolióza, sklon spinózního výběžku atp.). Používají se **tubulární retraktory**, které minimalizují operační trauma paravertebrálních svalů. Provádí se s **využitím mikroskopu** nebo **endoskopu** (endoskopicky asistované výkony) k lepší vizualizaci operačního pole.

3.9.2.1.2 Konvenční operační techniky

Klasické operační přístupy jsou zahájeny skeletizací páteře (proc. spinosi a laminy). Buď z jedné strany, z obou nebo střídavě. Dekomprese segmentu je provedena z **hemilaminektomie** (snesení laminy pouze na jedné straně) s tím, že je možné rozšířením přístupu snést i kontralaterální vazy i zbytnělé kloubní výběžky (tzv. **undercutting** nebo **over-the-top decompression**). Přístup se opět volí podle strany dominujícího deficitu nebo anatomické situace, rovněž lze strany kombinovat nebo volit z jedné rány u více segmentů zároveň.

Interlaminární dekomprese je metodou snesení kaudální poloviny celé laminy a uvolnění místa největšího zúžení (Boos a Aebi 2008), součástí je undercutting zbytku oblouku. Nejradikálnější a nejstarší dosud běžně používanou metodou je **laminektomie**, tj. snesení laminy se spinózním výběžkem. Je stále používána u těsných LSS a v terénu skoliózy a dalších deformit. Důležité je omezit resekci zbytnělých kloubních výběžků o maximálně 30 % (Rudinský a Kolečák 2008), čímž je omezeno riziko vzniku sekundární instability.

3.9.2.2 Zadní dekomprese s fúzí

Využívá všechny možnosti dekomprese kanálu páteřního a foramin a pro instabilitu nebo předpoklad jejího vývoje se doplňují výkony aplikací autologních kostních štěpů získaných přístupem do kanálu páteřního s cílem dosažení kostního zhojení, fúze. Kostní štěpy jsou uloženy na dekortikované transverzální výběžky a spinální klouby (Chaloupka a Ryba

2012). Tento typ výkonu je indikován u starších a polymorbidních nemocných s instabilitou, například degenerativní spondylolistézou, s cílem zkrátit čas operačního výkonu a přesto dosáhnout kostní fúze .

3.9.2.3 Zadní dekomprese s instrumentovanou fúzí

Uvedené techniky jsou doplněny instrumentací transpedikulárními fixačními systémy. Umožňují nejen dosažení vyšší pravděpodobnosti kvalitního kostního zhojení fixovaného segmentu (Boos a Aebi 2008), ale umožňuje i distrakce meziobratlového prostoru, repozice posunů, derotace segmentálních deformit. Přesný popis operačních technik je mimo rozsah této práce.

3.9.2.4 Ostatní instrumentované metody

Do této skupiny patří ostatní techniky, které cílí na neutralizaci pohybu segmentu a případně jeho distrakci. Vychází z teorie, že bolest vychází z pohybu artroticky změněných spinálních kloubů. Systém dynamické neutralizace umožní flexi segmentu, ale omezí retroflexi, tj. odlehčí zátěž kloubů. Interlaminární stabilizace přináší podle některých autorů (Schmidt et al. 2018; Hrabalek et al. 2012) lepší výsledky než prostá dekomprese. Interspinózní implantáty, které jsou zajímavou technikou, která je diskutována poměrně často, mají obdobný cíl odlehčit zatížení spinálních kloubů, zmírnit tak dalšímu zbytnění vazů a případně i vyhojit synoviální cysty (Bludovský et al. 2014; Hrabalek et al. 2012).

4. Hypotéza

Lumbální spinální stenóza je onemocnění s velmi pestrými subjektivními obtížemi, variabilními symptomy, často kombinovanými se symptomy asociovaných chorob, ale relativně jednoznačnými grafickými nálezy. Pestrost projevů a nálezů je pochopitelná z uvedených patofyziologických poznatků. Navíc graficky prokázaný úzký kanál páteřní není vždy příčinou obtíží a neurologického deficitu. Přes tolik nejasných momentů jsou pacienti účinně léčeni jak konzervativně, tak operačně. Z publikovaných prací od krátkých poznámek po monografie a učební texty ale vyplývají pouze nejasná a někdy lehce rozporuplná doporučení postupů k výběru nejvhodnějšího diagnostického a léčebného postupu. Vycházíme-li z definice LSS, je vždy potřeba zohledňovat jak klinické, tak radiologické nálezy. Jak těsně spolu tyto kategorie souvisí, není jasné.

Proto jsme se na tuto část problematiky LSS zaměřili a rozhodli se ověřit dvě hypotézy:

Hypotéza 1: *Tíže stenózy v MR obraze koreluje s tíží klinických projevů.*

Předpokládali jsme, že v rámci této práce se nám dále podaří zjistit, které z radiologických měření je pro běžné užití nejsnazší a nejlépe koreluje s klinickým nálezem. V závislosti na tvaru plochy úzkého kanálu páteřního bývá dorzálně od durálního vaku ještě epidurální tuk, který je sice komprimovaný, ale zaujímá významnou část kanálu páteřního. Tento nález respektuje morfologická sedimentační Schizasova klasifikace (Schizas et al. 2010b) - stupeň C (Příloha 3), kdy je hodnocen stupeň komprese kořenů kaudy, nejen kvantitativní stanovení plochy.

Hypotéza 2: *S klinickým obrazem a subjektivními potížemi nejlépe koreluje Schizasova sedimentační klasifikace, méně plocha durálního vaku a nejvolněji nebo vůbec plocha kanálu páteřního.*

V zájmu zajištění homogenity souboru byli vybráni pouze nemocní, kteří již byli operováni pro centrální LSS. V takovém souboru lze předpokládat četnější grafické nálezy těsné stenózy a těžší neurologický deficit i subjektivní obtíže než u pacientů léčených konzervativně.

5. Soubor a metodika

Do retrospektivně studovaného souboru byli zařazeni pacienti, kteří byli operováni na našem pracovišti pro LSS v letech 2009–2010.

5.1 Vstupní kritéria

1. Kvalitní MR bederní páteře s průkazem centrální stenózy v T2 váženém čase alespoň v jednom pohybovém segmentu
2. Dynamické RTG snímky k vyloučení instability
3. Neurologické vyšetření, splňující kritéria pro zpracování podle stupnice mNIS-LSS
4. Kompletně vyplněný dotazník ODI

5.2 Kritéria pro vyloučení

1. Grafická:
 - a. Výhřez meziobratlové ploténky
 - b. Foraminální nebo laterální stenóza bez složky centrální
 - c. Degenerativní spondylolistéza
 - d. Deformita páteře s prokázanou instabilitou
2. Klinická:
 - a. Stav po operaci v oblasti bederní páteře
 - b. Asociované symptomatické onemocnění kyčelního kloubu
 - c. Asociovaná symptomatická ischemická choroba dolních končetin
 - d. Asociovaná polyneuropatie dolních končetin jiná než v souvislosti s LSS (např. diabetická)

Do studie bylo zařazeno 61 pacientů, z toho 35 mužů a 26 žen. Medián věku u žen byl 67, ve skupině mužů 70 let.

5.3 Oswestry dotazník

Dotazníky ODI byly zpracovány v papírové podobě, ve variantě 2.1a v českém jazyce. Vyplnění prováděli pacienti samostatně.

Oswestry dotazník (ODI verze 2.1a) (Mičánková Adamová et al. 2012a)

Účelem tohoto dotazníku je poskytnout nám informace o tom, jak Vaše problémy se zády (nebo s nohou) ovlivňují Vaši schopnost zvládat každodenní život.

Odpovězte prosím na všechny části. Označte tu odpověď, která nejpřesněji popisuje Váš dnešní stav; v každé části označte pouze jednu odpověď

Část 1 – Intenzita bolesti

- Dnes nemám žádné bolesti.*
- Dnes mám mírné bolesti.*
- Dnes mám střední bolesti.*
- Dnes mám docela silné bolesti.*
- Dnes mám velmi silné bolesti.*
- Dnes mám nejhorší bolesti, jaké si lze představit.*

Část 2 – Osobní péče (mytí, oblékání atd.)

- Mohu se o sebe normálně postarat, aniž by mi to způsobovalo neobvyklé bolesti.*
- Mohu se o sebe normálně postarat, ale způsobuje mi to velké bolesti.*
- Osobní péče mi způsobuje bolesti a musím ji provádět pomalu a opatrně.*
- Potřebuji trochu pomoci, ale zvládnu většinu osobní péče.*
- Potřebuji každý den pomoci s většinou úkonů své osobní péče.*
- Neobléknu se, mytí mi působí potíže a zůstávám v posteli.*

Část 3 – Zvedání břemen

- Mohu zvedat těžká břemena bez neobvyklých bolestí.*
- Mohu zvedat těžká břemena, ale způsobuje mi to neobvyklé bolesti.*
- Kvůli bolestem nemohu zvedat těžká břemena ze země, ale zvládnu to, pokud jsou vhodně položená, třeba na stole.*
- Kvůli bolestem nemohu zvedat těžká břemena, zvládnu ale lehká až středně těžká břemena, pokud jsou vhodně položená.*
- Mohu zvedat pouze velmi lehká břemena.*
- Nemohu zvedat a nosit vůbec nic.*

Část 4 – Chůze

- Bolesti mi nebrání v chůzi na jakoukoli vzdálenost.*
- Bolesti mi brání v chůzi delší než jeden kilometr.*
- Bolesti mi brání v chůzi delší než půl kilometru.*
- Bolesti mi brání v chůzi delší než 100 metrů.*
- Mohu chodit pouze s holí nebo s berlemi.*
- Většinu času strávím v posteli a na záchod musím dolézt po čtyřech.*

Část 5 – Sezení

- Mohu sedět na jakékoli židli, jak dlouho chci.*
- Mohu sedět na své oblíbené židli, jak dlouho chci.*
- Bolesti mi brání v sezení delším než jednu hodinu.*
- Bolesti mi brání v sezení delším než půl hodiny.*
- Bolesti mi brání v sezení delším než 10 minut.*
- Kvůli bolestem nemohu vůbec sedět.*

Část 6 – Stání

- Mohu stát, jak dlouho chci, bez neobvyklých bolestí.*
- Mohu stát, jak dlouho chci, ale způsobuje mi to neobvyklé bolesti.*
- Bolesti mi brání ve stání delším než jednu hodinu.*
- Bolesti mi brání ve stání delším než půl hodiny.*
- Bolesti mi brání ve stání delším než 10 minut.*
- Kvůli bolestem nemohu vůbec stát.*

Část 7 – Spaní

- Bolesti mě nikdy nevyruší ze spánku.*
- Bolesti mě občas vyruší ze spánku.*
- Kvůli bolestem spím méně než 6 hodin.*
- Kvůli bolestem spím méně než 4 hodiny.*
- Kvůli bolestem spím méně než 2 hodiny.*
- Kvůli bolestem nemohu vůbec spát.*

Část 8 – Sexuální život (je-li relevantní)

- Můj sexuální život je normální a nezpůsobuje mi neobvyklé bolesti.*
- Můj sexuální život je normální, ale způsobuje mi určité neobvyklé bolesti.*
- Můj sexuální život je skoro normální, ale způsobuje mi velké bolesti.*
- Bolesti závažným způsobem omezují můj sexuální život.*
- Kvůli bolestem můj sexuální život téměř neexistuje.*
- Kvůli bolestem nemám vůbec žádný sexuální život.*

Část 9 – Společenský život

- Můj společenský život je normální a nezpůsobuje mi neobvyklé bolesti.*
- Můj společenský život je normální, ale zvyšuje intenzitu mých bolestí.*
- Bolesti nemají žádný závažný vliv na můj společenský život kromě toho, že mě omezují v namáhavějších zájmových činnostech, např. ve sportu atd.*
- Bolesti omezily můj společenský život a nevyházím ven tak často.*
- Kvůli bolestem se můj společenský život omezuje na můj domov.*
- Kvůli bolestem nemám vůbec žádný společenský život.*

Část 10 – Cestování

- Mohu cestovat kamkoli bez neobvyklých bolestí.*
- Mohu cestovat kamkoli, ale způsobuje mi to neobvyklé bolesti.*
- Bolesti jsou silné, ale zvládnou cesty trvající déle než dvě hodiny.*
- Kvůli bolestem zvládnou pouze cesty trvající nejdéle hodinu.*
- Kvůli bolestem zvládnou pouze nezbytné cesty trvající nejdéle 30 minut.*
- Kvůli bolestem necestuji vůbec, s výjimkou cest nutných kvůli mému léčení.*

Výsledek %

Pozn: ODI © Jeremy Fairbank, 1980. Všechna práva vyhrazena. Ukázkový výtisk – nepoužívat bez povolení.

Hodnocení ODI (Oswestry Disability Index)

Odpověď na každou otázku je bodována 0–5 body. Maximum je 50 bodů (přítomno 10 otázek).

Všechny otázky však nemusí být zodpovězeny, proto pro výpočet ODI skóre se užívá vzorec:

$$\text{ODI skóre \%} = (\text{celkový počet bodů} / (5 \times \text{počet zodpovězených otázek})) \times 100$$

Interpretace

0–20 %	<i>minimální disabilita</i>	<i>Může vykonávat většinu aktivit, léčba většinou zahrnuje režimová opatření a redukci váhy.</i>
21–40 %	<i>střední disabilita</i>	<i>Cestování a společenský život bývají obtížnější, osobní péče, sexuální život a spánek nebývají výrazně postiženy, léčba je obvykle konzervativní.</i>
41–60 %	<i>těžká disabilita</i>	<i>Hlavním problémem jsou bolesti, postiženo také cestování, osobní péče, sexuální a společenský život a spánek. Podrobné komplexní vyšetření a dle výsledků konzervativní či operační řešení.</i>
61–80 %	<i>ochromení</i>	<i>Bolesti ovlivňují všechny aspekty života. Obvykle operační řešení.</i>
81–100 %		<i>Pacient připoután na lůžko nebo zveličuje potíže – k odlišení nutné pečlivé pozorování pacienta během vyšetření, a pokud bude vyloučena agravace, tak obvykle operační řešení</i>

5.4 Modifikované skóre neurologického postížení u LSS

Klinický nález byl klasifikován vlastní modifikací Skóre neurologického postížení u lumbální spinální stenózy (mNISS-LSS) s úpravou původní klasifikace brněnských autorů (Mičánková Adamová a Vohánka 2013). Z původního skóre bylo vynecháno vyšetření ladičkou, hodnocení dřepu a běhu. Toto schéma nerozděluje tíži postížení do kategorií. Je používáno k převodu zjištěných dat do plynulé škály, kdy 0 znamená neschopnost lokomoce a plný počet bodů je pro normální neurologický nález.

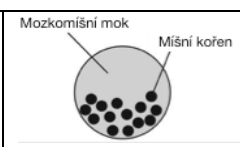

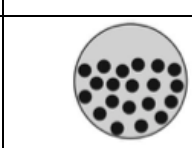
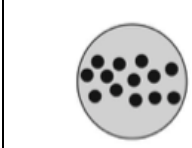
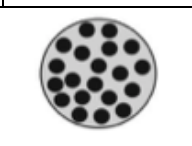
Modifikované skóre neurologického postížení u LSS (mNIS-LSS).



Reflexy šlachové a okosticové na DKK <i>reflex patelární, reflex šlachy Achillovy, za každý přítomný reflex na jedné končetině</i>	<i>1 bod (0–4 b.)</i>
Taktilní cití na DKK <i>neporušeno oboustranně porušeno na jedné DK porušeno oboustranně</i>	<i>4 body 2 body 0 bodů (0–4 b.)</i>
Stoj na špičky, na paty <i>za každý cvik (pokud vázne pouze na jedné DK, tak 1,5 bodu)</i>	<i>3 body (0–6 b.)</i>
Chůze <i>chůze bez opory chůze s oporou jedné hole chůze s oporou dvou holí chůze neschopen</i>	<i>9 bodů 6 bodů 3 body 0 bodů (0–9 b.)</i>
Celkem	<i>(0–23 b.)</i>

MR nález v T2 vážených transverzálních obrazech byl využit ke změření plochy kanálu páteřního, plochy durálního vaku a zařazení do schématu komprese kořenů tzv. sedimentační klasifikace dle Schizase (Schizas et al. 2010b).

5.5 Radiologická klasifikace LSS (sedimentační) podle Schizase

(Mičánková Adamová a Vohánka 2013; Schizas et al. 2010b)

Stupeň	Tíže	Grafický nález	Morfologický popis
A	žádná nebo lehká stenóza	A1 	kořeny leží dorzálně a zabírají méně než polovinu plochy durálního vaku (obr. 8a)
		A2 	kořeny leží dorzálně, jsou v kontaktu s durou, ale mají podkovovitou distribuci (obr. 8b)
		A3 	kořeny leží dorzálně a zabírají více než polovinu plochy durálního vaku (obr. 8c)
		A4 	kořeny jsou lokalizovány centrálně v durálním vaku a zabírají většinu plochy durálního vaku (obr. 8d)
B	střední stenóza		kořeny zabírají celý durální vak, ale lze je odlišit, je patrný mozkomíšni mok v durálním vaku (obr. 8e)

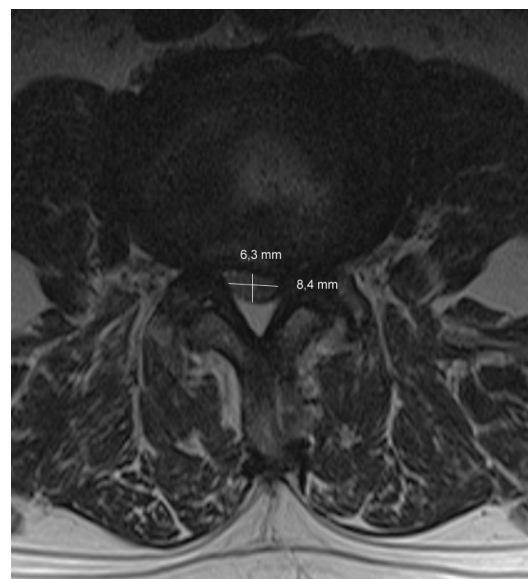
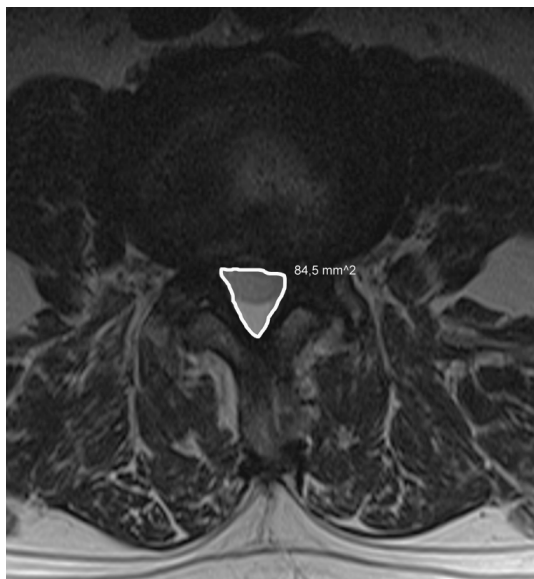
C	těžká stenóza		nelze odlišit jednotlivé kořeny, není patrný mozkomíšní mok v durálním vaku, je přítomen epidurální tuk dorzálně (obr. 8f)
D	extrémní stenóza		nelze odlišit jednotlivé kořeny, chybí epidurální tuk dorzálně (obr. 8g)

Měření plochy kanálu páteřního bylo provedeno v programu Surgimap (Nemaris 2016) manuálně obtažením plochy v úrovni disku (Obr.5).

Obrázek 5 *Techniky měření radiologických parametrů*

Měření plochy kanálu páteřního

Měření plochy durálního vaku



Plocha durálního vaku byla měřena stejném programu metodikou podle Hamanishiho (Hamanishi et al. 1994).

5.6 Měření plochy durálního vaku podle Hamanishiho (Hamanishi et al. 1994)

$(a/2) \cdot (b/2)\pi$ tj. $0,8 \times a \times b$	0,7 x a x b	0,6 x a x b	0,5 x a x b

Pro analýzu vztahů s ostatními veličinami byla použita hodnota nejužšího segmentu jako v práci japonských autorů (Ogikubo et al. 2007). U každého pacienta bylo stanoveno nejužší místo kanálu páteřního v úrovni meziobratlového disku, změřeno zmíněnými technikami a byly zjištěny: minimální plocha kanálu páteřního (mPK), minimální plocha durálního vaku (mPD) a minimální hodnota Schizasovy klasifikace (mSch). Získané hodnoty jsme pak použili pro korelační analýzu s klinickým nálezem převedeným do mNIS-LSS a s patientskou škálou ODI. Vzhledem k limitům Schizasovy klasifikace v segmentu L5/S1, jak uvádíme v diskusi, jsme měření uvedeného segmentu do finální korelační tabulky nezahrnuli.

Výsledné hodnoty jsme zpracovali korelační analýzou v programu Statistica v.8 (StatSoft 2007) na hladině významnosti $p < 0,05$.

6. Výsledky

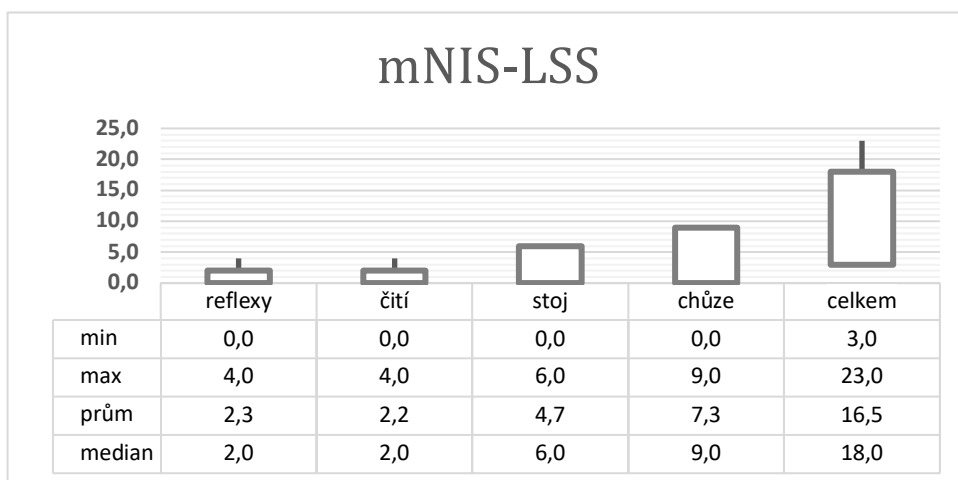
Četnost v jednotlivých kategoriích sebehodnotící škály ODI je uvedena v tabulce (Tabulka 1). V celém souboru je medián ODI 48 (20-76).

Tabulka 1 *Oswestry Disability Index – rozložení souboru do skupin*

ODI rozsah	Popis disability	Počet pacientů
0–20 %	minimální disability	3
21–40 %	střední disability	20
41–60 %	těžká disability	25
61–80 %	ochromení	13
81–100 %		0

Klasifikační schéma klinického nálezu mNIS-LSS v Grafu 1 spolu s tabulkou hodnot jsou uvedeny níže. Je patrné, že postižení reflexů a čití je výraznější (dosahují v průměru i medianu poloviny možného skóre) než jsou omezení stoje a chůze (dosahují přibližně tři čtvrtin výše normálu).

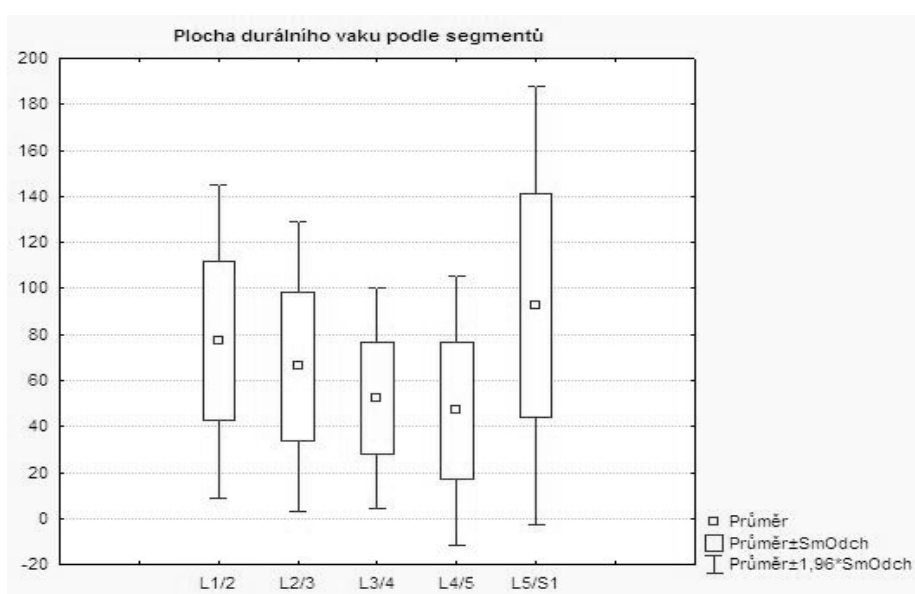
Graf 1 rozložení dat pro mNIS-LSS



Uveden je možný rozsah hodnot podle klasifikačního schématu mNIS-LSS (min a max), průměr a medián zjištěných veličin pro jednotlivé kategorie.

Celkem jsme graficky hodnotili 197 spinálních segmentů. Pro korelaci metod měření jsme vynechali segment L5/S1, kdy je pro anatomickou odlišnost rozložení kořenů použití užití Schizasovy stupnice nevhodné (Schizas et al. 2010a). S vynecháním L5/S1 je počet hodnocených segmentů 162. Rozložení počtu segmentů a jejich hodnot je v grafu (Graf 1), kde je ponechán i segment L5/S1 jen pro ukázkou rozptylu hodnot.

Graf 1 Rozložení počtu segmentů v souboru



Vypočtené hodnoty se zvýrazněním statisticky významných korelačních koeficientů jsou v následující tabulce (Tabulka 2). Hodnoty vyjadřují statisticky významnou korelaci tehdy, čím blíže jsou číslu 1. Za kladný výsledek, průkaz korelace, se považují hodnoty vyšší než 0,5. V tabulce jsou zvýrazněny tučně. Je patrné, že statisticky významné korelace jsou pouze mezi grafickými hodnotami. Za negativní výsledek jsou považovány hodnoty blízké nule nebo dokonce záporné.

Tab. 2 Korelační koeficienty pro srovnávané kategorie

	ODI	mNIS	mPD	mPK	mSch
ODI		-0,243729	0,098148	-0,008509	0,053726
mNIS	0,243729		0,002360	0,094740	0,104937
mPD	0,098148	0,002360		0,499747	0,644554
mPK	-0,008509	0,094740	0,499747		0,501543
mSch	0,053726	0,104937	0,644554	0,501543	

Legenda: *Sm.odch.* = směrodatná odchylka, *ODI* = Oswestry Disability Index, *mNIS* = modified Neurological Impairment Score for Lumbal Spinal Stenosis, *mPD* = minimální plocha durálního vaku, *mPK* = minimální plocha kanálu páteřního, *mSch* = minimální hodnota Schizasova skóre, tučně zvýrazněny statisticky významné korelace

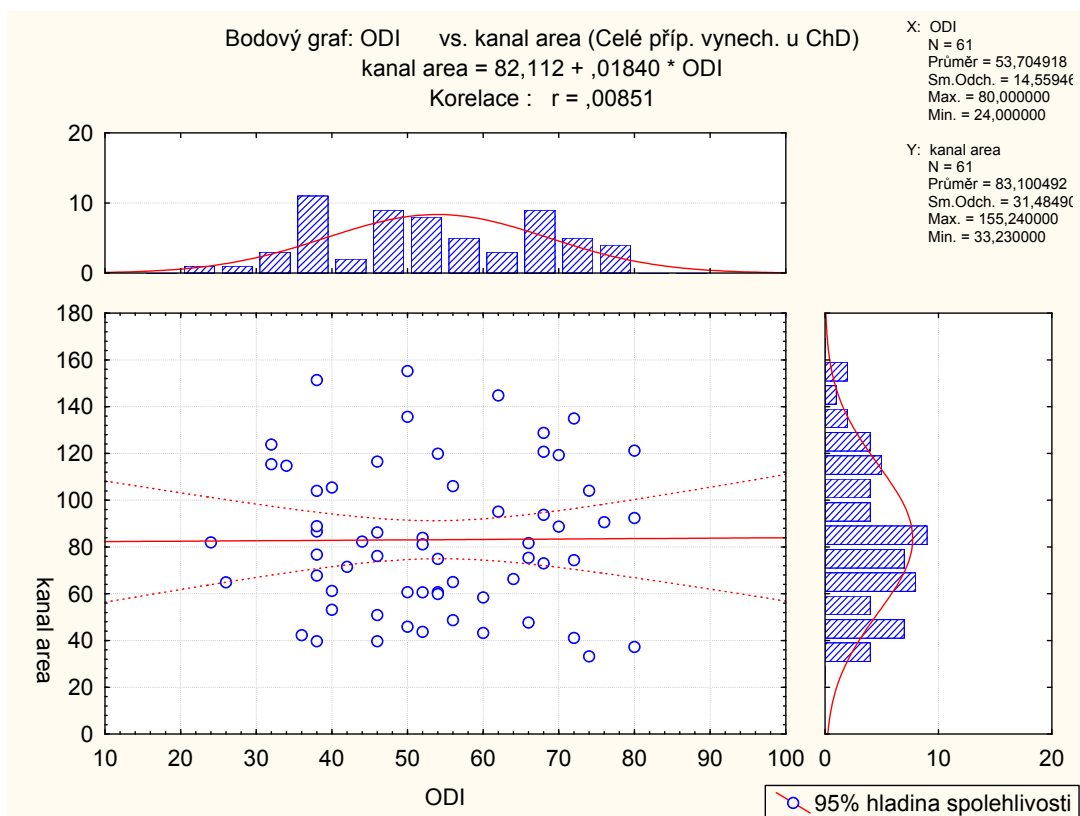
Slovní hodnocení souhrnu výsledných vztahů mezi zkoumanými kategoriemi je pro snazší orientaci v další přehledové tabulce (Tabulka 3), kde tučně zvýrazněné „ano“ znamená statisticky významnou korelaci.

Tabulka 3 Slovní souhrn korelací studovaných kategorií

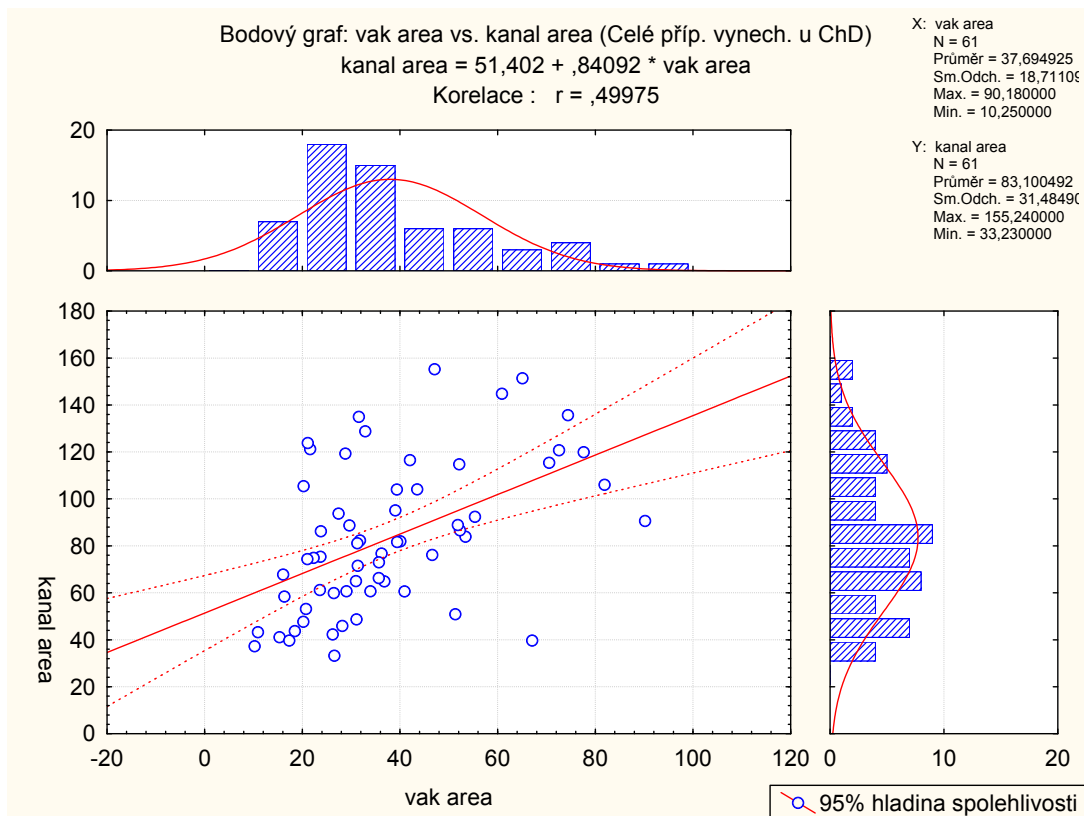
	ODI	NIS LSS	plocha kanálu	plocha dury	Schizasova klasifikace
ODI		ne	ne	ne	ne
NIS LSS	ne		ne	ne	ne
plocha kanálu	ne	ne		ano	ano
plocha dury	ne	ne	ano		ano
Schizasova klasifikace	ne	ne	ano	ano	

Grafické vyjádření korelací mezi jednotlivými kategoriemi jsou zpracovány v následujících grafech. Graf 2 je ukázkou negativního výsledku, kdy proměnné nekorelují. Přímka proložená body není strmá, korelační koeficient je blízký nule.

Graf 2 Graf rozložení hodnot **bez statisticky významné korelace** mezi nimi. Zde ODI versus plocha kanálu páteřního.



Graf 3 je ukázkou dvou hodnot se statisticky významnou korelací, vztah hodnot plochy durálního vaku a kanálu páteřního. Korelační koeficient 0,5 je dolní mez statistické významnosti, patrné je i konzistentní rozložení hodnot kolem přímky s vyznačenou 95% hladinou významnosti.



7. Diskuze

Symptomy LSS jsou velmi pestré, proto většina klasifikačních schémat pro univerzální praktické použití selhává. Omezili jsme tedy výběr pacientů pouze na ty, kteří byli indikováni k operačnímu výkonu pro centrální LSS. Z této skupiny jsme vybrali pouze pacienty indikované k laminektomii. Laminektomie je obvykle indikována u pacientů s těžšími stupni centrální stenózy. Laminektomie bez instrumentace je prováděna u pacientů, kde není prokázána předoperační instabilita páteře a za dodržení pravidel operační techniky není ani předpoklad vzniku pooperační, sekundární (iatrogenní) poruchy statické a dynamické funkce páteře. Kromě toho ve vybrané skupině nejsou asymptomatictí pacienti. Lze tedy předpokládat, že jde o relativně homogenní skupinu s menším rozptylem radiologických nálezů a bude možné lépe studovat závislost obrazové dokumentace s klinickým nálezem a sebehodnocením disability pacienta.

Cílem hodnotících stupnic subjektivních obtíží je získat informace z více aspektů než je možné získat z klinického a obrazového vyšetření, případně i získání osobní anamnézy. Poučený pacient je schopen vyplněním dotazníku samostatně klasifikovat svoje obtíže nejen v základních oblastech jako hodnocení bolesti a výkonnosti (omezení chůze, běhu), ale i oblasti biopsychosociálních interakcí. Navíc odpadá vliv vyšetřujícího lékaře, který může zařazování do skupin významně ovlivnit. Níže uvádíme nejběžnější dotazníky.

Dotazník short-form health survey 36 (SF-36) (Ware a Sherbourne 1992) Z běžně užívaných dotazníků je nejvíce všeobecný, a tak vhodný pro široké spektrum onemocnění. V osmi blocích otázek se podrobně zabývá kvalitou života v souvislosti se zdravím. Pokrývá oblasti fyzických funkcí, bolesti, vnímání vlastního zdraví, vitality, omezení sociálních funkcí i emočním a duševním zdravím. Zabývá se i srovnáním současného stavu

a srovnáním se situací před rokem. Pro tuto práci jsme tento dotazník pro jeho složitost nezvolili.

Roland – Morris Disability Questionnaire (RDQ) (Roland a Fairbank 2000) je kratší. Obsahuje 24 položek zabývajících se fyzickým omezením funkcí ve vztahu k bolesti zad. Nezahrnuje oblast psychických a sociálních problémů. Pro potřeby naší práce jsme tento nástroj nevybrali proto, že jsme chtěli komplexněji hodnotit subjektivní obtíže včetně kategorií, které v RDQ nejsou zahrnuty a které považujeme za podstatné.

Oswestry dotazník (ODI) (Fairbank a Pynsent 2000; Mičánková Adamová et al. 2012a) je považován za kvalitní komplexní dotazník zahrnující otázky na omezení fyzické (sezení, stoj, zdvihání břemen a chůze), sociální (společenský život, cestování, sexuální funkce, osobní péče), omezení spánku a hodnotí i bolest. Nabývá hodnot 0 až 100 %, kde nižší číslo znamená těžší omezení (disabilitu). Pro naše země je dostupný v české, jazykově validované verzi 2.1a (viz kapitola Soubor a metodika). Pro srovnání vývoje stavu je za minimální klinicky významný rozdíl považována změna hodnot o 5,2 až 16,3 % (Taylor et al. 1999; Suarez-Almazor et al. 2000). ODI je doporučováno u pacientů s předpokládanou těžší disabilitou, zatímco u pacientů s lehčím omezením, kde změny v ODI jsou jen minimální, je doporučováno použít RDQ dotazník (Mičánková Adamová et al. 2012b). Na našem pracovišti je vyplnění ODI standardní součástí příjmu pacienta s degenerativním onemocněním bederní páteře. Ze zmíněných standardizovaných dotazníků považujeme ODI za nejvhodnější pro rutinní použití. Pacienti jsou po krátkém seznámení se způsobem vyplnění schopni dotazník v tištěné podobě samostatně vyplnit. Jen výjimečně žádají zdravotnický personál o vysvětlení nebo pomoc s vyplněním jednotlivých podotázek. Proto

byl použit i pro účely této práce.

Vizuální analogová škála bolesti (VAS) je nástroj užívaný ke kvantifikaci bolesti pacientem. K určení hodnoty má pacient k dispozici pravítko s 10 stupni, kde „0“ znamená „žádná bolest“ a „10“ je „nejhorší bolest, jakou si umím představit“. Pacient na úsečce označí bod, který odpovídá intenzitě vnímané bolesti. Může být použita i varianta s hodnotami 0 – 100. Za minimální klinicky významný rozdíl je považována změna o 18 až 19 bodů (Hägg et al. 2003). VAS je standardní nástroj, který na našem pracovišti hodnotíme jak v ambulantním sledování, tak při přijetí do nemocnice. Hodnocení bolesti pacientem je natolik individuální, že lze předpokládat vyšší počet neshod s tíží postižení. Nicméně individuální senzitivita pro bolest ovlivní výsledné hodnocení symptomů v sebehodnotících dotaznících pacientů s LSS (Kim et al. 2013). Proto jsme klasifikaci bolesti ponechali jen jako součást ODI a VAS nezařadili do hodnocení a korelační analýzy.

Švýcarský dotazník pro spinální stenózu (Swiss Spinal Stenosis Questionnaire - SSSQ) (Pratt et al. 2002), též nazývaný Zurich Claudication Questionnaire, je jedním z nejlepších dotazníků připravených pro pacienty s LSS. Má tři hlavní části. V první zjišťuje subjektivní potíže, ve druhé fyzické omezení a ve třetí spokojenost s léčbou. Dotazník je krátký, snadno vyplnitelný pacientem. Jeho hlavní výhodou je komplexní hodnocení včetně stavu po léčbě. V této práci, kde je hodnocen stav před léčbou, proto nebyl použit.

Objektivní hodnocení symptomů vychází ze standardního neurologického vyšetření. Pro potřeby studie bylo vybráno **Skóre neurologického postižení u lumbální spinální stenózy (Neurological Impairment Score in Lumbar Spinal Stenosis – NIS-LSS)**, ve starších pracích označované jako Ada-Vo podle jmen autorů (Vohánka a Adamová 2003).

Ve stupnici jsou hodnoceny šlacho-okosticové reflexy pro každou končetinu, taktilní cití na obou dolních končetinách, stoj na patách a špičkách, chůze, schopnost běhu, vyšetření ladičkou a zjištění kvality dřepu. Plný počet bodů je normální neurologický nález, 0 bodů je ekvivalent chabé paraparézy – ztráty samostatné lokomoce. Pro tuto práci, která vychází z retrospektivně získaných dat, jsme vynechali kategorie běhu, vyšetření ladičkou a kvalitu dřepu. I modifikovanou stupnici, podrobně uvedenou v kapitole Soubor a metodika, považujeme za dobře využitelnou pro kvantifikaci objektivního neurologického nálezu.

Obtížný výběr diagnostických metod u LSS vychází z nejasností ve vztahu grafického nálezu a klinickou manifestací. Podle doporučení NASS (Kreiner et al. 2013) je MR nejvhodnější neinvazivní vyšetření k diagnostice anatomického zúžení kanálu páteřního a/nebo přítomnosti komprese nervových kořenů (síla doporučení B). CT myelografie má stejnou sílu doporučení (B) pro pacienty, u kterých je MR kontraindikovaná nebo neprůkazná. Pro naši studii jsou vybráni pouze pacienti, kteří měli MR vyšetření.

Existuje řada metodik grafického hodnocení LSS, obvykle převažují **metody kvantitativní**. Pro hodnocení centrální stenózy jsou doporučována měření předozadního rozměru kostěného kanálu páteřního. Tato metoda dosahuje specifity až 95 % (Tong et al. 2006), mezní hodnotou (tj. menší než tato hodnota již znamená zúžení) je 12 mm (Mamisch et al. 2012). Dalším postupem je měření předozadního rozměru durálního vaku v úrovni disku s mezní hodnotou 10 mm (Maus 2012) nebo 12 mm (Mamisch et al. 2012). Zjištění plochy durálního vaku různými metodami v úrovni disku je popisováno s hraniční hodnotou 100 mm² (Mamisch et al. 2012; Maus 2012; Hamanishi et al. 1994). Přestože je způsob měření pouze předozadního rozměru jednoduchý, nerespektuje tvar kanálu páteřního ani morfologii spinálních kloubů. Proto byla v této práci využita hodnota plochy

kanálu páteřního a plochy durálního vaku. Kanál páteřní byl manuálně konturován v grafickém programu Surgimap (Nemaris 2016), který napomáhá upravit křivku podle kontrastního rozhraní. Pro měření plochy durálního vaku jsme vybrali techniku dle Hamanishiho (Hamanishi et al. 1994). Pro běžné užití se nám tento způsob osvědčil lépe než manuální konturování vaku. V případě těsné LSS je totiž kontrastní odlišení okrajů durálního vaku méně výrazné, a proto obtížnější než sledování obvodu kanálu páteřního. Jedinou nevýhodou Hamanishiho postupu je potřeba znát konstanty pro vynásobení naměřených hodnot v závislosti na tvaru kanálu páteřního.

Dalším způsobem grafického hodnocení je posouzení šíře kanálu páteřního a útlaku nervových kořenů je **kvalitativní hodnocení morfologie nervových kořenů v durálním vaku**. Vycházejí z toho, že při MR vyšetření provedeném vleže na zádech dochází k tzv. sedimentaci kořenů v dorzální části durálního vaku. U pacientů s úzkým kanálem páteřním k sedimentaci nedochází a kořeny v durálním vaku zůstávají i centrálně a ventrálně. Tento nálezný je popisován jako tzv. **sedimentační znamení**, svědčící pro lumbální stenózu (Barz et al. 2010). Sedimentaci kořenů použil pro základ své sedmistupňové klasifikace Schizas (Schizas et al. 2010a). Je jednoduchá a nevyžaduje žádné obrazové měření (Příloha 3). Kromě toho zohledňuje míru komprese nervových kořenů, která podle patofyziologických zjištění má pravděpodobně největší vliv na tíži symptomů. Hodnocení sedimentace kořenů je ale použitelné jen u centrální LSS. Nelze použít u foraminální stenózy a není spolehlivé ani u stavů po operaci v kanálu páteřním, kdy nelze vyloučit vliv tzv. adhezivní arachnoiditis. V segmentu L5/S1 jsou sakrální kořeny již ventrálně před normálním výstupem z kanálu páteřního, což brání jejich sedimentaci. Pro segment L5/S1 je tedy Schizasova klasifikace nevhodná a ani v této práci není segment L5/S1 zahrnut do finální korelační analýzy. Z morfologických kvalitativních klasifikací je založena na hodnocení

zastoupení likvoru a kořenů kaudy v durálním vaku také stupnice podle korejských autorů (Lee et al. 2011), kteří navrhli jen čtyři stupně – bez stenózy, lehká, střední a těžká stenóza. Stupně rozlišují podle přítomnosti předního likvorového prostoru a možnosti rozlišit vlákna kořenů. Ačkoli je tato klasifikace snazší, považujeme Schizasovo schéma za propracovanější a pro praxi vhodnější.

Možné řešení rozporů ve výběru radiologických parametrů LSS bylo na základě shody expertů pro standardní klinické použití vytipováno pět nejvhodnějších radiologických proměnných (Andreisek et al. 2014). Je zajímavé, že nebyl doporučen ani jeden kvantitativní parametr. Přehled uvádíme v převzaté tabulce (Tabulka 4).

Tabulka 4 Standardizované radiologické parametry pro hodnocení LSS podle konsenzu expertů (Andreisek et al. 2014) převzato z práce Kalíkové et al. (Kalíková et al. 2017).

Typ stenózy	Typ parametru	Parametr	Literární odkaz
Centrální stenóza	Kvantitativní	-	-
	Kvalitativní	Omezení centrálního kanálu	(Lurie et al. 2008)
		Vztah mezi likvorem a vlákny kaudy equiny	(Schizas et al. 2010a)
Stenóza laterálního recesu (laterální stenóza)	Kvantitativní	-	-
	Kvalitativní	Komprese nervového kořene v laterálním recesu	(Bartynski a Lin 2003)
Foraminální stenóza	Kvantitativní	-	-
	Kvalitativní	Útlak nervového kořene ve foramen	(Pfirrmann et al. 2004)
		Omezení foramin	(Lurie et al. 2008)

Vztahy mezi radiologickým nálezem stenózy kanálu páteřního a klinickými symptomy jsou studovány poměrně často. Závěry jsou ale rozporuplné. Množství prací v závěru došlo k potvrzení diskrepance mezi rozměry kanálu páteřního nebo durálního vaku a klinickými symptomy. Korelace nebyly zjištěny například mezi předozadním rozměrem kanálu páteřního, bolestí, disabilitou a schopností chůze (Geisser et al. 2007). Zeifang a kolektiv (Zeifang et al. 2008) publikovali práci studující vztah mezi plochou durálního vaku a klaudikacemi, ale také neprokázali významné korelace. Autoři pod vedením Goni (Goni et al. 2014) hledali souvislost mezi plochou durálního vaku, předozadním rozměrem kanálu páteřního a ODI. Rovněž tento tým neprokázal statisticky významnou vazbu mezi sledovanými parametry. Turečtí autoři (Sirvanaci et al. 2008) posuzovali obdobné kategorie jako v této práci a neprokázali korelace ani s korekcí na počet stenotických segmentů. Burgstaller (Burgstaller et al. 2016) a kolektiv se pokusili zahrnout do korelace až 23 různých MR parametrů v porovnání s bolestí zad a dolních končetin. Statisticky významné korelace ale nenalezli. Naopak prokázali závislost neurologického deficitu a Schizasovy klasifikace. Zajímavá je práce studující počet postižených segmentů a ODI, bolest zad a dolních končetin a délku klaudikačního intervalu při změně plochy durálního vaku s axiální zátěží a bez ní (Lohman et al. 2006). Přesto korelace mezi kategoriemi prokázány nebyly. Dokonce ani v často citované Schizasově práci (Schizas et al. 2010a) nebyla prokázána korelace mezi plochou durálního vaku, Schizasovou klasifikací a sebehodnotící škálou ODI. Významné korelace ale prokázali mezi tíží neurologického deficitu a sedimentační klasifikací.

Publikováno je řada prací, kde radiologické nálezy u LSS korelují s klinickými a dokonce i subjektivními klasifikacemi. Například Ogikubo a kolektiv (Ogikubo et al. 2007) prokázali na úrovni evidence III, že u pacientů s LSS minimální plocha kanálu páteřního koreluje

s bolestmi zad a dolních končetin, ušlou vzdáleností a kvalitou života. Další práce popisují významné korelace mezi ODI a přítomností vícesegmentové stenózy (Hong et al. 2015).

Překvapivý závěr publikoval v roce 2015 Kim se spoluautory (Kim et al. 2015), kdy prokázali korelace mezi ODI, plochou a tloušťkou žlutého vazů a plochou durálního vaku a kanálu páteřního.

Statisticky významné vztahy mezi tíží neurologického postižení a Schizasovou klasifikací byly nalezeny i dalšími autory (Adamová et al. 2015; Weber et al. 2016). Vlastní třístupňovou klasifikaci morfologického nálezu LSS podle MR stanovili ve své publikaci Park s kolektivem (Park et al. 2013) a prokázali statisticky významné korelace s tíží neurologického nálezu, kde vazba byla mírná a střední u pacientů vyššího věku. V naší práci jsme vliv věku na výsledné korelace neprokázali.

Stejně jako je pestrá klinická manifestace LSS je možné najít široké spektrum možných příčin rozporupných korelačních analýz. Je pravděpodobné, že výsledek je ovlivněn již výběrem sledovaných radiologických a klinických parametrů. Jednotlivé kvantitativní hodnoty (délka kanálu páteřního, plocha durálního vaku nebo kanálu páteřního) nepopisují stav tak kvalitně, jako morfologické kvalitativní metody hodnotící stupeň komprese kořenů kaudy. Proto jsme se rozhodli pro ověření jedné z výše uvedených hypotéz o korelaci klinického nálezu s grafickým použitím jak kvantitativní, tak kvalitativní radiologické metodiky. Dokázali jsme statisticky významné korelace mezi velikostí plochy kanálu páteřního, plochy durálního vaku i Schizasovou sedimentační klasifikací. Jak jsme předpokládali mírně nižší je vazba mezi plochou kanálu páteřního a ostatními metodikami, ale z pohledu statistické významnosti je tento rozdíl zanedbatelný a měření plochy kanálu páteřního koreluje s oběma dalšími zmíněnými metodikami významně. Tento náález může být ovlivněn výběrem skupiny subjektů studie. Pacienti, kteří jsou indikováni k operační

léčbě jsou obvykle s vyšším stupněm LSS na grafickém vyšetření. V našem souboru jsou skupiny Schizas C a D zastoupeny nejčastěji.

Bylo prokázáno, že v každodenní praxi rozhodování o léčbě pacientů s LSS je využit častěji morfologický vzhled durálního vaku než izolované kvantitativní parametry (Schizas a Kulik 2012). Z naší práce vyplývá, že Schizasovo schéma koreluje dobře s jinými technikami měření. Je snadno použitelné i v každodenní praxi a je možné pracovat bez exaktního měření speciálními nástroji v grafickém editoru.

Klinický nález je v rozhodování o postupu léčby hodnocen častěji celkově než jako jednotlivé parametry (bolest, klaudikační interval, reflexy). Je nutné uvážit modifikace nálezu dalšími vlivy (např. působení analgetik, duševní stav pacienta v době vyšetření). Důležitými faktory, obyčejně obtížně objektivně prokazatelnými, jsou adaptační mechanismy a přirozený průběh degenerativních změn. Jak uvádíme v kapitole o patofyziologii, stadium přechodné hypermobility segmentu přechází do stabilnějšího stavu (vliv pokročilé osteochondrózy, spinální artrózy,..), a tak pokročilé degenerativní změny mohou mít paradoxně protektivní efekt na faktory působící bolest (Kuittinen et al. 2014). Podstatný dopad na výsledky má i individuální vnímání bolesti, jak bylo doloženo v práci zabývající se senzitivitou na bolest stanovenou pomocí dotazníků a její dopad na tíži symptomů u pacientů s LSS (Kim et al. 2013). V této práci je bolest hodnocena pouze jako součást ODI dotazníku, který posuzuje vliv bolesti na běžné činnosti, nejen jako samotnou virtuální veličinu jako třeba VAS.

Vliv vertikální polohy páteře na šíři kanálu páteřního je známý již z patofyziologie a je třeba zvážit, že obtíže se projevují právě ve vzpřímené poloze. MR vyšetření je prováděno vleže na zádech, a tak nedokáže postihnout anatomickou situaci v poloze, která k potížím vede. Studie simulující stoj provedením MR s axiální zátěží vleže ukázala signifikantní

změnu plochy kanálu páteřního, ale bez korelace s klinickými symptomy (Lohman et al. 2006). Význam vyšetření pacienta se symptomatickou LSS ve vzpřímené poloze a korelace nálezů s klinikou tedy zatím zůstává nejasný, simulace axiální zátěže pravděpodobně neukáže změny obdobně jako stoj nebo sed. Nenalezli jsme žádnou publikaci, která by se pokusila kromě vertikální polohy zobrazení posoudit i vliv pohybu páteře, například při flexích, na šíři kanálu páteřního. Je pravděpodobné, že komplikované patofyziologické děje při degenerativních změnách na páteři, zatím žádnou běžnou zobrazovací metodou nelze postihnout v celé šíři. Pro tuto studii byly využity standardní MR nálezy zhotovené v supinační poloze pacienta. Ve snaze minimalizovat vliv některých zmíněných patologických změn páteře výsledky studie, byla skupina subjektů vymezena i tím, že všichni pacienti s poruchou stability páteře včetně fixovaných deformit jako je získaná, degenerativní spondylolistéza nebo skolióza byli ze souboru vyřazeni.

Současné možnosti MR diagnostiky přináší i do oblasti LSS snahu o další zhodnocení patofyziologických jevů jako je cirkulace krve v kanálu páteřním nebo vyšetření kořenů kaudy. Využívá se technik vyšetření difúzně váženého obrazu (DWI, Diffusion Weighted Imaging). Zobrazení DTI (Diffusion Tensor Imaging), specializovanější metoda, zjišťuje tzv. anizotropii zkoumané tkáně (Pierpaoli a Basser 1996), výrazné u vysoce organizované tkáně jakou nervové kořeny bezpochyby jsou. Kvantifikace lze provést parametrem frakční anizotropie (FA), hodnotící míru směrové závislosti procesu difúze ve tkáni (Keřkovský et al. 2013). Míru směrově nezávislé difuzivity molekul vody popisuje koeficient ADC (Apparent Diffusion Coefficient). Ze získaných dat DTI je možné rekonstruovat průběh nervových drah a sledovat změny v průběhu nervových kořenů (ztenčení, ohyb, přerušeni), které mohou ukázat místo a tíži komprese (Oikawa et al. 2015). Strukturální změny kořenů kaudy při chronické kompresi jako je hyperémie a edém způsobené zvýšenou cévní permeabilitou, edém při chronické ischemizaci, případně známky waleriánské degenerace,

mění množství volné difúze vody a změny směru difúze To se odráží v jejích parametrech (Eguchi et al. 2011). Ze zmíněných metod je uváděno, že FA je citlivější při detekci komprese kořenů než ADC (Balbi et al. 2011). Problematické je ale rutinní použití v praxi. Je zde řada technických omezení jako například malý rozměr nervových vláken, neostrost daná dechovými exkurzemi vyšetřovaného nebo proudění mozkomíšního moku (Cauley a Filippi 2013).

Přes všechna uvedená selekční kritéria nebyla ve studované skupině pacientů nalezena korelace mezi klinickým nálezem, subjektivními obtížemi a grafickým nálezem. Když uvážíme zmíněné práce s negativním nálezem stejně jako v této studii, nabízí se otázka, zda je vůbec možné hledat korelace za stanovených postupů. Nemá ani smysl navyšovat počty zařazené do korelační analýzy. Pravděpodobně míváme některé důležité faktory, které vybranými postupy nelze postihnout. Dosud například nebyl posuzován vliv rovnováhy celé páteře (sagitální i koronární balanc), ani stav stabilizačního svalstva a celkové fyzické zdatnosti pacienta, ačkoli jsou to zásadní faktory pro ovlivnění průběhu léčby většiny onemocnění páteře. Změny paraspinálních svalů při LSS byly potvrzeny (Abbas et al. 2016), ale vliv na vývoj nemoci nebo souvislosti s tíží zúžení kanálu prokázány nebyly. V zajímavé finské práci (Leinonen et al. 2003) byl posuzován stav paraspinálních svalů po operaci pro LSS, ale paradoxně byl stav svalstva lepší než bylo očekáváno. Podobně nebývají uváženy i další, často asociované choroby projevující se ve vyšším věku obdobně jako LSS, kam náleží například onemocnění kyčelních kloubů, diabetes mellitus II. typu, ischemická choroba dolních končetin a podobně. V této oblasti je možné navázat na uvedená zjištění a posunout možnosti poznání v oblasti diagnostiky a léčebných postupů LSS dále.

8. Závěry

Hypotéza 1. **Tíže stenózy v MR obraze koreluje s tíží klinických projevů** nebyla potvrzena.

- Neprokázáli jsme statisticky významnou korelaci mezi subjektivními obtížemi a klinickým nálezem.
- Neprokázáli jsme statisticky významnou korelaci mezi subjektivními obtížemi a plochou kanálu páteřního, plochou durálního vaku nebo sedimentační klasifikací podle Schizas.
- Neprokázáli jsme statisticky významnou korelaci mezi objektivním klinickým nálezem a plochou kanálu páteřního, plochou durálního vaku nebo sedimentační klasifikací podle Schizas.

Hypotéza 2. **S klinickým obrazem a subjektivními potížemi nejlépe koreluje Schizasova sedimentační klasifikace, méně plocha durálního vaku a nejvolněji nebo vůbec plocha kanálu páteřního** nebyla potvrzena.

Byla prokázána statisticky významná korelace mezi Schizasovou sedimentační klasifikací a plochou durálního vaku i plochou kanálu páteřního.

9. Literatura

3D4MEDICAL, 2018. *Complete Anatomy* [online]. 2018. B.m.: 3D4Medical. Dostupné z: <https://3d4medical.com>

ABBAS, Janan, Viviane SLON, Hila MAY, Nathan PELED, Israel HERSHKOVITZ a Kamal HAMOUD, 2016. Paraspinal muscles density: a marker for degenerative lumbar spinal stenosis? *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. B.m.: BioMed Central, **17**(1), 422 [vid. 2018-02-04]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: doi:10.1186/s12891-016-1282-6

ADAMOVIČ, B, M MECH, T ANDRAŠINOVÁ a Josef BEDNAŘÍK, 2015. Radiologické hodnocení lumbální spinální stenózy a jeho klinická korelace. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*. **78/111**(2), 139–147.

ADAMOVIČ, B, Stanislav VOHÁŇKA a Josef BEDNAŘÍK, 2001. Lumbar spinal stenosis: correlation between clinical and radiological data. *J Neurol.* (248 (Suppl 2)), II/85.

ADAMOVIČ, B, Stanislav VOHÁŇKA a L DUSEK, 2003. Differential diagnostic in patients with mild lumbar spinal stenosis. *European Spine Journal*. (12), 190–196.

ADAMOVIČ, Blanka, Josef BEDNAŘÍK, L ŠMARDOVIČ a Et AL., 2000. Asociace mezi cervikální a lumbální stenózou páteřního kanálu. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*. **63/96**(5), 261–267.

ADAMS, MA a P DOLAN, 1995. Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance. *Clin Biomech*. **10**, 3–19.

AMUNDSEN, Tom, Henrik WEBER a Finn LILLEÅS, 1995. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. *Spine*. (20), 1178–1186.

ANDREISEK, Gustav, Richard A. DEYO, Jeffrey G. JARVIK, Francois PORCHET, Sebastian F.X. WINKLHOFER a Johann STEURER, 2014. Consensus conference on core radiological parameters to describe lumbar stenosis - an initiative for structured reporting. *European Radiology* [online]. **24**(12), 3224–3232. ISSN 14321084. Dostupné z: doi:10.1007/s00330-014-3346-z

ARNOLDI, CC, AE BRODSKY a J CAUCHOIX, 1976. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. *Clin Orthop.* (115), 4–5.

BALBI, Vincent, Jean François BUDZIK, Alain DUHAMEL, Anne BERA-LOUVILLE, Vianney LE THUC a Anne COTTEN, 2011. Tractography of lumbar nerve roots: Initial results. *European Radiology* [online]. **21**(6), 1153–1159. ISSN 09387994. Dostupné z: doi:10.1007/s00330-010-2049-3

BARTYNSKI, Walter S. a Luke LIN, 2003. Lumbar root compression in the lateral recess: MR imaging, conventional myelography, and CT myelography comparison with surgical confirmation. *American Journal of Neuroradiology.* **24**(3), 348–360. ISSN 01956108.

BARZ, T, M MELLOH, L P STAUB, S J LORD, J LANGE a CP RÖDER, 2010. Nerve root sedimentation sign: evaluation of a new radiological sign in lumbar spinal stenosis. *Spine.* **35**(8), 892–897.

BERGMARK, A, 1989. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl.* (230), 1 – 54.

BERNEY, J, 1994. Epidemiologie des canaux lombaires etroits. *Neurochirurgie.* **40**(3), 174–178.

BLUDOVSÝ, D., D. ŠTĚPÁNEK, S. ŽÍDEK, M. CHOC, O. HES, J. KASTNER a V.

PŘIBÁŇ, 2014. Intraspinal juxtaarticular cysts of the lumbar spine | Intraspinální juxtaartikulární cysty bederní páteře. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*. 77(1). ISSN 12107859 18024041.

BODACK, MP a M MONTEIRO, 2001. Therapeutic exercise in the treatment of patients with lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res*. (384), 187–193.

BOOS, Norbert a Max AEBI, 2008. *Spinal Disorders. Fundamentals of Diagnosis and Treatment*. 1 st. Berlin: Springer - Verlag. ISBN 978-3-540-40511-5.

BRINCKMANN, P, W FROBIN, E HIERHOLZER a M HORST, 1983. Deformation of the vertebral end- plate under axial loading of the spine. *Spine*. (8), 851 – 856.

BURGSTALLER, Jakob M., Peter J. SCHÜFFLER, Joachim M. BUHMANN, Gustav ANDREISEK, Sebastian WINKLHOFER, Filippo DEL GRANDE, Michèle MATTLE, Florian BRUNNER, Georgios KARAKOUMIS, Johann STEURER a Ulrike HELD, 2016. *Is There an Association between Pain and Magnetic Resonance Imaging Parameters in Patients with Lumbar Spinal Stenosis?* [online]. 2016. ISBN 0000000000. Dostupné z: doi:10.1097/BRS.0000000000001544

CAPPOZZO, A, 1984. Compressive loads in the lumbar vertebral column during normal level walking. *J Orthop Res*. (1), 292 – 301.

CAULEY, Keith A. a Christopher G. FILIPPI, 2013. Diffusion-tensor imaging of small nerve bundles: Cranial nerves, peripheral nerves, distal spinal cord, and lumbar nerve roots- Clinical applications. *American Journal of Roentgenology* [online]. 201(2). ISSN 0361803X. Dostupné z: doi:10.2214/AJR.12.9230

ČIHÁK, Radomír, 2011. *Anatomie I*. 1. vyd. B.m.: Grada.

DEJERINE, J, 1911. Intermittent claudication of the spinal cord [French]. *Press Med.* (19), 981–984.

EGUCHI, Yawara, S. OHTORI, S. ORITA, H. KAMODA, G. ARAI, T. ISHIKAWA, M. MIYAGI, G. INOUE, M. SUZUKI, Y. MASUDA, H. ANDOU, M. TAKASO, Y. AOKI, T. TOYONE, A. WATANABE a K. TAKAHASHI, 2011. Quantitative evaluation and visualization of lumbar foraminal nerve root entrapment by using diffusion tensor imaging: Preliminary results. *American Journal of Neuroradiology* [online]. **32**(10), 1824–1829. ISSN 01956108. Dostupné z: doi:10.3174/ajnr.A2681

EUN, SS, HY LEE, SH LEE a Et AL, 2012. MRI versus CT for the diagnosis of lumbar spinal stenosis. *J Neuroradiol.* **39**(2), 104–109.

FAIRBANK, J C T a PF PYNSENT, 2000. The Oswestry disability index. *SPINE.* **25**(22), 2940–2952.

FRASER, RD, JF BLEASEL a RW MOSKOWITZ, 1997. Spinal degeneration: pathogenesis and medical management. In: JW et al. FRYOMOER, ed. *The adult spine. Principles and practice.* 2. vyd. B.m.: Lippincott - Raven Publishers, s. 735–760.

GEISSER, Michael E., Andrew J. HAIG, Henry C. TONG, Karen S J YAMAKAWA, Douglas J. QUINT, Julian T. HOFF, Jennifer A. MINER a Vaishali V. PHALKE, 2007. Spinal canal size and clinical symptoms among persons diagnosed with lumbar spinal stenosis. *Clinical Journal of Pain* [online]. **23**(9), 780–785. ISSN 07498047. Dostupné z: doi:10.1097/AJP.0b013e31815349bf

GONI, Vijay G., Aravind HAMPANNAVAR, Nirmal Raj GOPINATHAN, Paramjeet SINGH, Pebam SUDESH, Rajesh Kumar LOGITHASAN, Anurag SHARMA, B. K. SHASHIDHAR a Radheshyam SAMENT, 2014. Comparison of the oswestry disability

index and magnetic resonance imaging findings in lumbar canal stenosis: An observational study. *Asian Spine Journal* [online]. **8**(1), 44–50. ISSN 19761902. Dostupné z: doi:10.4184/asj.2014.8.1.44

HÄGG, O, P FRITZELL a a NORDWALL, 2003. The clinical importance of changes in outcome scores after treatment for chronic low back pain. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* [online]. **12**(1), 12–20. ISSN 0940-6719. Dostupné z: doi:10.1007/s00586-002-0464-0

HAIG, Andrew J, Michael E GEISSER, Henry C TONG, Karen S J YAMAKAWA, Douglas J QUINT, Julian T HOFF, Anthony CHIODO, Jennifer a MINER a Vaishali V PHALKE, 2007. Electromyographic and magnetic resonance imaging to predict lumbar stenosis, low-back pain, and no back symptoms. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* [online]. **89**(2), 358–366. ISSN 0021-9355. Dostupné z: doi:10.2106/JBJS.E.00704

HAMANISHI, Chiaki, Noboru MATUKURA, Masahiko FUJITA, Mituo TOMIHARA a Seisuke TANAKA, 1994. Cross-sectional area of the stenotic lumbar dural tube measured from the transverse views of magnetic resonance imaging. *Journal of Spinal Disorders*. **7**(5), 388–393.

HONG, Ji Hee, Mi Young LEE, Sung Won JUNG a Su Yong LEE, 2015. Does spinal stenosis correlate with MRI findings and pain, psychologic factor and quality of life? *Korean Journal of Anesthesiology* [online]. **68**(5), 481–487. ISSN 20057563. Dostupné z: doi:10.4097/kjae.2015.68.5.481

HOPKINS, A, C CLARKE a G BRINDLEY, 1974. Erections on walking as a symptom of

spinal canal stenosis. *J Neurol Neurosurg Psych.* (50), 1371–1374.

HRABALEK, L, T WANEK, J MACHAC, M VAVERKA, K LANGOVA, O KALITA, D KRAHULIK, V NOVAK a M HOUDEK, 2012. Percutaneous interspinous dynamic stabilization (in-space) in patients with degenerative disease of the lumbosacral spine - a prospective study (Abstract). *Rozhl Chir.* **91**(6), 311–316. ISSN 0035-9351.

CHALOUPKA, Richard a Luděk RYBA, 2012. Operační terapie. In: Blanka MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, Josef BEDNAŘÍK, Richard CHALOUPKA, Marek MECHL, Luděk RYBA a Stanislav VOHÁŇKA, ed. *Lumbální spinální stenóza*. 1. vyd. Praha: Galén, s. 143–169. ISBN 978-80-7262-945-9.

KALÍKOVÁ, E., B. ADAMOVÁ, J KEŘKOVSKÝ, J. BEDNAŘÍK, M. KEŘKOVSKÝ a J. BEDNAŘÍK, 2017. Klinický přínos radiologických parametrů u lumbální spinální stenózy. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie* [online]. **80**(113), 400–407. ISSN 18024041. Dostupné z: doi:10.14735/amcsnn2017400

KEŘKOVSKÝ, M, A ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, J BEDNAŘÍK, M. SMRČKA a M. MECHL, 2013. Význam MR zobrazení difúze míchy v diferenciální diagnostice míšních lézí. *Cesk Slov Neurol N* [online]. **76**(1094), 477–481 [vid. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://www.csnn.eu/pdf?id=41175>

KIM, Ho-Joong, Bo-Gun SUH, Dong-Bong LEE, Gun-Woo LEE, Dong-Whan KIM, Kyoung-Tak KANG, Bong-Soon CHANG, Choon-Ki LEE a Jin S YEOM, 2013. The influence of pain sensitivity on the symptom severity in patients with lumbar spinal stenosis. *Pain physician* [online]. **16**(2), 135–144. ISSN 2150-1149 (Electronic). Dostupné z: doi:10.1111/papr.12084

KIM, Young Uk, Yu-Gyeong KONG, Jonghyuk LEE, Yuseon CHEONG, Se hun KIM,

Hyun Kyu KIM, Jun Young PARK a Jeong Hun SUH, 2015. Clinical symptoms of lumbar spinal stenosis associated with morphological parameters on magnetic resonance images. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* [online]. **24**(10), 2236–43. ISSN 1432-0932. Dostupné z: doi:10.1007/s00586-015-4197-2

KOLÁŘ, P, ed., 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Grada.

KREINER, D. Scott, William O. SHAFFER, Jamie L. BAISDEN, Thomas J. GILBERT, Jeffrey T. SUMMERS, John F. TOTON, Steven W. HWANG, Richard C. MENDEL a Charles A. REITMAN, 2013. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update). *The Spine Journal* [online]. B.m.: Elsevier, **13**(7), 734–743 [vid. 2018-01-27]. ISSN 15299430. Dostupné z: doi:10.1016/j.spinee.2012.11.059

KUITTINEN, Pekka, Petri SIPOLA, Tapani SAARI, Timo Juhani AALTO, Sanna SINIKALLIO, Sakari SAVOLAINEN, Heikki KROGER, Veli TURUNEN, Ville LEINONEN, Olavi AIRAKSINEN, Heikki KRÖGER, Veli TURUNEN, Ville LEINONEN a Olavi AIRAKSINEN, 2014. Visually assessed severity of lumbar spinal canal stenosis is paradoxically associated with leg pain and objective walking ability. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. **15**(1). ISSN 14712474. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2474-15-348

LEE, Young Guyen, Woo Joon LEE, Seok Choi HEE, Oh KYOUNG-JIN a Sik Kang HEUNG, 2011. A new grading system of lumbar central canal stenosis on MRI: An easy and reliable method. *Skeletal Radiology* [online]. **40**(8), 1033–1039. ISSN 03642348.

Dostupné z: doi:10.1007/s00256-011-1102-x

LEINONEN, Ville, Sara MÄÄTTÄ, Simo TAIMELA, Arto HERNO, Markku KANKAANPÄÄ, Juhani PARTANEN, Osmo HÄNNINEN a Olavi AIRAKSINEN, 2003. Paraspinal Muscle Denervation, Paradoxically Good Lumbar Endurance, and an Abnormal Flexion–Extension Cycle in Lumbar Spinal Stenosis. *SPINE*. **28**(4), 324–331.

LOHMAN, C. Martina, Kaj TALLROTH, Jyrki A. KETTUNEN a Karl August LINDGREN, 2006. Comparison of radiologic signs and clinical symptoms of spinal stenosis. *Spine* [online]. **31**(16), 1834–1840. ISSN 03622436. Dostupné z: doi:10.1097/01.brs.0000227370.65573.ac

LURIE, Jon D., Anna N. TOSTESON, Tor D. TOSTESON, Eugene CARRAGEE, John CARRINO, Jay KAISER, Roberto T.Blanco SEQUEIROS, Amy Rosen LECOMTE, Margaret R. GROVE, Emily A. BLOOD, Loretta H. PEARSON, James N. WEINSTEIN a Richard HERZOG, 2008. Reliability of readings of magnetic resonance imaging features of lumbar spinal stenosis. *Spine* [online]. **33**(14), 1605–1610. ISSN 03622436. Dostupné z: doi:10.1097/BRS.0b013e3181791af3

MALKO, JA, WC HUTTON a WA FAJMAN, 2002. An in vivo MRI study of the changes in volume (and fluid content) of the lumbar intervertebral disc after overnight bed rest and during an 8-hour walking protocol. *J Spinal Disord Tech*. **15**, 157–163.

MAMISCH, Nadja, Martin BRUMANN, Juerg HODLER, Ulrike HELD, Florian BRUNNER a Johann STEURER, 2012. Radiologic criteria for the diagnosis of spinal stenosis: Results of a delphi survey. *Radiology* [online]. **264**(1), 174–179. ISSN 1527-1315. Dostupné z: doi:10.1148/radiol.12111930/-/DC1

MAUCH, F, C JUNG, J HUTH a G BAUER, 2010. Changes in the lumbar spine of

athletes from supine to the true standing position in magnetic resonance imaging. *Spine*. **35**(9), 1002–1007.

MAUS, Timothy P., 2012. *Imaging of Spinal Stenosis. Neurogenic Intermittent Claudication and Cervical Spondylotic Myelopathy* [online]. 2012. ISBN 9781455739288. Dostupné z: doi:10.1016/j.rcl.2012.04.007

MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, B, M HNOJČÍKOVÁ, S VOHÁŇKA a L DUŠEK, 2012a. Oswestry dotazník, verze 2.1a – výsledky u pacientů s lumbální spinální stenózou, srovnání se starší verzí dotazníku. *Česká a slovenská Neurologie a Neurochirurgie*. **75**(108(4)), 460–467.

MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, Blanka, Josef BEDNAŘÍK, Richard CHALOUPKA, Marek MECHL, Luděk RYBA a Stanislav VOHÁŇKA, 2012b. *Lumbální spinální stenóza*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-945-9.

MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, Blanka a Stanislav VOHÁŇKA, 2009. The results and contribution of electrophysiological examination in patients with lumbar spinal stenosis. *Scripta Medica Facultatis Medicae Universitatis Brunensis Masarykianae*. **82**(1) :(pp 38-45), 2009. Date of Publication: 2009.), 45.

MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, Blanka a Stanislav VOHÁŇKA, 2013. Kvantifikace postižení u pacientů s lumbální spinální stenózou. *Cesk Slov Neurol N* [online]. **76**(1095), 570–574 [vid. 2018-01-14]. Dostupné z: <http://www.csnn.eu/pdf?id=41392>

MRAČEK, Zdeněk, 1970. Syndrom zúžení bederního kanálu páteřního s útlakem nervových kořenů. *Čs Neurol*. (33), 192–198.

MRAČEK, Zdeněk, 1979. Stenóza bederního páteřního kanálu u chondro- dystrofického

trpaslika. *Čs Neurol Neurochir.* **42/75(5)**, 352–356.

NEMARIS, Inc., 2016. *Surgimap* [online]. 2016. B.m.: Nemaris Inc. Dostupné

z: <https://www.surgimap.com/all-downloads/#Mac>

NORTH AMERICAN SPINE SOCIETY, 2011. *Evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (revised 2011)* [online].

Dostupné

z: <https://www.spine.org/Documents/ResearchClinicalCare/Guidelines/LumbarStenosis.pdf>

f

OGIKUBO, Osamu, Lillemor FORSBERG a Tommy HANSSON, 2007. The Relationship Between the Cross-sectional Area of the Cauda Equina and the Preoperative Symptoms in Central Lumbar Spinal Stenosis. *SPINE.* **3232(13)**.

OIKAWA, Yasuhiro, Yawara EGUCHI, Gen INOUE, Kazuyo YAMAUCHI, Sumihisa

ORITA, Hiroto KAMODA, Tetsuhiro ISHIKAWA, Masayuki MIYAGI, Miyako

SUZUKI, Yoshihiro SAKUMA, Go KUBOTA, Kazuhide INAGE, Takeshi SAINO,

Hirota SATO, Hiroki ANDO, Masatoshi KOJIMA, Kenichiro OKUMURA, Yoshitada

MASUDA, Atsuya WATANABE, Kazuhisa TAKAHASHI a Seiji OHTORI, 2015.

Diffusion tensor imaging of lumbar spinal nerve in subjects with degenerative lumbar disorders. *Magnetic Resonance Imaging* [online]. **33(8)**, 956–961. ISSN 18735894.

Dostupné z: doi:10.1016/j.mri.2015.05.002

PANJABI, MM, VK GOEL a K TAKATA, 1982. Physiologic strains in the lumbar spinal ligaments. An in vitro biomechanical study. 1981 Volvo Award in Biomechanics. *Spine.* **7**, 192–203.

PARK, H. J., S. S. KIM, Y. J. LEE, S. Y. LEE, N. H. PARK, Y. J. CHOI, E. C. CHUNG a

M. H. RHO, 2013. Clinical correlation of a new practical MRI Method for assessing central lumbar spinal stenosis. *British Journal of Radiology* [online]. **86**(1025).

ISSN 00071285. Dostupné z: doi:10.1259/bjr.20120180

PERNER, A, JT ANDERSEN a M JUHLER, 1997. Lower urinary tract symptoms in lumbar root compression syndromes: a prospective survey. *Spine*. (22), 2693–2697.

PFIRRMANN, Christian W. A., Claudio DORA, Marius R. SCHMID, Marco ZANETTI, Juerg HODLER a Norbert BOOS, 2004. MR Image–based Grading of Lumbar Nerve Root Compromise due to Disk Herniation: Reliability Study with Surgical Correlation.

Radiology [online]. **230**(2), 583–588. ISSN 0033-8419. Dostupné

z: doi:10.1148/radiol.2302021289

PIERPAOLI, C a P J BASSER, 1996. *Toward a quantitative assessment of diffusion anisotropy*. [online]. 1996. ISBN 0740-3194 (Print) 0740-3194 (Linking). Dostupné

z: doi:10.1002/mrm.1910360612

PORTAL, Antoine, 1802. *Cours d’anatomie medicale ou elements de l’anatomie de l’homme. Vol. 1*. Paříž: Badoin.

PORTER, RW, 1996. Spinal stenosis and neurogenic claudication. *Spine*. (21), 2046–2052.

PORTER, RW a D WARD, 1992. Cauda equina dysfunction. The significance of two-level pathology. *Spine*. (17), 9–15.

PRATT, Roland K., Jeremy C T FAIRBANK a Andrew VIRR, 2002. The reliability of the Shuttle Walking Test, the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire, the Oxford spinal stenosis score, and the Oswestry Disability Index in the assessment of patients with lumbar spinal stenosis. *Spine* [online]. **27**(1), 84–91. ISSN 03622436. Dostupné

z: doi:10.1097/00007632-200201010-00020

PUTTI, Vittorio, 1927. New conception in the pathogenesis of sciatic pain. *Lancet*. (2), 53–60.

ROLAND, Martin a Jeremy FAIRBANK, 2000. *The Roland-Morris disability questionnaire and the Oswestry disability questionnaire* [online]. 2000. ISBN 0362-2436. Dostupné z: doi:10.1097/00007632-200012150-00006

RUDINSKÝ, Bruno a Kamil KOLEJÁK, 2008. Degeneratívne ochorenie driekovej chrbtice - možnosti chirurgickej liečby. *Neurológia pre prax*. (3), 135–141.

SCHIZAS, C. a G. KULIK, 2012. Decision-making in lumbar spinal stenosis: A survey on the influence of the morphology of the dural sac. *The Bone & Joint Journal* [online]. **94–B(1)**, 98–101. ISSN 2049-4394. Dostupné z: doi:10.1302/0301-620X.94B1.27420

SCHIZAS, Constantin, Nicolas THEUMANN, Alexandre BURN, Rosamond TANSEY, Douglas WARDLAW, Francis W. SMITH a Gerit KULIK, 2010a. Qualitative Grading of Severity of Lumbar Spinal Stenosis Based on the Morphology of the Dural Sac on Magnetic Resonance Images. *Spine* [online]. **35(21)**, 1919–1924 [vid. 2018-01-27]. ISSN 0362-2436. Dostupné z: doi:10.1097/BRS.0b013e3181d359bd

SCHIZAS, Constantin, Nicolas THEUMANN, Alexandre BURN, Rosamond TANSEY, Douglas WARDLAW, Francis W SMITH a Gerit KULIK, 2010b. Introducing a new MRI classification of lumbar spinal stenosis based on cross-sectional morphology of the dural sac. *European Journal of Neurology*. **17(21)**, 34.

SCHMIDT, Sven, Joerg FRANKE, Michael RAUSCHMANN, Dieter ADEL, Matteo Mario BONSANTO a Steffen SOLA, 2018. Prospective, randomized, multicenter study

with 2-year follow-up to compare the performance of decompression with and without interlaminar stabilization. *Journal of Neurosurgery: Spine* [online]. B.m.: American Association of Neurological Surgeons, 1–10 [vid. 2018-01-27]. ISSN 1547-5654.

Dostupné z: doi:10.3171/2017.11.SPINE17643

SCHÖNSTRÖM, N a J WILLEÉN, 2001. Imaging lumbar spinal stenosis. *Radiol Clin North Am.* (1), 31–53.

SIRVANACI, Mustafa, Mona BHATIA, Kursat Ali GANIYUSUFOGLU, Cihan DURAN, Mehmet TEZER, Cagatay OZTURK, Mehmet AYDOGAN a Azmi HAMZAOGLU, 2008. Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry Disability Index and MR Imaging. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* (17), 679–685.

STATSOFT, 2007. Statistica version 8.0, data analysis software system. *Tulsa: StatSoft* [online]. Dostupné z: www.statsoft.com

SUAREZ-ALMAZOR, M E, C KENDALL, J A JOHNSON, K SKEITH a D VINCENT, 2000. Use of health status measures in patients with low back pain in clinical settings. Comparison of specific, generic and preference-based instruments. *Rheumatology* [online]. **39**(7), 783–790. ISSN 1462-0324. Dostupné z: doi:10.1093/rheumatology/39.7.783

TAYLOR, S J, A E TAYLOR, M A FOY a A J FOGG, 1999. Responsiveness of common outcome measures for patients with low back pain. *Spine.* **24**(17), 1805–12. ISSN 0362-2436.

TONG, H C, J T CARSON, A J HAIG, D J QUINT, V R PHALKE a K S YAMAKAWA, 2006. Magnetic resonance imaginig of the lumbar spine in asymptmoatic older adults. *J*

Back Musculoskelet Rehabil. (19), 67–92.

TURNER, JA, M ERSEK, L HERRON a Et AL., 1992. Surgery for lumbar spinal stenosis: attempted meta-analysis of literature. *Spine.* (17), 1–8.

VAN DIEEN, JH, MJ HOOZEMANS a HM TOUSSAINT, 1999. Stoop or squat: a review of biomechanical studies on lifting technique. *Clin Biomech.* (14), 685 – 696.

VAN GELDEREN, C, 1948. An orthotic (lordotic) cauda syndrome [German]. *Acta Psychiatr Neurol.* (23), 57–68.

VERBIEST, Henk, 1954. A radicular syndrome from development narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg.* **36A**, 230–237.

VERBIEST, Henk, 1955. Further experiences on the pathological influence of a developmental narrowness of the bony lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg.* **37B**, 576.

VOHÁŇKA, S a B ADAMOVÁ, 2003. Lumbální spinální stenóza. In: KOL. AUTORŮ, ed. *Neurologie*. Praha: Triton, s. 160–180.

WARE, John E a Cathy Donald. SHERBOURNE, 1992. The MOS 36-item short-form health survey(SF-36). *Medical Care.* **30**(6), 473–483.

WEBER, Clemens, Charalampis GIANNADAKIS, Vidar RAO, Asgeir S JAKOLA, Ulf NERLAND, Øystein P NYGAARD, Tore K SOLBERG, Sasha GULATI a Ole SOLHEIM, 2016. Is There an Association Between Radiological Severity of Lumbar Spinal Stenosis and Disability, Pain, or Surgical Outcome?: A Multicenter Observational Study. *Spine* [online]. ISSN 1528-1159. Dostupné z: doi:10.1097/BRS.0000000000001166

WHITE, AA a MM PANJABI, 1990. *Clinical biomechanics of the spine*. 2 vyd. B.m.:

Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 0397507208.

WILBOURN, Asa J. a Michael J. AMINOFF, 1998. AAEM minimonograph 32: The electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *Muscle and Nerve* [online]. **21**(12), 1612–1631. ISSN 0148639X. Dostupné z: doi:10.1002/(SICI)1097-4598(199812)21:12<1612::AID-MUS2>3.0.CO;2-0

WILKE, HJ, P NEEF, M CAIMI, T HOOGLAND a LE CLAES, 1999. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *spine*. **24**, 755 – 762.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1996. *Cancer pain relief and palliative care. Report of a WHO exper commitee.*

YOGANANDAN, N, SJ LARSON, FA PINTAR, M GALLAGHER, J REINARTZ a K DROESE, 1994. Intravertebral pressure changes caused by spinal microtrauma. *Neurosurgery*. **35**, 415 – 421.

ZEIFANG, Felix, Marcus SCHILTENWOLF, Rainer ABEL a Babak MORADI, 2008. Gait analysis does not correlate with clinical and MR imaging parameters in patients with symptomatic lumbar spinal stenosis. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. **9**(9), 89. ISSN 14712474. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2474-9-89