

A GERINCCSATORNA KÉTOLDALI „OVER THE TOP” REKALIBRÁCIÓJA FÉLOLDALI FELTÁRÁSON KERESZTÜL DEGENERATÍV HÁTI ÉS ÁGYÉKI GERINCCSATORNA-SZŰKÜLET ESETÉN

Banczerowski Péter, Lipóth László, Veres Róbert
Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet, Budapest

BILATERAL “OVER THE TOP” DECOMPRESSION THROUGH UNILATERAL LAMINOTOMY FOR LUMBAR AND THORACIC SPINAL CANAL STENOSIS

Banczerowski P, MD, PhD; Lipóth L, MD; Veres R, MD, PhD
Ideggyogy Sz 2007;60(11–12):467–473.

Célkitűzés – A degeneratív háti és ágyéki gerinccsatorna-szűkület sebészi kezelésében a hagyományos műtéti beavatkozások a dorsalis csontos struktúrák – gyakran kishízuleteket is érintő – elvétele, a ligamentum supraspinale és interspinalia szalagszerének megbonthatásával és a paraspinalis izomzat leválasztásával járnak, amelyek a megváltoztatott biomechanikai viszonyoknak köszönhetően tovább rontják a gerinc stabilitását. A gerinc szerkezeti integritásának és stabilitásának megőrzésére, a gerinccsatornában elhelyezkedő idegképletek dekompimálására számos minimálisan invazív módszer létezik. A szerzők összegzik a féloldali feltáráson keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálbrációs technika alkalmazásával szerzett saját tapasztalataikat.

Módszer – Tüneteket okozó háti és ágyéki gerinccsatorna-szűkület miatt 51 betegnél 60, féloldali feltáráson keresztüli, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálbráció történt. Műtéti indikációt a típusos tünettan (neurogen claudicatio és/vagy radiculopathia, illetve myelopathia), képalkotó vizsgálattal kimutatott gerinccsatorna-szűkület, valamint az instabilitás hiánya jelentett. Beavatkozás olyan betegek esetében történt, akiknél a konzervatív kezelés nem volt kielégítő eredményű vagy myelopathia volt észlelhető.

Eredmény – A rekálbráció az esetek többségében az LIV-V (45%) és az LIII-IV (28,4%) szegmentumot érintette. Minden beteg neurogen claudicatióval összefüggő panaszja javult, járótavolságuk nőtt. Kötő hét (13,73%), jó 32 (62,74%), elfogadható eredményt 12 (23,53%) esetben észleltünk. A legszámottevőbb reziduális panasz a deréktáji fájdalom volt. A betegek véleménye alapján 25 (49%) elégedett volt, 23 (45,1%) elfogadhatónak tartotta állapotának javulását, kettő (3,9%) beteg kevésbé volt elégedett és mindössze egy (2%) beteg volt elégedetlen.

Következtetés – Degeneratív gerinccsatorna-szűkület esetén az alkalmazott féloldali feltáráson keresztüli, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő mikrodekompressziós, rekálbrációs technika lehetővé teszi az ép szövetek károsodásának csökkentését, ugyanakkor biztonságos és hatásos módszere a neuralis elemek felszabadításának.

Kulcsszavak: gerinccsatorna-szűkület, dekompresszió, laminotomia, ágyéki gerinc, háti gerinc

Objective – The standard surgical procedures used in degenerative thoracic and lumbar spinal canal stenosis allows decompression of the neural structures by unroofing the spinal canal, often resulted in destruction or insufficiency of facet joints, sacrifice the interspinosus/supraspinosus ligament complexes and stripping of the paraspinal muscles altering an already pathologic biomechanical milieu causing segmental instability. Various less invasive techniques exists to save the integrity and prevent the instability of the spine and allow decompression of neural structures located in the spinal canal. The authors discusses the experiences with technique of unilateral laminotomy for bilateral decompression.

Methods – The unilateral laminotomy for bilateral decompression technique was performed at 60 levels in 51 patients to decompress the symptomatic degenerative stenosis of the thoracic and lumbar spinal canal. The inclusion criteria were used as follows: symptoms of neurogenic claudication and/or radiculopathy, myelopathy, neuroimaging evidence of degenerative stenosis and absence of instability. Symptoms were considered refractory to nonsurgical conservative management or myelopathy was detected.

Results – The distribution of mostly affected segments were the L 4-5 (45%) and L3-4 (28.4%). Neurogenic claudication and walking distance improved during the follow up period in all patients. Seven patients (13.73%) reported excellent, 32 (62.74%) good, 12 (23.53%) fair outcome and no patient a poor overall outcome. The low back pain was the major residual postoperative complaint. 25 (49%) patients were very satisfied with their outcome, 23 (45.1%) were fairly satisfied, 2 (3.9%) were not very satisfied and 1 (2%) patients was dissatisfied.

Conclusion – The unilateral laminotomy for bilateral microdecompression technique minimizes resection of and injury to tissues not directly involved in the pathologic process, while affording a safe and through decompression of neural structures located in a degeneratively stenotic spinal canal.

Keywords: spinal canal stenosis, decompression, laminotomy, lumbar spine, thoracic spine

Levelező szerző (correspondent): Dr. Banczerowski Péter, Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet, 1145 Budapest, Amerikai út 57. Telefon: (1) 251-2999, fax: (1) 251-5678. E-mail: bancpet@oiti.hu

Érkezett: 2007. március 22. Elfogadva: 2007. július 10.

www.lam.hu

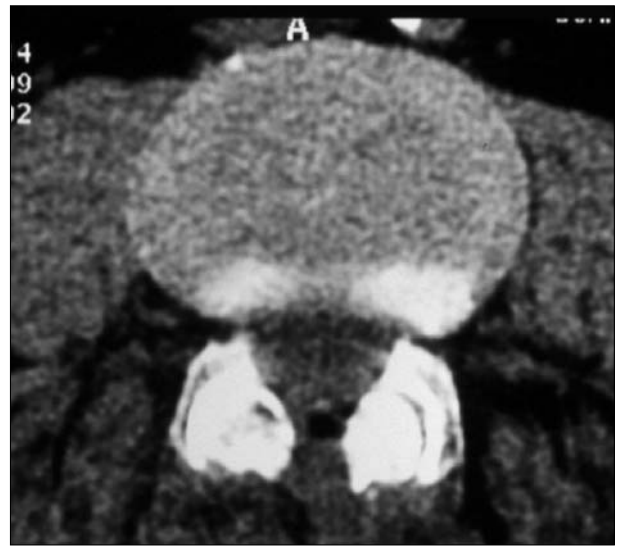
A degeneratív ágyéki gerinccsatorna-szűkület sebészi kezelésében hosszú ideig a „széles” laminectomia játszotta a döntő szerepet^{1, 2}. A gerinccsatorna-szűkület gyakran társul az érintett szegmentum egyidejű instabilitásával. A műtéti beavatkozás, amely gyakran a dorsalis csontos struktúrák kisízületeket is érintő elvételével, egyidejűleg a ligamentum supraspinale és interspinalia szalagrendszer megbontásával jár – a megváltozott biomechanikai viszonyok miatt – tovább rontja a gerinc stabilitását^{3, 4}. Az instabilitás az esetek egy részében további műtéti beavatkozást, stabilizáló műtétet igényelhet^{5, 6}. A jelenség felismerése vezetett a stabilitás megőrzését szolgáló, a kisízületeket csak részlegesen érintő műtéti eljárás, az úgynevezett „undercutting” (alávésés, „szűk laminectomia”) technika bevezetéséhez és elterjedéséhez (1. ábra).

Az izomleválasztás miatt előfordulhat a paraspinális izomzat – elsősorban a musculus (m.) multifidus csoport – iatrogén sérülése denervatio⁷ és atrophia⁸ következtében, amely az egyik oka lehet a „failed back” szindrómának⁸. Emellett a supraspinale és interspinalia szalagok sérülése biomechanikai szempontból hátrányosan befolyásolja a gerinc stabilitását⁹. A létrehozott reszekciós üregben lévő váladék potenciálisan növelheti a sebfertőzés lehetőségét, valamint kiterjedt hegyszövetképződés alakulhat ki, amely a durazsákot és az idegyököt irritálhatja, ezen túlmenően a kozmetikai eredmény is rosszabb.

Az a megfigyelés – amely elsősorban az MR-képzéstől fejlődésének és elterjedésének köszönhető –, hogy a gerinccsatorna-szűkület leggyakrabban az intervertebralis rés és a beboltosuló, gyakran megvastagodott ligamentum flavum magasságában észlelhető¹⁰⁻¹², arra a felismerésre vezetett, hogy az ívek között létrehozott és mérsékelten megnagyobbított „ablakon” keresztül a beszűkült terület elérhető és egyúttal sebészileg megoldható.

A gerinc szerkezeti integritásának és stabilitásának megőrzésére, az említett komplikációk megelőzésére számos minimálisan invazív módszert fejlesztettek ki, amelyek közül kiemelendő a processus spinosus osteotomia¹³, a kétoldali laminotomia^{10, 12} és a féloldali laminotomia, amely mindkét oldali dekompreszióra alkalmas^{11, 14, 15}. Az irodalmi adatok alapján több módszer is megfelelőnek bizonyult a gerinccsatornában elhelyezkedő idegképletek felszabadítására, amelyek ugyanakkor a minimálisan invazív beavatkozások követelményeinek is megfelelnek^{13, 16}.

A szerzők saját tapasztalataikat összegzik degeneratív gerinccsatorna-szűkület szövetkímélő műtéti megoldása esetén, amely során féloldali feltáráson



1. ábra. Az axiális CT-felvételen az undercutting technikával végzett gerinccsatorna-rekalibráció látható

son keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekalibráció (tágítás) történt.

Betegek és módszer

Tüneteket okozó háti (2. A ábra) és ágyéki (3. A–C ábra) gerinccsatorna-szűkület miatt 51 beteg esetében történt féloldali feltáráson keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekalibráció 2002–2006 között az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézetben. A betegek átlagéletkora 66 (38–82) év volt.

A műtét előtt minden beteg esetében készült mágnesesrezonancia (MR) -vizsgálat, analóg kétirányú és oldalirányú funkcionális röntgenfelvétel, valamint az esetek többségében komputertomográfiai (CT-) vizsgálat.

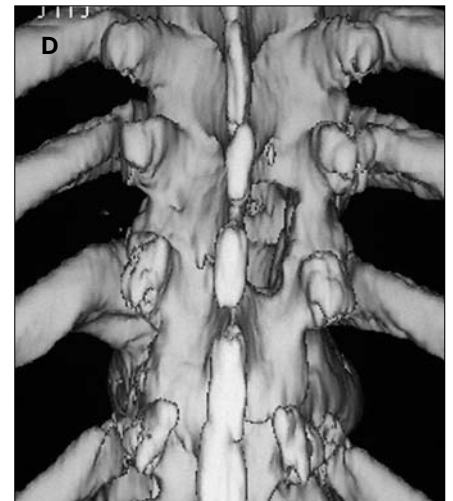
Műtéti indikációt jelentettek a tünetek (neurogen claudicatio és/vagy radiculopathia, illetve myelopathia), a képalkotó vizsgálatokkal kimutatott gerinccsatorna-szűkület – amelyet döntően nem porckorong-előbolytosulás vagy sérv okoz, továbbá érdemi instabilitás nem mutatható ki –, ezen túlmenően feltétel volt, hogy a beteg korábban ugyanazon szegmentumban gerinccsatorna-szűkület vagy instabilitás miatt műtéti beavatkozást nem esett át. A beavatkozás olyan esetekben történt, akik számára a konzervatív kezelés (nem szteroid gyulladáscsökkentő gyógyszeres kezelés, fizio-, esetenként komplex fizio- és balneoterápia eredménytelen alkalmazása három hónapon túl) nem volt kielégítő eredményű vagy myelopathia volt észlelhető.

Hason fekvő testhelyzetben féloldali feltáráson

keresztül, a gerincsatorna mindkét oldalát érintő rekálibráció történt (a részletes technikai leírást két közlemény tartalmazza^{14, 15}), a betegek a kifejezettebb panaszt okozó oldaláról végezve (4. ábra). Szimmetrikus panaszok esetén a nagyobb térszűkület oldaláról történt a feltárás. A laminotomiát fúró/maró fej segítségével végeztük. Azonos oldali dekompresziót követően a mikroszkóp és a beteg ellenirányú döntésével az ellenoldali ligamentum flavum és kisízület medialis felszínének eltávolítása történt az ellenoldali dekompreszió elérésére. A feltáráson keresztül az ellenoldali idegyök és neuroforamen is láthatóvá tehető, és elvégezhető a foraminiotomia (5. ábra). Amennyiben szükséges, a porckorong is eltávolítható. A dekompresziót követően a műtéti üregben subfascialis szívódrént hagytunk.

A műtét után minden esetben MR- és CT-vizsgálatot végeztünk a dekompreszió kiterjedésének ellenőrzése céljából (2. B–D, 3. D–G ábra).

A beavatkozás eredményének megítélésére a következő kritériumokat alkalmaztuk: *Kitűnő eredmény*: nincs fájdalom, a preoperatív állapotnak megfelelő munkabíró képesség és életvitel, a radicularis tünetek és a neurogen claudicatio, gerincvelő-érintettség esetén a hosszúpálya-tünetek megszűnése. *Jó eredmény*: mérsékelt reziduális fájdalom, a preoperatív állapotnak megfelelő munkabíró képesség és életvitel, a radicularis tünetek és a neurogen claudicatio megszűnése, gerincvelő-érintettség esetén a hosszúpálya-tünetek kifejezett javulása. *Elfogadható eredmény*: a preoperatív fájdalom perzisztálása, a preoperatív állapothoz képest csökkent, de a műtét előttihez képest javuló munkabíró képesség és életminőség, a radicularis tünetek és a neurogen claudicatio javulása, gerincvelő-érintettség esetén a hosszúpálya-tünetek mérsékelt javulása. *Rossz eredmény*: változatlan vagy kifejezettebb fájdalom, a preoperatív állapothoz képest rosszabb életminőség és csökkentebb munkabíró képesség, a neurológiai deficittü-

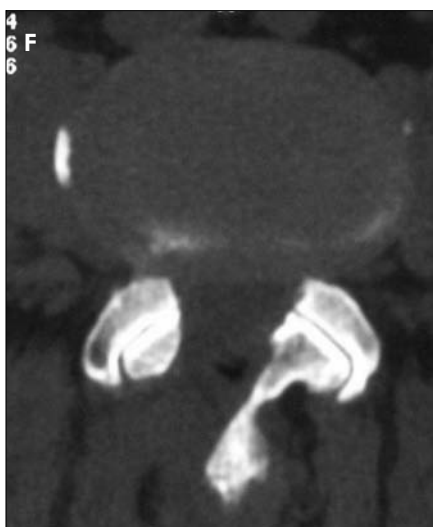
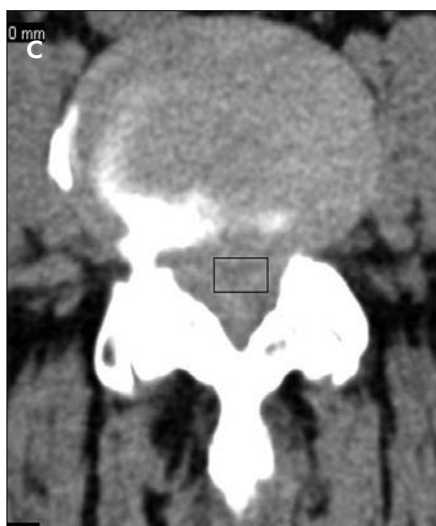


2. ábra. Sagittalis (A) T2 MRI-felvételen kifejezett dorsalis gerincsatorna-szűkület látható a ThX-XI magasságában gerincvelő-kompresszióval. A posztoperatív sagittalis T2 MR- (B), valamint axiális (C) és háromdimenziós rekonstrukciós (D) CT-felvételeken látható a dekompreszió kiterjedése és a műtéti behatolás

tek és a neurogen claudicatio, gerincvelő-érintettség esetén a hosszúpálya-tünetek változatlansága vagy romlása.

Emellett kikértük a betegek véleményét saját állapotukat, életminőségüket illetően a beavatkozást követően hat hónappal a következő kérdés alapján: Milyennek ítéli meg Ön a műtét eredményét? Válaszlehetőségek:

1. Nagyon sikeres, a panaszok gyakorlatilag megszűntek (elégedett).
2. Sikeres, a panaszok jelentősen enyhültek (elfogadható).



3. Kismértékű javulás észlelhető (kevésbé elégedett).

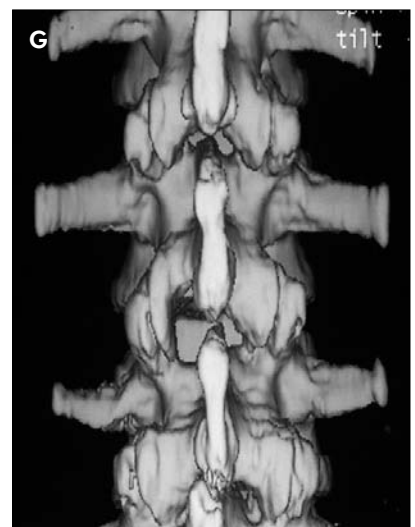
4. Sikertelen, nincs vagy nem számottevő javulás (elégedetlen).

5. Rosszabb, mint a műtét előtt (kifejezetten elégedetlen).

Eredmények

Ötvenegy beteg esetében 60 féloldali feltáráson keresztül, a gerinc-satorna mindkét oldalát érintő rekálibráció történt. Negyvennégy esetben egy, öt esetben kettő, két esetben három magasságban végeztük el egyidejűleg a beavatkozást. A rekálibráció az operált szegumentumokat illetően 27 esetben az LIV-V (45%), 17 esetben az LIII-IV (28,4%), nyolc esetben az LII-III (13,3%), három esetben a ThX-XI (5%), két-két esetben a

3. ábra. Sagittalis (A) és axiális (B) T2 MR-, valamint axiális CT- (C) felvételen kifejezett gerinc-satorna-szűkület látható az LIV-V magasságában (a gerinc-satorna a négyzettel jelölt területen belül helyezkedik el). A posztoperatív sagittalis (D) és axiális (E) T2 MR-, valamint axiális (F) és háromdimenziós rekonstrukciós (G) CT-felvételeken látható a dekompreszió kiterjedése és a műtéti behatolás



ThXI-XII (3,3%) és LV-S (3,17%), valamint egy esetben az LI-II (1,7%) magasságában történt (**1. táblázat**). A műtét alatt három esetben fordult elő szövődmény durasérülés formájában, ebből egy esetben a csontos-szalagos konglomerátum a durával heges réteget alkotott. Posztoperatív szövődmény egy esetben lépett fel felületes sebfertőzés formájában, amely lokális kezelés hatására gyógyult. A betegeket másnap mobilizáltuk gyógytornász segítségével, a kórházban átlagosan öt (három–kilenc) napot tartózkodtak.

Minden esetben kontroll CT- és MR-vizsgálat történt, amely megfelelő dekompresziót igazolt (**2. B–D, 3. D–G ábra**).

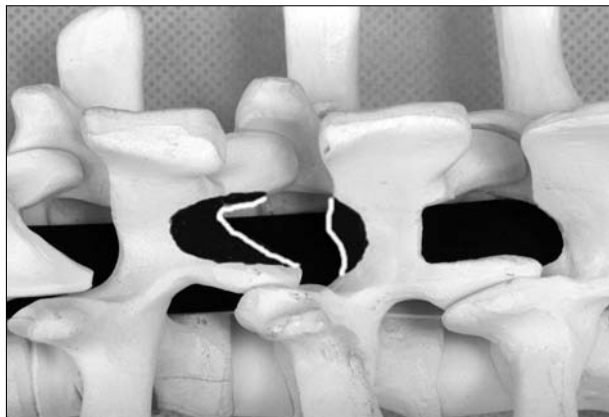
A betegeket követve (minimum hat, maximum 24 hónap között) a következő eredményeket kaptuk: minden beteg neurogen claudicatióval összefüggő panasa javult, járótavolságuk nőtt. Kitűnő hét (13,73%), jó 32 (62,74%), elfogadható eredmény 12 (23,53%) esetben volt észlelhető, ugyanakkor rossz eredmény nem volt (**2. táblázat**). A legszámottevőbb reziduális panasz a deréktáji fájdalom volt.

A betegek közül 25 (49%) elégedett volt, 23 (45,1%) elfogadhatónak tartotta állapotának javulását, két (3,9%) beteg kevésbé volt elégedett és mindössze egy (2%) beteg volt elégedetlen a nem kellő mértékű javulással. Állapotromlásról egyetlen beteg sem számolt be (**3. táblázat**).

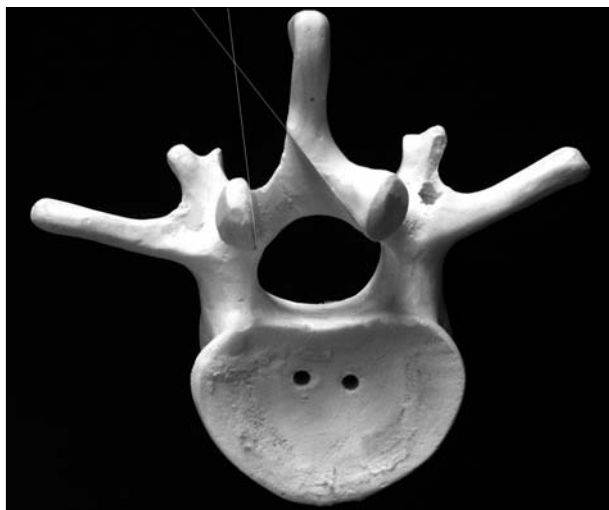
Olyan beteg nem volt, akit a már operált szegmentumban újra meg kellett volna operálni reziduális vagy ismételten kialakult gerinccsatorna-szűkület miatt. Egyetlen beteget reoperáltunk más szegmentumban észlelhető szűkület miatt hat hónappal később. Progrediáló instabilitást nem észleltünk, így emiatt nem kellett fixációs műtétet végezni.

Megbeszélés

Az ágyéki gerinccszakaszon a leggyakoribb műtéti indikációt képező kórkép a degeneratív ágyéki gerinccsatorna-szűkület az idősebb lakosság körében, amelynek jelentősége az átlagos élettartam emelkedésével egyre nő¹⁷. A hagyományos sebészi megoldás a dekompreszív laminectomia volt^{1, 2}, ugyanakkor a metaanalízis eredménye szerint a beavatkozás csak az esetek mintegy 64%-ában sikeres¹⁸. A nem kellően kielégítő eredményt főleg a megváltoztatott anatómiai és biomechanikai viszonyok következtében kialakuló másodlagos instabilitásnak^{3, 4} tulajdonították, amely a kórkép kezelésében a rögzítéssel együtt járó műtéttípusok elterjedéséhez vezetett¹⁹. Ugyanakkor több tanulmány született ar-



4. ábra. A maketten a fekete színnel jelölt terület a feltárás oldaláról mutatja a laminotomia tervezett helyét, az alatta lévő szegmentumban a területnek megfelelő csontelvétele látható



5. ábra. A makett axiális síkban mutatja a laminotomia kiterjedését. Az ellenoldali ligamentum flavum, a kisízület medialis felszíne, valamint a neuroforamen is elérhető a duraszák felett átnézve („over the top”)

ra vonatkozólag, hogy a rögzítéssel járó műtétek eredménye emelkedő gyakoriságuk ellenére nem haladja meg egyértelműen a rögzítés nélküli dekompreszióét^{6, 20}.

Más szerzők a feltárás és a dekompreszió invazivitásának csökkentését, szövetkímélő technikák alkalmazását helyezték előtérbe, ennek megfelelően számos módszer került bevezetésre^{10–15}. A féloldali feltáráson keresztül végzett, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekalibrációs technika megfelel a minimálisan invazív beavatkozások követelményeinek, irodalmi adatok szerint munkacsoportoktól függően a beavatkozás hatásfoka 70-90% közöttire tehető¹⁶, amelyet saját eredményeink is megerősítenek.

1. táblázat. A gerincsatorna-szűkület helye

Lokalizáció	Esetszám	Százalék
ThX-XI	3	5
ThXI-XII	2	3,3
LI-II	1	1,7
LII-III	8	13,3
LIII-IV	17	28,4
LIV-V	27	45
LV-S	2	3,3
Összesen	60	100

2. táblázat. A féloldali feltáráson keresztül végzett műtéti beavatkozás eredményessége

	Betegszám	Százalék
Kitűnő	7	13,73
Jó	32	62,74
Elfogadható	12	23,53
Rossz	0	0
Összesen	51	100

3. táblázat. A betegek elégedettsége a beavatkozás eredményével

	Betegszám	Százalék
Elégedett	25	49
Elfogadható	23	45,1
Kevésbé elégedett	2	3,9
Elégedetlen	1	2
Kifejezetten elégedetlen	0	0
Összesen	51	100

A paraspinalis izomzat – elsősorban a m. multifidus – processus spinosusokról történő leválasztása, eltartása az izomzat sérüléséhez, atrophijához vezethet, ez a későbbiekben a „failed back” szindróma egyik kiváltó oka lehet^{7,8}. A m. multifidus beidegzése a nervus spinalis ramus dorsalis ágából származik. Az idegág dorsalis irányba haladva a kisízület körül ívet leírva és több ágra oszolva idegzi be a m. multifidust, m. longissimust és m. iliocostalist²¹. A m. multifidusnak az ízület közép-pontját meghaladó eltartása az ideg megfeszítésével jár, amely az izomzat denervációját eredményezhe-

ti. Az alkalmazott technika nem tesz szükségessé az ízület középvonalát meghaladó azonos oldali izomeltartást, ugyanakkor ellenoldali feltárára nincs szükség, így az izomzat iatrogen sérülése csökkenthető.

Az interspinalia és supraspinale szalagok sérülése hátrányosan befolyásolja az eleve károsodott biomechanikai környezetet^{9, 11}. A műtét során nem távolítjuk el a laminák interpedicularis részét, a processus spinosust, valamint az interspinalia és supraspinale szalagokat, így a gerinc biomechanikai tulajdonságai kevésbé károsodnak. Saját anyagunkban nem észleltünk progrediáló instabilitást, ugyanakkor hosszú távú követés erősítheti meg az előzetes eredményeket. Irodalmi adatok szerint a féloldali feltáráson keresztül végzett, a gerincsatorna mindkét oldalát érintő rekalibrációt követően az esetek 5%-ában, az alávésést követően 9%-ában volt szükség fúzió végzésére progresszív instabilitás miatt¹⁶.

Ezen túlmenően a műtétet követően kialakuló műtéti üreg mérete számottevően kisebb a laminectomiához és az alávéséshez viszonyítva, valamint kozmetikailag is jobb eredmény érhető el.

A követés során a betegek mintegy 76%-ában a radicularis tünetek és a neurogen claudicatio megszűnt, ugyanakkor a fennmaradó 24% esetében is javultak ezek a tünetek. A leggyakoribb reziduális panasz a deréktáji fájdalom volt, egybehangzóan az irodalmi adatokkal^{15, 16}. Az esetek mintegy 13%-ában szűnt meg a derékfájdalom teljesen, 63%-ában javult, ugyanakkor 24%-ában változatlan maradt. A műtétet követően a derékfájdalom fennmaradása ismert jelenség¹⁵, figyelembe véve, hogy a krónikus derékfájdalom multifaktoriális, multikauzális körkép²². Gerincvelő-érintettség miatti dekompressziót követően minden esetben javultak a hosszúpályatünetek. A betegek döntő többsége elégedett volt a műtét eredményével vagy elfogadhatónak tartotta a műtét után állapotát.

Degeneratív gerincsatorna-szűkületben az alkalmazott féloldali feltáráson keresztül, a gerincsatorna mindkét oldalát érintő mikrodekompressziós, rekalibrációs technika lehetővé teszi az ép szövetek károsodásának csökkentését, ugyanakkor biztonságos és hatásos módszer az idegelemek fel szabadításában.

IRODALOM

- Airaksinen O, Herno A, Turunen V, Saari T, Suomlainen O. Surgical outcome of 438 patients treated surgically for lumbar spinal stenosis. Spine 1997;22:2278-82.
- Iguchi T, Kurihara A, Nakayama J, Sato K, Kurosaka M,

- Yamasaki K. Minimum 10-year outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. Spine 2000;25:1754-9.
- Fox MW, Onofrio BM, Hanssen AD. Clinical outcomes and

- radiological instability following decompressive lumbar laminectomy for degenerative spinal stenosis: a comparison of patients undergoing concomitant arthrodesis versus decompression alone. *J Neurosurg* 1996;85:793-802.
4. *Johnsson KE, Willner S, Johnsson K.* Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1986;11:107-10.
 5. *Deyo RA, Nachemson A, Mirza SK.* Spinal-fusion surgery – case for restraint. *N Engl J Med* 2004;350:722-26.
 6. *Lipson SJ.* Spinal-fusion surgery – advances and concerns. *N Engl J Med* 2004;350:643-4.
 7. *See DH, Kraft GH.* Electromyography in paraspinal muscles following surgery for root decompression. *Arch Phys Med Rehabil* 1975;56:80-83.
 8. *Sihvonen T, Herno A, Paljarva L, Airaksinen O, Patanen J, Tapaninaho A.* Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. *Spine* 1993;18:575-81.
 9. *Goel VK, Fromknecht SJ, Nishiyama K, Weinstein J, Liu YK.* The role of the lumbar spinal elements in flexion. *Spine* 1985;10:516-23.
 10. *Tsai RY, Yang RS, Bray RS Jr.* Microscopic laminotomies for degenerative lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1988;11:389-94.
 11. *Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA.* Microdecompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1999;24:2268-72.
 12. *Young S, Veerapen R, O’Laoire SA.* Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: preliminary report. *Neurosurgery* 1988;23:628-33.
 13. *Weiner BK, Fraser RD, Peterson M.* Spinous process osteotomies to facilitate lumbar decompressive surgery. *Spine* 1999;24:62-6.
 14. *Poletti CE.* Central lumbar stenosis caused by ligamentum flavum: unilateral laminotomy for bilateral ligamentectomy: preliminary report of two cases. *Neurosurgery* 1995;37:343-7.
 15. *Spetzger U, Bertalanffy M, Reinges HT, Gilsbach JM.* Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. *Acta Neurochir* 1997;139:397-403.
 16. *Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, et al.* Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy and laminectomy. *J Neurosurg Spine* 2005;3:129-41.
 17. *Gunzburg R, Szpalski M.* The conservative surgical treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly. *Eur Spine J* 2003;(Suppl 2):S176-83.
 18. *Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R.* Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine* 1992;17:1-8.
 19. *Katz JN, Lipson SJ, Lew RA, Grobler LJ, Weinstein JN, Brick GW, et al.* Lumbar laminectomy alone or with instrumented or noninstrumented arthrodesis in degenerative lumbar spinal stenosis. Patient selection, costs, and surgical outcomes. *Spine* 1997;22:1123-31.
 20. *Niggemeyer O, Strauss JM, Schulitz KP.* Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: meta-analysis of the literature from 1975–1995. *Eur Spine J* 1997;6:423-9.
 21. *Bogduk N, Wilsn AS, Tynan W.* The human lumbar dorsal ramii. *J Anat* 1982;134:383-97.
 22. *Ganz JC.* Lumbar spinal stenosis: postoperative results in terms of preoperative posture-related pain. *J Neurosurg* 1990;72:71-4.