

Mikroszkópos és endoszkópos vizualizációval végzett, minimálisan invazív dekompressziós gerincműtétekkel kapcsolatos tapasztalataink

Balázsfi Márton dr. ■ Szappanos Norbert dr.
Lehelvári Gergely oh. ■ Kis Dávid dr. ■ Barzó Pál dr.

Szegedi Tudományegyetem, Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Kar, Idegsebészeti Klinika, Szeged

Bevezetés: A minimálisan invazív technikák ugrásszerű fejlődése nem hagyta érintetlenül az idegsebészetet sem. Az új műtéti beavatkozások mind a koponya-, mind a gerincsebészet vonatkozásában egyre szélesebb teret nyerne. Ez utóbbi területen létjogosultságukat tovább fokozza az idősödő társadalom igénye, mely szinte átrajzolva a műtéti statisztikát, korábban alig vagy kevés számban végzett beavatkozások egyre növekvő számához vezetett. A degeneratív elváltozások okozta gerinccsatorna-szűkületek ellátása során kezdetben alkalmazott, kétoldali feltárással járó laminectomiát felváltotta az egy oldalról elvégezhető „over-the-top” műtét, majd az utóbbi években, a feltárást további minimalizálóját segítő, a lehető legkisebb járulékos szövetrocsolást biztosító technikák, mint a tubusfeltáró, majd a gerincendoszkóp használata.

Célkitűzés: A jelen tanulmány célja, hogy az elmúlt évek tapasztalatait felhasználva bemutassa a két, minimálisan invazív technikával, azaz a tubusfeltárással és az endoszkóppal végzett dekompressziós műtéteket, ezek eredményeit, mintegy rálátást adva a nemzetközi gerincsebészeti trendekre.

Módszer: 2022. január 1. és 2022. december 31. között 43 beteget operáltunk ezen technikával gerinccsatorna-szűkület miatt. Ezek közül 27 esetben tubusfeltárást és mikroszkópot, míg 16 esetben endoszkópos technikát alkalmaztunk. Az eredmények megítélésére a beavatkozás előtt és után vizuális analóg skála értéket vettünk fel neurogen claudicatio, terhelésre fokozódó derékfájdalom és a nyugalmi gyöki fájdalmak megítélésére. Ennek alapján a betegeket négy csoportba osztottuk: „változatlan” (0–30%), „mérsékelt” (31–50%), „jó” (51–75%) és „kiváló” (76–100%) minősítést alkalmazva. Külön elemeztük a spondylolisthesis kombinált szűkület miatt történt műtéteket. Rövid távú eredményeinket a hospitalizációs napok átlagos értéke alapján értékeltük.

Eredmények: Mindhárom vizsgált tünet esetében „kiváló” posztoperatív eredményt értünk el, azaz a neurogen claudicatio 95,3%-ban, a derékfájdalom 72,4%-ban, míg a nyugalmi gyöki tünetek 86,9%-ban csaknem teljesen megszűntek. „Jó” és „mérsékelt” eredményt ennek megfelelően jóval kisebb arányokban tapasztaltunk. A spondylolisthesis talaján kialakult gerinccsatorna-szűkület dekompressziós műtéte utáni eredményeket külön értékeltük, melyek alapján szintén az esetek 92,8%-ában a neurogen claudicatio, 70%-ában a derékfájdalom és 100%-ában a nyugalmi fájdalom posztoperatív eredménye bizonyult „kiválósnak”. A kórházban töltött napok száma átlagosan 3,7 volt.

Megbeszélés és következtetés: Tapasztalataink egybevágóak azokkal a nemzetközi eredményekkel, amelyek szerint a tubusfeltáró és az endoszkóp alkalmazásával a minimálisan invazív technikák eredményei tovább javíthatók mind rövid, mind hosszú távon. Az új technikák bevezetésével nemcsak jobb eredménnyel járó, kevésbé invazív megközelítést kínálhatunk a betegeknek, de az eljárások hatékony volta miatt több beteg kerülhet műtétre, jelentősen lerövidítve a várakozási időt.

Orv Hetil. 2023; 164(49): 1926–1937.

Kulcsszavak: gerinccsatorna-szűkület, minimálisan invazív dekompresszió, gerincendoszkóp

Our experience with minimally invasive decompression spine surgeries performed with microscopic and endoscopic visualization

Introduction: The rapid development of minimally invasive techniques did not leave neurosurgery untouched either. New surgical interventions, both skull and spine surgery, are gaining more and more popularity. Due to the aging society, previously inoperable degenerative abnormalities are also receiving more and more attention. In the treatment of spinal canal stenosis caused by degenerative changes, the initially used laminectomy was replaced by unilateral “over-the-top” surgery, and in recent years, by techniques that ensure the least possible collateral tissue damage, such as tubular retractor and then spinal endoscopy.

Objective: The purpose of this study is to use the experiences of the past years to present the decompression surgeries performed with two minimally invasive techniques, *i.e.*, the tube explorer and the endoscope, and their results, providing an insight into international spine surgery trends.

Method: From January 1, 2022 to December 31, 2022, we operated 43 patients with spinal canal stenosis using this techniques. In 27 of these cases, we used a tube retractor and a microscope, while in 16 cases, we used an endoscopic technique. In order to evaluate the results, we took a visual analogue scale value before and after the intervention to evaluate neurogenic claudication, lower back pain that worsens with exercise, and radicular pain at rest. Based on this, the patients were divided into four groups: using unchanged (0–30%), moderate (31–50%), good (51–75%) and excellent (76–100%) ratings. We separately analyzed surgeries for stenosis combined with spondylolisthesis. We evaluated our short-term results based on the average value of hospitalization days.

Results: We achieved excellent postoperative results for all examined symptoms, *i.e.*, neurogenic claudication in 95.3%, lower back pain in 72.4%, while the symptoms of restlessness disappeared almost completely in 86.9% of the cases. Accordingly, we experienced good and moderate results in much smaller proportions. The results after decompression surgery for spinal canal stenosis caused by spondylolisthesis were evaluated separately, based on which the postoperative results of neurogenic claudication in 92.8% of cases, low back pain in 70%, and pain at rest in 100% proved to be excellent. The average number of the hospitalisation days was 3.7.

Discussion and conclusion: Our experience is in line with the international results, which suggest that the results of minimally invasive techniques using the tube explorer and the endoscope can be further improved both in the short and long term. With the introduction of new techniques, we not only offer our patients a less invasive approach with better results, but due to the efficiency of the procedures, more patients can undergo surgery in a shorter time.

Keywords: spinal canal stenosis, minimally invasive decompression, spinal endoscopy

Balázsfi M, Szappanos N, Lehelvári G, Kis D, Barzó P. [Our experience with minimally invasive decompression spine surgeries performed with microscopic and endoscopic visualization]. *Orv Hetil.* 2023; 164(49): 1926–1937.

(Beérkezett: 2023. szeptember 3.; elfogadva: 2023. szeptember 26.)

Rövidítések

CT = (computed tomography) komputertomográfia; FESS = (full endoscopic spine surgery) teljesen endoszkópos gerincműtét; MRI = (magnetic resonance imaging) mágnesesrezonancia-képképzés; VAS = (visual analogue scale) vizuális analóg skála; Δ VAS = a pre- és a posztoperatív VAS-érték közötti különbség %-ban kifejezve

Az ágyéki gerinc degeneratív betegségei természetesen leggyakrabban az idősebb populációban fordulnak elő, járásnehezítettséghez, az instabilitás miatt derékfájdalomhoz, súlyosabb esetben radiculopathiához (gyöki fájdalomhoz) vezethetnek [1]. Ez az egyik leggyakoribb és a legnagyobb egészségügyi költségvonzattal járó betegcsoport az Egyesült Államokban, és ezek a betegségek az egyre idősödő populáció miatt növekvő prevalenciát mutatnak [2, 3].

Már prospektív, randomizált vizsgálatok is alátámasztják, hogy a konzervatív kezelésre nem reagáló, tünetet okozó porckorongsérv [4] és gerinccsatorna-szűkületek [5] műtéti kezelése mindenképpen indokolt.

Az utóbbi évtizedben a lumbalis gerinc gerinccsatorna-szűkülete miatt végzett dekompressziós műtéteinek száma növekvő tendenciát mutat [6]. A gerinccsatorna-szűkülete esetén korábban kizárólag kétoldali feltárással járó laminectomiát végeztek, melyet gyakran kombináltak medialis facetectomiával és foraminotomiával. Ez a technika a mély paraspinalis izmok leválasztásával és el-

tartásával jár, és a multifidus izomzat atrophiját, ezáltal a hátsó szalagos struktúrák biomechanikájának megváltozását idézte elő, végeredményben posztoperatív krónikus derékfájdalmat okozott, és jelentősen nehezítette az aktív rehabilitációt [7]. Számos külföldi és hazai tanulmány bizonyította az invazivitás minimalizálásának előnyeit, melyek hatására a hagyományos laminectomia hátterbe szorult, és szinte teljesen felváltotta az egyoldali feltárást igénylő „over-the-top” (át a csúcson) technika [8–10]. A minimálisan invazív technikák ugrásszerű fejlődése azonban nem állt meg, egyre nagyobb teret hódít a mikroszkópos tubusfeltárást és az endoszkópos gerincebészet, melyek lehetőséget biztosítanak már azon betegek műtéti kezelésére is, akiknél többszintes dekompresszió indokolt, vagy spondylolisthesis miatt stabilizáció is szükségessé válna. Az utóbbi feltárással ugyanolyan biztonságos műtéti és jó posztoperatív eredmény érhető el, mint az egy szegmentumot érintő gerinccsatorna-szűkületek esetén [11].

A minimálisan invazív technikák előnyei

A lehető legkisebb járulékos szövettruncsolással járó technikák fejlesztése elsődleges szerepet tölt be a sebészeti területeken, így a gerincebészetben belül is. A technológia fejlődésével a pre- és intraoperatív képképzés, valamint a műtét alatti digitális képképzés fejlődése lehetőséget biztosít a feltárással méretének radikális csökkenté-

sére és ezáltal a minimálisan invazív technikák biztonságos alkalmazására [12].

A legtöbb szakirodalmi adat a rövid távú eredményekben talált szignifikáns különbséget. A hagyományos műtétekkel összehasonlítva, csökkenthető a perioperatív vérveszteség, a posztoperatív fájdalom és a felépülési idő [13–17]. A nemzetközi gerincsebészeti szakma csaknem teljes egyetértésben ezeket a szempontokat emeli ki, mivel hosszú távú előnyeit eddig nem sikerült kétséget kizáróan bizonyítani. A korábban csak tendenciózus hosszú távú előnyeit [18] egy retrospektív elemzés 5 éves utánkövetés során a reoperációs ráta tekintetében bizonyítani tudta. Több mint 2000 beteget vizsgálva, dekompressziós vagy stabilizációs, minimálisan invazív műtétek után kevesebbnek bizonyult az operált vagy a szomszédos szegmentumban kialakult instabilitás vagy gerinccsatorna-szűkület miatt szükséges újabb műtétek száma [19].

Egy 17 tanulmányt összefoglaló kutatás eredménye alapján az ágyéki gerinc degeneratív kórképei miatt végzett műtétek esetén a minimálisan invazív technikák költséghatékonyak [20], ugyanis jelentősen csökkenthető a műtét utáni gyógyszerigény, és a betegek jóval hamarabb válnak munkaképesé [21, 22].

A minimális invazivitáson alapuló gondolkodás nemcsak a műtéti technikának, hanem a műtét típusának kiválasztásában is fontos szerepet játszik, mely az idős, polimorbid populáció életminőség-javítási célzatú invazív kezelése tekintetében kiemelkedően fontos. Ennek kapcsán kiváló példaként szolgálnak azok a prospektív, randomizált kutatások, melyek egyértelműen bizonyítják a stabilizációs műtétek jelentős részének indokolatlanságát. Dekompressziós és fúziós műtét kombinációja nem hoz jobb klinikai eredményeket 2 és 5 éves nyomon követés távlatában, mint a dekompressziós műtét önmagában, így a korábban a rutinemegoldás részét képező implantációk feleslegessé váltak. Gyenge bizonyítékok alapján úgy gondolták, hogy amennyiben gerinccsatorna-szűkület mellett spondylolisthesis fennáll, annak fúzióval történő megoldása indokolt [23, 24]. Kiderült, hogy a dekompresszió önmagában kiváló klinikai eredményt hoz, elkerülve a nagyobb, stabilizációval együtt járó felesleges műtéti kockázatot [25, 26]. Randomizált vizsgálatok igazolták, hogy a spondylolisthesis-től függetlenül a fúzióval kombinált műtétek esetén a műtéti idő hosszabb, több a vérveszteség, nagyobb költséggel járnak, több a hospitalizációs napok száma, viszont nem értek el jobb klinikai eredményeket, ráadásul jelentősen megnőtt a szomszédossegment-szindróma kialakulásának kockázata [23, 27].

Gerinccsatorna-szűkület

Idősödő társadalmunkban elkerülhetetlen az ágyéki degeneratív betegségek, köztük a lumbalis gerinccsatorna-szűkület előfordulásának növekedése [28].

A lumbalis gerinccsatorna-szűkület a patofiziológiája szerint lehet veleszületett és szerzett (degeneratív, >75%), valamint a kettő kombinációja [29]. A veleszületett típus a csontos struktúrák dysplasiája következtében jön létre, általában kombinálódik degeneratív eltérésekkel, ami miatt gyakran már 40–50 éves életkorban tüneteket okozhat [30, 31]. A degeneratív forma esetében a fő kóroki tényező a kisízület hypertrophiája, krónikus gyulladása, a spondylosis, a porckorong-előbortosulás és a ligamentum flavum megvastagodása következtében kialakult gerinccsatorna-szűkület és az ezáltal okozott cauda, valamint idegyöki kompresszió [32].

A leggyakoribb tünet az intermittáló neurogen claudicatio: lábfájdalom, zibbadás, nehézség érzése, mely hosszan tartó állás, járás során fokozódik. A tünetek gyakran kétoldaliak, az ágyéki gerinc extenziója (felegyenesedés) súlyosbíthatja, ezért a beteg sokszor előredőlve, hajlottan jár. Egyes esetekben radicularis tüneteket is okozhat, bár az izomgyengeség nem gyakori jelenség [33], de egyértelmű összefüggés van a gerinccsatorna-szűkület mértéke és a neurogen claudicatio súlyossága között [34].

A gerinccsatorna-szűkület a 65 év felett végzett ágyéki gerincműtétek egyik leggyakoribb oka. A gyógyszeres és nem műtéti kezelés sikertelensége esetén a dekompressziós műtét (fúzióval vagy anélkül) sikereesebb, mint a konzervatív kezelés folytatása [35]. A tanulmányok szerint az életkor pozitívan korrelál ugyan a hagyományos laminectomia műtéti kockázatával [36], azonban a minimálisan invazív technikák alkalmazása csökkenti a műtét előtti morbiditással és a posztoperatív immobilitással összefüggő műtéti kockázatot, ezáltal különösen előnyös lehet időskorban [37].

A jelen tanulmány célja, hogy az elmúlt évek tapasztalatait felhasználva bemutassa a két, minimálisan invazív technikával, azaz a tubusfeltárával és az endoszkóppal végzett dekompressziós műtéteket és ezek eredményeit, mintegy rávilágítva a jelenlegi nemzetközi gerincsebészeti trendekre.

Betegek és beavatkozások

Klinikánkon 2018 óta végzünk tubusfeltárával alkalmazásával műtéteket, kezdetben mikroszkóp segítségével, majd 2021-től a gerincsebészeten is bevezettük az endoszkóp használatát. 2023 márciusáig összesen 212 műtétet végeztünk, 169 esetben mikroszkópos tubusfeltárással, 43 esetben pedig endoszkópos technikát alkalmazva. A lumbalis gerincszakaszon 91 egyoldali dekompresszió történt porckorongsér, lateralis recessus szűkület miatt, 106 esetben kétoldali dekompressziót végeztünk „over-the-top” technikával gerinccsatorna-szűkület miatt. Az ágyéki szakaszon kívül 11 nyaki és 4 háti gerincműtét is történt, melyek mindegyikét mikroszkópos vizualizációval végeztük. A cervicalis szakaszon porckorong-sérvesedés miatt 6 esetben Frykholm-foraminotomiát végeztünk, míg 5 alkalommal gerinccsatorna-szűkület okozta



1. ábra | Intraoperatív röntgen segítségével ellenőrizzük a tubus megfelelő pozícióját (a), majd az endoszkóptoptikát a feltárába helyezzük (b, c)

myelonfelszabadítás történt „over-the-top” dekompreszió alkalmazásával. A hátsó megközelítést azon esetekben alkalmaztuk, amikor a ventralis dekompreszió kontraindikált volt, és radicularis érintettség nem állt fenn. A thoracalis szakaszon az összes műtétet gerinccsatorna-szűkület, myelonkompresszió minimálinvazív megoldásaként végeztük azon esetekben, amikor a gerincvelő dorsalis dekompresziójára volt szükség.

A diagnózist és a műtéti indikációt minden beteg esetében részletes anamnézis, neurológiai fizikális vizsgálat és MRI, szükség esetén funkcionális flexiós-extenziós röntgenvizsgálat alapján állítottuk fel. A műtéti javallatot az MRI-n látható gyöki és caudakompresszió mellett le-sugárzó panaszok, gyöki tünetek, járástávolság-rövidülés jelenléte, valamint a legalább 3 hónapos konzervatív kezelések kimerülése határozta meg. Amennyiben a flexiós-extenziós röntgen, valamint anamnesztikus adatok alapján 1-es gradusú spondylolisthesis esetében az instabilitás gyanúja nem merült fel, a gerinccsatorna-szűkület dekompresziója mellett fúziós műtétet nem végeztünk.

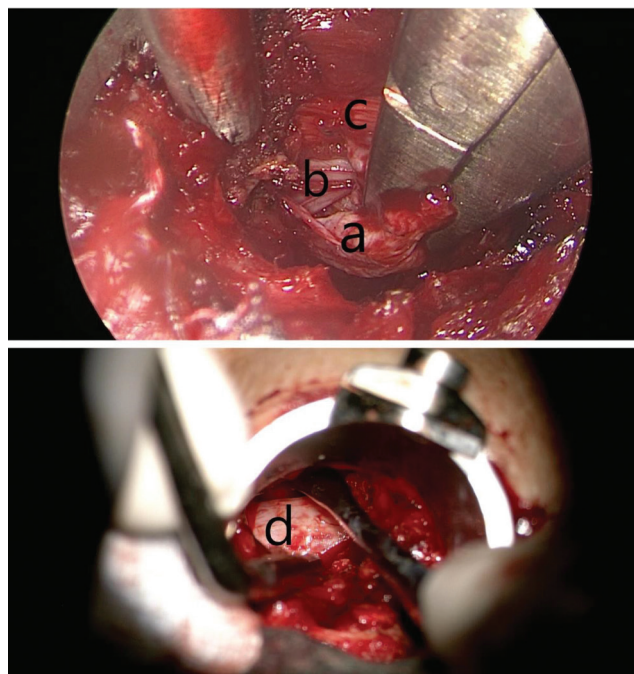
A műtét menete

Unilateralis feltárást, unilateralis dekompreszió (porckorongsér, recessusszűkület, synovialis cysta resectio):

- Előkészítés: a beteg pronációs – hason fekvő – helyzetben fekszik, az ágyéki gerincet enyhe flexiós állásba hozzuk. Az érintett szegmentumot röntgenkontrollja mellett bejelöljük, az MRI-n látható szerkezeti eltéréseket (processus spinosus vastagsága, kisízületek kopása, sérv elhelyezkedése, rotációs scoliosis jelenléte) figyelembe véve jelöljük ki a középvonalhoz képest laterálisan a bőrmetszés helyét.
- A lágy részek feltárása: a standard dezinficiálást és izolálást követően a subcutan és izomrétegeket lidokain, bupivakain és adrenalin keverékével infiltráljuk, majd 1–3 cm-es, sagittális irányú bőrmetszést ejtünk. A thoracolumbalis fasciát is behasítjuk, majd röntgenkontroll mellett az izomrostok között megcél-ozzuk az érintett szegmentumot, transmuscularisan tá-
gítósort helyezünk be a szükséges átmérőig, majd

megfelelő méretű tubust applikálunk, melyet a műtő-asztalhoz rögzítünk (1. ábra).

- A gerinccsatorna megnyitása: mikroszkópos vagy endoszkópos vizualizáció mellett dörzsfúróval arco- és flavotomiát – szükség esetén medialis partialis facetec-tomiát – készítünk, ezt követően a durazsák és a kilépő gyök megkímélésével, a retrakció minimalizálásával végezzük el az idegelemek dekompreszióját (2. ábra).
- Záró műveletek: miután meggyőződünk a teljes de-kompreszióról, vérzéscsillapítást követően a tubust eltávolítjuk, majd a fasciát egy, a bőrt két rétegben egyesítjük.



2. ábra

Felső kép: endoszkópos vizualizáció során az eszközök nem takarják be a látóteret. Porckorongsérműtét során a sequesterectomia folyamata látható a ligamentum flavum megóvásával. Alsó kép: „over-the-top” dekompreszió mikroszkópos vizualizáció-val, a jobb oldali eszköz az ellenoldali recessusban van

Jelmagyarázat: a = porckorongsér; b = ideggökök, a durazsák laterális széle; c = ligamentum flavum; d = durazsák

Unilateralis feltárás, bilateralis dekompreszió (centrális gerinccsatorna-szűkület, bilateralis recessus-szűkület): az egy- és kétoldali dekompreszió során végzett előkészítő és záró műveletek nagyrészt megegyezők, ezért csak a különbségeket jelöljük.

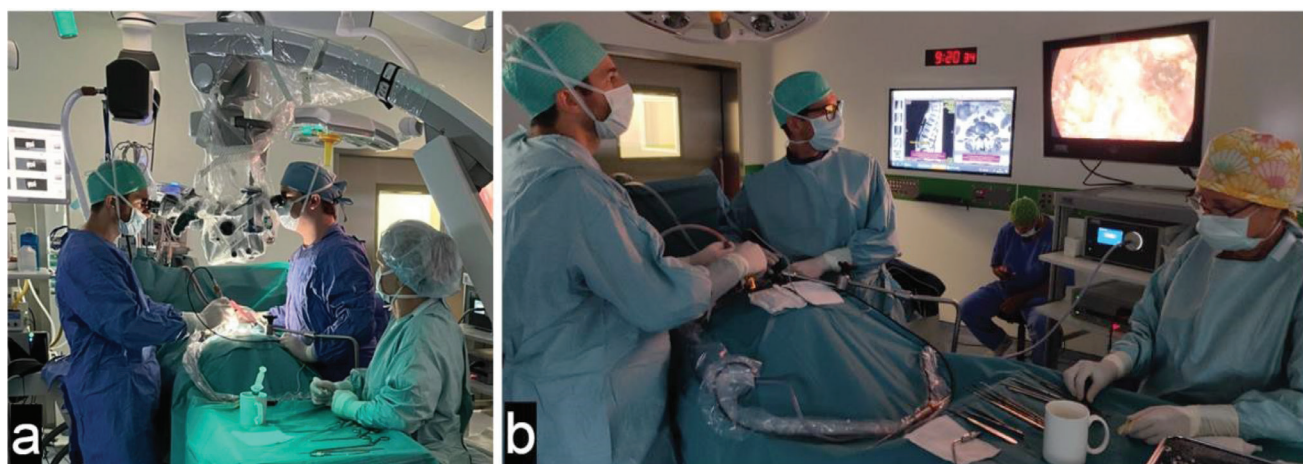
- Mikroszkópos vizualizáció alkalmazásával azonos oldali arcotomiát követően a processus spinosus bázisánál kezdve az ellenoldali arcuson keresztül a flavum felett a recessusig lefűrünk. A ligamentum flavumot elvesszük, majd a recessusokat mindkét oldalon feltágítjuk (2. ábra).
- Az endoszkópos vizualizáció során a legnagyobb különbség, hogy az ipsilateralis arcotomiát követően az azonos oldali ligamentum flavumot eltávolítjuk, és az ellenoldal felé csak flavotomiát végzünk, csak a processus spinosus bázisát fűrjük el, az ellenoldali arcust nem. A medialis partialis facetectomiát és a lateralis recessusok feltágítását mindkét oldalon dörzsfűrő segítségével itt is elvégezzük.

- A mikroszkópos vizualizáció során a mélységélesség biztosított, a technikai fejlődés következtében endoszkóposan részletgazdagabb képet nyerhetünk amellet, hogy a sebész testhelyzete szabadabbá válik (2. és 3. ábra).

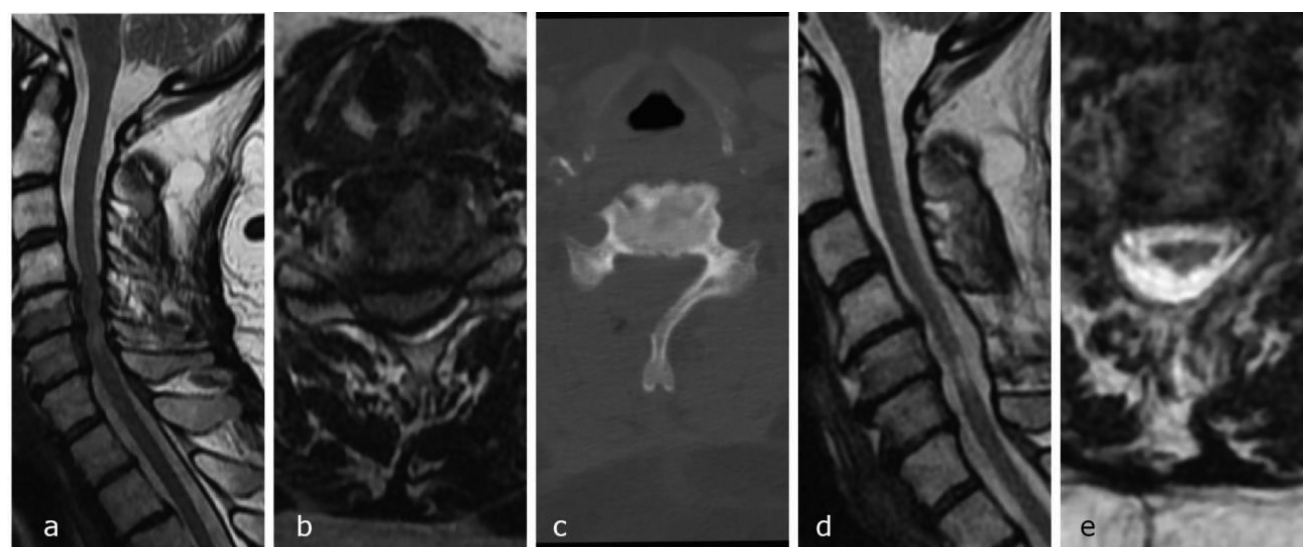
A cervicalis és a thoracalis szakaszon az unilateralis feltárás és a bilateralis dekompreszió annyiban tér el a lumbalistól, hogy a legtöbb esetben kiterjesztett arcotomia vagy hemilaminectomia által érhető el az érintett szakaszon a myelon teljes felszabadítása (4. és 5. ábra).

Adatok és módszerek

A 2022. január 1. és 2022. december 31. között lumbalis gerinccsatorna-szűkületek miatt végzett műtéteket vizsgáltuk retrospektív módon. Azért választottuk ezt a betegcsoportot, mert az ezzel a patológiával rendelkezők között jellemző a magasabb életkor, gyakoriak

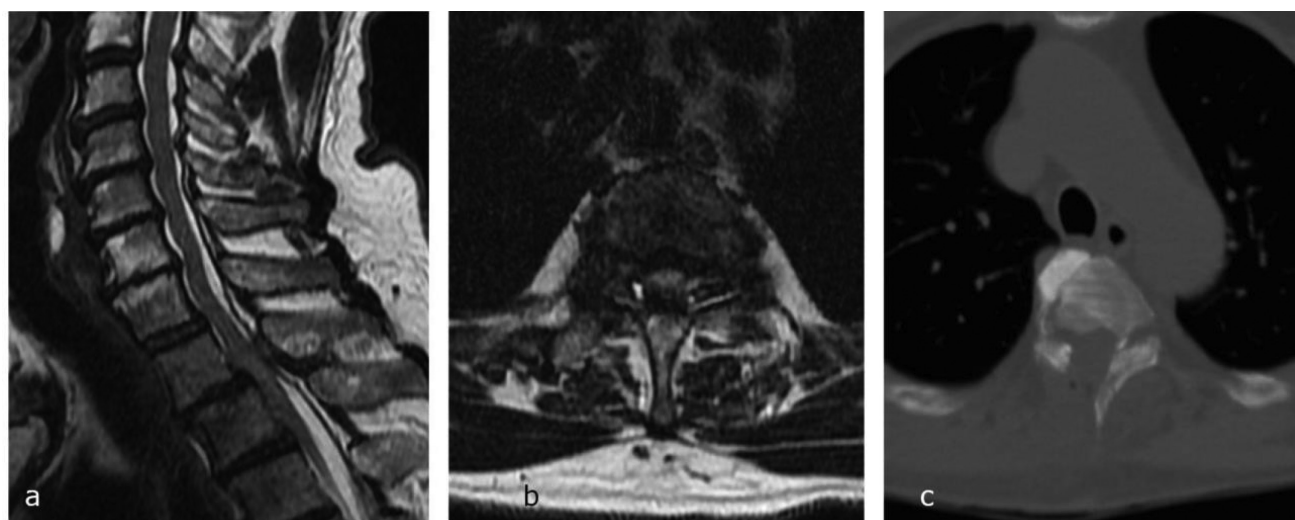


3. ábra | Intraoperatív kép a műtéti terület elrendezéséről mikroszkópos (a) és endoszkópos (b) vizualizáció során



4. ábra | Cervicalis gerinccsatorna-szűkület myelonkompresszióval és myelopathiával (a, b). A posztoperatív CT az arcotomiát (c), az MRI a dekomprimált myelont mutatja (d, e)

CT = komputertomográfia; MRI = mágnesesrezonancia-képalkotás



5. ábra A Th. II–III. csigolya közötti myelonkompresszió preoperatív MRI- (a, b) és posztoperatív CT-képe (c)
CT = komputertomográfia; MRI = mágnesesrezonancia-képalkotás

a kísérő betegségek, a multidegeneratív eltérések, és számos esetben egyenlő több szegmentumot érintő műtéti kezelés szükséges. Mindezen szempontok miatt kiemelkedően fontos a megfelelő műtéti technika kiválasztása, ezáltal biztosítani lehet a lehető legkisebb perioperatív rizikó mellett a beavatkozás indikációját képező életminőség-javulást. Az időszak kiválasztásakor szempont volt, hogy 2020–2021-ben a pandémia következtében jelentősen csökkent a degeneratív gerincműtétek száma, és korlátozott volt a betegek posztoperatív kontrollvizsgálata, az azt megelőző években pedig a „learning curve” (tanulási görbe) fázisában a módszer heterogén alkalmazása miatt nem egységes sebészeti módszer és betegcsoport volt jellemző.

Retrospektív analízisünkbe 43 beteget vontunk be (20 férfi, 23 nő), átlagéletkoruk 69 (45–85) év volt. A klinikai tünetek tekintetében minden beteg neurogen claudicációról számolt be, 29 esetben terhelésre fokozódó deréktáji fájdalom, 23 esetben nyugalmi gyöki panaszok is jelentkeztek (1. táblázat). A radiológiai kivizsgálás során minden esetben MRI történt, melynek értékelésekor 33 esetben egy, 9 esetben két, 1 esetben három magasságban mutatkozott súlyos gerinccsatorna-szűkület, s ezeknek megfelelően történt a dekompreszió (6. és 7. ábra). Multisegmentális degeneratív eltérések mellett a spondylolisthesis jelenlétét külön értékeltük (2. táblázat). Műtéti kezelés a radiológiaiilag diagnosztizált súlyos gerinccsatorna-szűkületeknek megfelelő szegmentumokban történt. 27 műtetet tubusfektatóval és mikroszkóppal, 16-ot pedig endoszkóppal végeztünk. Az intraoperatív szövödmények tekintetében 6 esetben történt durasérülés, azonban gyöksérülés vagy permanens neurológiai deficit azonban egy esetben sem alakult ki.

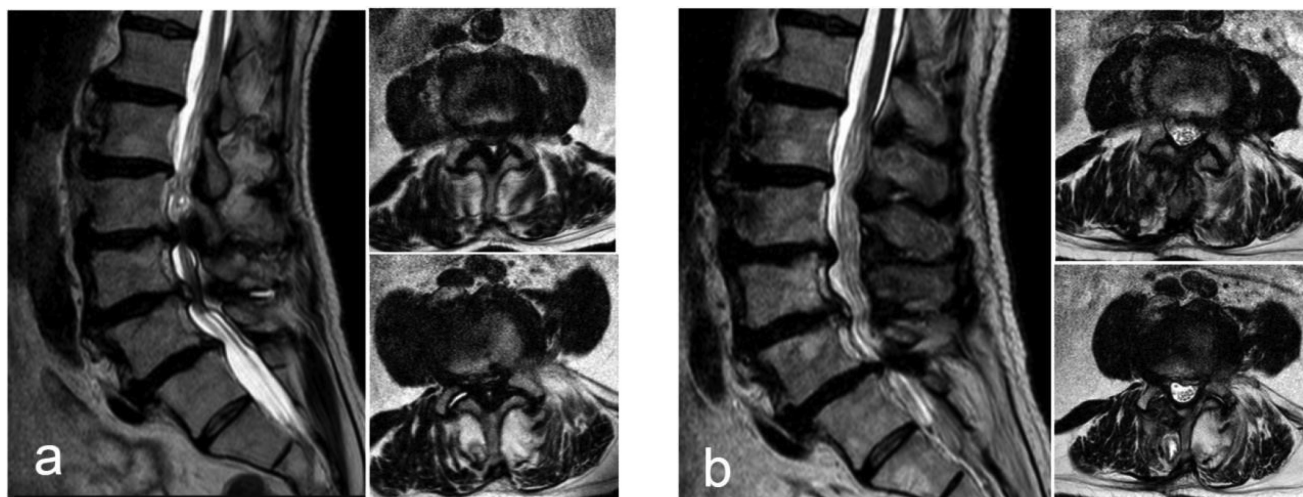
Posztoperatív állapotfelmérés céljából 2 hónap múlva kontrollvizsgálatra hívtuk vissza a betegeket, fájdalomukat VAS-skálán határozták meg. A műtéti eredményt a pre- és posztoperatív VAS-értékek különbségének száza-

lékos aránya (Δ VAS) – azaz a javulás mértéke – alapján négy csoportra osztottuk, így azt „változatlan” (Δ VAS = 0–30%), „mérésékelt” (Δ VAS = 31–50%), „jó” (Δ VAS = 51–75%) és „kiváló” (Δ VAS = 76–100%) minősítéssel határoztuk meg.

Statisztikai analízisünk során egymintás t -próbát alkalmaztunk.

1. táblázat | Vizsgálati adatok

Összes eset	n = 43
Populációs adatok	
Férfiak	n = 20
Nők	n = 23
Legfiatalabb (év)	49
Legidősebb (év)	85
Átlagéletkor (év)	69
Klinikai tünetek	
Neurogen claudicatio	43
Derékfájdalom	29
Nyugalmi gyöki tünetek	23
Radiológiai eltérések	
Az egy ülésben operált szegmentumok száma	
1 szegmentum	33
2 szegmentum	9
3 szegmentum	1
Spondylolisthesis (1-es gradus) betegek száma	14
Műtéti szövödmények	
Durasérülés	6
Gyöksérülés	0
Permanens neurológiai deficit	0
A kórházban töltött napok száma átlagosan (nap)	
	3,7



6. ábra T2-súlyozott sagittális és axiális MRI-képek két szegmentumot érintő, súlyos gerinccsatorna-szűkületben szenvedő betegnél az ágyéki LIII–IV. és az LIV–V. szegmentum magasságában, műtét előtt (a), műtét után (b). A posztoperatív felvételen az LV–SI. szegmentum gerinccsatorna-tágassága megegyezik a preoperatív képpel, a degeneratív scoliosis miatt mutatkozik eltérés

MRI = mágnesesrezonancia-képkalkotás



7. ábra Posztoperatív háromdimenziós CT-rekonstrukció mutatja a három magasságban látható arcotomiát (LII., III., IV. csigolya) „over-the-top” dekompreszió után. Jól láthatók a szinte érintetlen kisízületek

CT = komputertomográfia

Eredmények

A „változatlan” csoportba egy beteg sem került, ezért innentől kezdve ezt nem jelöljük. Mindhárom vizsgált tünet esetében kiemelkedően nagy arányban értünk el „kiváló” posztoperatív eredményt, azaz a neurogen claudicatio az esetek 95,3%-ában (41/43), a derékfájdalom 72,4%-ban (21/29), míg a nyugalmi gyöki tünetek

2. táblázat A spondylolisthesis-esetek tünetei

Spondylolisthesis összes eset	n = 14
Klinikai tünetek	n =
Neurogen claudicatio	14
Derékfájdalom	10
Nyugalmi gyöki tünet	6

86,9%-ban (20/23) csaknem teljesen megszűntek. „Jó” minősítésű posztoperatív eredményből jóval kevesebb volt, a csoportok megoszlási aránya: 2,3% (1/43), 17,2% (5/29), 13% (3/23), „mérsékelt” javulást pedig 2,3%-ban (1/43), 10,3%-ban (3/29) értünk el (3. táblázat).

3. táblázat Az összes eset posztoperatív eredménye

Posztoperatív eredmény 2 hónap múlva	n =	Átlag-ΔVAS (%)	p-Érték
Neurogen claudicatio			
Mérsékelt (ΔVAS = 30–50%)	1 (2,3%)	42	p<0,001
Jó (ΔVAS = 51–70%)	1 (2,3%)	55	
Kiváló (ΔVAS = 71–100%)	41 (95,3%)	85,8	
Derékfájdalom			
Mérsékelt (ΔVAS = 30–50%)	3 (10,3 %)	39,7	p<0,001
Jó (ΔVAS = 51–70%)	5 (17,2 %)	58,8	
Kiváló (ΔVAS = 71–100%)	21 (72,4%)	88	
Nyugalmi gyöki tünetek			
Mérsékelt (ΔVAS = 30–50%)	–	–	p<0,001
Jó (ΔVAS = 51–70%)	3 (13%)	58,3	
Kiváló (ΔVAS = 71–100%)	20 (86,9%)	84,4	

ΔVAS = a pre- és a posztoperatív vizuális analóg skála érték közötti különbség %-ban kifejezve

4. táblázat | A spondylolisthesis-esetek eredményei

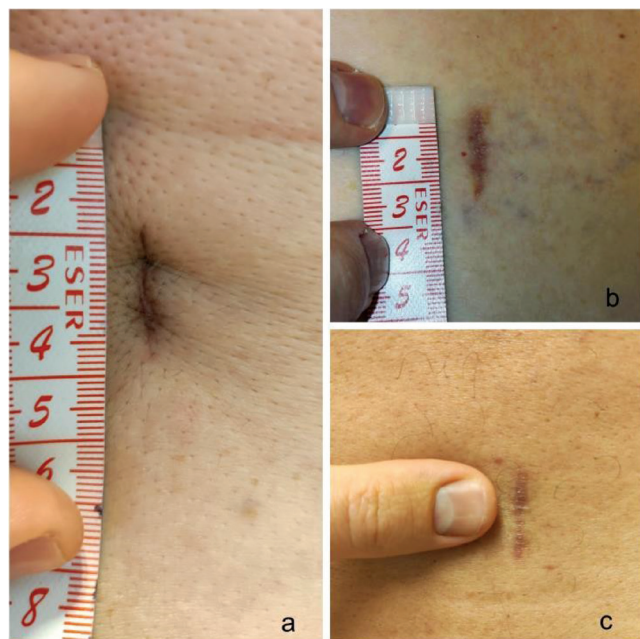
A spondylolisthesis-esetek eredményei	n =	p-Érték
Neurogen claudicatio		
Mérsékelt (Δ VAS = 30–50%)	–	
Jó (Δ VAS = 51–70%)	1 (2,3%)	
Kiváló (Δ VAS = 71–100%)	13 (92,8%)	p<0,001
Derékfájdalom		
Mérsékelt (Δ VAS = 30–50%)	1 (10 %)	
Jó (Δ VAS = 51–70%)	2 (20 %)	
Kiváló (Δ VAS = 71–100%)	7 (70%)	p<0,001
Nyugalmi gyöki tünetek		
Mérsékelt (Δ VAS = 30–50%)	–	
Jó (Δ VAS = 51–70%)	–	
Kiváló (Δ VAS = 71–100%)	6 (100%)	p<0,001

Δ VAS = a pre- és a posztoperatív vizuális analóg skála érték közötti különbség %-ban kifejezve

Spondylolisthesis jelenléte mellett „kiváló” eredményt kaptunk a neurogen claudicatio 92%-ában, a derékfájdalom 70%-ában és nyugalmi gyöki tünetek 100%-ában (4. táblázat).

A kórházban eltöltött napok száma átlagosan 3,7 volt, mely tartalmazza a műtét napját is, tehát a posztoperatív 2. napon a betegek többségét hazabocsátottuk.

Általánosságban elmondható, hogy a kozmetikai eredmény is a járulékos szövetroncsolás minimalizálását prezentálja (8. ábra).



8. ábra | Hegek méretei porckorongsérv (a, b) és gerincsatorna-szűkület (c) műtete (egy szegmentum) után

Megfigyeléseink korlátai

Kutatásunk nem irányult a bemutatott műteti technika validálására, ezért más műteti technikákkal történő összehasonlítás nem volt célunk. Nem elemeztük eredményeinket a különböző degeneratív eltérések szerint, mindössze a spondylolisthesis mellett kialakult gerinc-szűkület műteti kimenetele jelentett számunkra hasznos információt. Nem volt célunk az endoszkópos és a mikroszkópos vizualizációval történt tubusműtétek eredményeinek összehasonlítása, tekintve az elérhető ez irányú szakirodalmat, valamint a különböző vizualizációk mellett meglehetősen hasonlóan végzett műteti technikát. Kutatásunk a 2 hónapos kontrollvizsgálat eredményeit prezentálja, mivel a megnövekedett betegszám miatt rendszeresen fél- és egyéves kontrollvizsgálat csak implantált betegeink esetén történik.

Megbeszélés

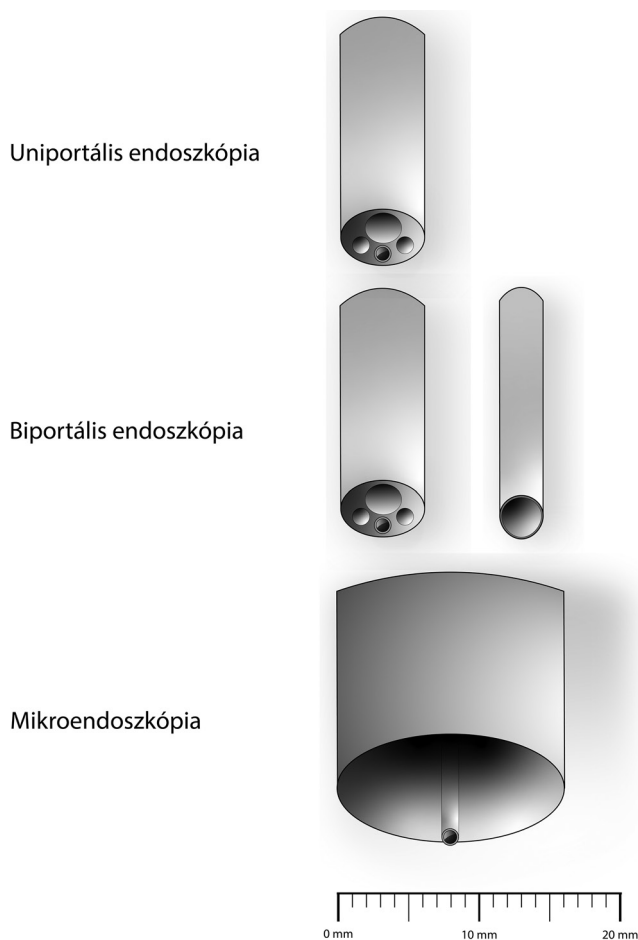
Endoszkópos gerincműtétek

Az elmúlt években a teljesen endoszkópos gerincműteti technikát (FESS = full endoscopic spine surgery) egyre több centrum veszi át, a következő előnyöknek köszönhetően: a minimális invazivitás fokozása, a gerinc funkcióinak hatékony megtartása, a betegek részéről egyre nagyobb figyelem és igény a módszer iránt, valamint az egyre bővülő indikációs kör [38–41].

A témakörben 1993-tól 2022-ig több mint 1500 tanulmányt publikáltak, melyek több mint 65%-a ázsiai országból származik (37,8% Kína, 24% Dél-Korea, 5% Japán), ezt követi az Egyesült Államok (16,1%), majd Németország (5,1%) [42]. Az országok, illetve régiók közötti tudományos teljesítménybeli különbségek több tényezőből, és főként a társadalmi-gazdasági szempontok, az általános kutatási kapacitás, a tudományos kutatásra fordított nemzeti kiadások és a népességszámbeli különbségek okozzák [43, 44]. A publikációk száma 2016-tól emelkedett szignifikánsan, aminek lehetséges oka a gerincendoszkópos társaságok által 2010 óta képzett specialista sebészek nagy száma. A folyamatos fejlesztésnek köszönhetően az indikációs kör jelentősen kibővült, a lumbalis porckorong-sérvesedés mellett cervicalis spondylosis, thoracalis porckorongsérv, krónikus lumbago, gerincsatorna-szűkület és spondylodiscitis kezelésére is kiterjedve [45]. A terület két, talán legnagyobb úttörőjének Anthony T. Yeung (USA) és Sebastian Ruetten (Németország) tekinthető, ők az első és második generációs gerincendoszkópos módszerek megalapozói [46].

Három domináns technikai rendszert különítünk el: az uniportalis, a biportalis endoszkópiát, valamint a mikroendoszkópiát, azaz endoszkópaszisztált módszert (9. ábra).

Az uniportalis endoszkópia transforaminalis megközelítésének széles körű elterjedése Yeung nevéhez köthető [46]. Az interlaminaris behatolásból történő műtétek



9. ábra | A leggyakrabban alkalmazott gerincendoszkópos technikák munkacsatornáit és átmérőit bemutató sematikus ábra

nagyszámú publikációjára a *Ruetten* által kifejlesztett módszerek által került sor, az első esetben LV–SI. porckorongsérvesedés kezelésére alkalmazta [47]. Az uniportalis rendszerrel egy bőrmetszésen keresztül történik a műtét, az optika és a munkacsatorna egy eszközön belül helyezkedik el [48].

A biportalis endoszkópos technikát *De Antoni* publikálta 1996-ban, majd 2013-ban *Soliman* az irrigációval kombinált módszert közölte [49, 50]. A biportalis endoszkópia koncepciója hasonló az artroszkópos műtétekéhez. Két különböző percutan behatolási kaput használnak, az egyik az optikát, a másik a manipulációra alkalmas munkacsatornát tartalmazza [51].

Kevin Foley (USA) nevéhez fűződik a mikroendoszkópia, mely fixált helyzetű, állítható pozíciójú tubusba helyezett 25 fokos optika mellett kétkezes manipulációt tesz lehetővé. Hagyományos microdiscectomia során használatos eszközzel lehet dolgozni, nem szükséges speciális endoszkópos eszközpark [52, 53].

Az uni- és a biportalis rendszert összehasonlító kevés tanulmány alapján mindkettő biztonságos és hatékony módszer, ám néhány érdemi különbséget találtak. Retrospektív vizsgálatokból kiderül, hogy lumbalis porckorongsérvműtét esetén mind az intraoperatív vérvesz-

teség, mind a műtéti idő, a bőrmetszés mérete, a hospitalizációs napok száma és a posztoperatív fájdalom tekintetében kedvezőbbnek bizonyult az uniportalis endoszkópos műtéti technika [54–56]. Egy tanulmány szerint az uniportalis rendszer biztosította merev eszközök csökkentik a gerincsatornában történő manipulálási időt, ezáltal a potenciális dura- és idegelem-sérülést, ugyanakkor a biportalis eszköz segítségével hatékonyabbnak találták a nucleus pulposus eltávolítását, valamint a gyökök felszabadítását [57]. Az uniportalis endoszkópia műtéteknikailag annyira eltér a hagyományos, kétkezes manipulációtól, hogy általánosságban elmondható: a tanulási fázis hosszabb lehet [58, 59].

Az endoszkópos gerincműtétek indikációs köre

Az egyre bővülő indikációs kör mellett elmondható, hogy a továbbra is a leggyakrabban operált lumbalis régiót, annak degeneratív eltéréseit két főbb behatolási irányból, transforaminalisan és interlaminarisan lehet megközelíteni az endoszkópos technikával.

A transforaminalis feltárás a legkorábban alkalmazott és máig a legszélesebb körben elterjedt megközelítés, mely főleg egyszerű discus hernia eltávolítására, de szelektált esetekben migrált porckorongsér, foraminalis és recessus-szűkület kezelésére vált alkalmassá [60–62]. Az interlaminaris endoszkópiát eredetileg az LV–SI. sérv kezelésére fejlesztették ki, ebben a magasságban ugyanis a transforaminalis megközelítés a csípőlapát miatt nehézségekbe ütközik [63]. Jelenleg az interlaminaris feltárással minden szegmentumban széles körben gyógyítanak porckorongsérvet, laterális recessus- és centralis gerincsatorna-szűkületet, unilaterális megközelítésből bilaterális dekompresszió érhető el a paravertebrális izomzat és a kisízületek kontrollált megkímélésével [64, 65].

Az endoszkópos fejlődés egyértelműen kimutatható a dekompressziót célzó műtéteknél, de az utóbbi időben egyre gyakrabban számolnak be endoszkópos fúziós eljárásokról is [66, 67]. Az endoszkópos gerincfúziós műtét a minimálisan invazív beavatkozások evolúciójában az egyik olyan mérföldkő, mely széles körű endoszkópos fúziós technikák kifejlesztéséhez vezethet [68, 69].

A nyaki porckorongsérvesedés kezelésére az elülső és a hátsó megközelítés egyaránt alkalmazható. A cervicalis sérvesedés bármelyik lokalizációban – beleértve a centralis és paracentralis elhelyezkedést – kezelhető mellő megközelítésű endoszkópiával [70, 71]. A hátsó nyaki feltárás főbb indikációi a laterális vagy paracentralis sérvesedés, valamint a radiculopathiát okozó unilaterális foraminalis szűkület [72]. Megfelelő indikáció esetén a hátsó cervicalis endoszkópia a hagyományos nyitott műtét hatékony alternatívája lehet [73].

A háti gerincszakasz degeneratív betegségei közül megfelelő preoperatív tervezéssel sikeresen kezelhetők a porckorongsérvek, a gerincsatorna-szűkület, akár a nagy intraoperatív rizikójú ligamentum flavum ossificatio esetén [74, 75].

Az endoszkópos és a mikroszkópos technika összehasonlítása

A két technikát közvetlenül összehasonlító publikációk száma meglehetősen kevés.

Az endoszkópos műszerek kevesebb izomsérülést okoznak a műtési üreg létrehozása közben, így kisebb a posztoperatív fájdalom, rövidebb a hospitalizációs idő [76]. Az ellenoldali dekompreszió során az endoszkópos vizualizáció jobb, az endoszkóp behelyezhető közvetlenül a gerinccsatornába, ezáltal a célpont is közelebb lesz. Ezzel szemben a mikroszkóp a képeket az operatív mezőtől távol rögzíti, így a műszerek akadályozhatják a rálátást a célterületre. A sebész az optikát behelyezheti a gerinccsatorna ellenoldalába az eszköz megdöntésével anélkül, hogy kiterjedt resectiót végezne az osseoligamentaris szerkezeten és a processus spinosuson. Az ipsilaterális recessus felszabadítását is lehetővé teszi a subarticularis régióban a medialis csipke megőrzésével, így minimálisra csökkenthető a későbbi instabilitás. Habár tapasztalati alapon az endoszkópos megközelítésnek számos előnye van, kevés tanulmány foglalkozott a két módszer műtési kimenetelt célzó összehasonlításával [77].

Egy randomizált, kontrollált vizsgálatban *Komp és mtsai* hasonló klinikai eredményekről számoltak be mindkét csoportban. Ami a posztoperatív derékfájdalmat és a szövődmények arányát illeti, az endoszkópos eredmények jobbakk voltak a mikroszkóposhoz képest. Nem találtak szignifikáns különbséget a posztoperatív discusmagasság vagy a fokozódó spondylolisthesis tekintetében [78].

Két tanulmány, *Chen és mtsai*, valamint *McGrath és mtsai* retrospektív elemzése kapcsán egyéves utánkövetéssel az endoszkópos csoportban jobb eredményeket találtak a lesugárzó és a deréktáji fájdalmak tekintetében [77, 79]. A radiológiai eredményekben itt sem volt különbség, a műtési idő az endoszkópos csoportban hosszabb volt, a vérvesztés és a posztoperatív szövődmények aránya azonban jelentősen kisebbnek bizonyult.

A posztoperatív radiológiai értékelés problematikája a dekompreszió és a destabilizáció mértékének, arányának meghatározása. Minél nagyobb ugyanis a gerinccsatorna átmérője a műtét után, annál nagyobb a facet érintettsége, ezáltal kockáztatva a posztoperatív instabilitást. A legszélesebb dekompresziót nyitott laminectomiával lehet elérni, azonban a destabilizáció esélye is jelentős. Ezt példázza egy metaanalízis, amelyben több mint 1000 beteg adatai feldolgozásának eredményeként kimutatták, hogy nyitott laminectomia után 12,8%, minimálisan invazív laminotomia után 3,3% volt a szekunder fúziót igénylő esetek aránya [80].

Az említettek alapján feltételezhető, hogy az operatív intraoperatív tapasztalata mellett a betegelégedettség használható a leginkább a műtét sikerességének meghatározására.

Következtetés

A minimálisan invazív gerincsebészeti trendek szerint az endoszkópos gerincsebészet lehet az egyik irányvonal, melyet érdemes követni. Klinikai tapasztalatunk alapján ennek fokozatos bevezetése által lehet a módszer a szakmán belül széles körben elfogadható és elsajátítható. Intézetünkben ezért a szakképzésnek szerves részét képezi orvosaink saját tapasztalati alapú tanulása, melynek folyamata magában foglalja a dekompresziós módszerek fejlesztését, a klasszikus feltárások után a tubus mikroszkópos, majd endoszkópos vizualizációval történő alkalmazását, reményeink szerint pedig az uniportalis rendszer rutinszerű használatát.

Bár ezen eljárások elsajátítása speciális tanulási folyamatot igényel, úgy gondoljuk, hogy az endoszkópos technikák hatékonyabb és kevésbé invazív megközelítést kínálnak a gerincbetegségekre, ami végső soron emeli az ellátás színvonalát pácienseink kezelése során.

Anyagi támogatás: A szerzők a közlemény megírása és az ahhoz kapcsolódó kutatómunka során nem részesültek anyagi támogatásban.

Szerzői munkamegosztás: B. M.: Műtétek végzése, értelmi szerző, a kutatás összeállítása, adatgyűjtés, statisztika, elméleti háttér, irodalomkutatás, a közlemény megírása. Sz. N., L. G.: Adatgyűjtés. K. D.: Műtétek végzése. B. P.: Szupervízió, szakmai véleményezés. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Waldrop R, Cheng J, Devin C, et al. The burden of spinal disorders in the elderly. *Neurosurgery* 2015; 77(Suppl 4) S46–S50.
- [2] Ravindra VM, Senglaub SS, Rattani A, et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume. *Global Spine J.* 2018; 8: 784–794.
- [3] Hoy D, March L, Brooks P, et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014; 73: 968–974.
- [4] Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical versus non-operative treatment for lumbar disc herniation: four-year results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine* 2008; 33: 2789–2800.
- [5] Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, et al. Surgical versus non-operative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial. *Spine* 2010; 35: 1329–1338.
- [6] Deyo RA, Mirza SK, Martin BI, et al. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults. *JAMA* 2010; 303: 1259–1265.
- [7] Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 1996; 21: 2763–2769.
- [8] Banczerowski P, Lipóth L, Veres R. Bilateral “over the top” decompression through unilateral laminotomy for lumbar and thoracic spinal canal stenosis. [A gerinccsatorna kétoldali „over the top” rekalibrációja féloldali feltáráson keresztül degeneratív háti

- és ágyéki gerincszakos-gerincszakos esetén.] Ideggyógy Szle. 2007; 60: 467–473. [Hungarian]
- [9] Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, et al. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine* 2005; 3: 129–141.
 - [10] Banczerowski P, Veres R, Vajda J. New minimal invasive surgical techniques in spine surgery. [Új műtéttechnikai eljárások a gerincsebészetben, különös tekintettel a minimálinvazivitásra.] *Ideggyógy Szle.* 2012; 65: 169–180. [Hungarian]
 - [11] Yamamoto T, Yagi M, Suzuki S, et al. Multilevel decompression surgery for degenerative lumbar spinal canal stenosis is similarly effective with single-level decompression surgery. *Spine* 2022; 47: 1728–1736.
 - [12] Momin AA, Steinmetz MP. Evolution of minimally invasive lumbar spine surgery. *World Neurosurg.* 2020; 140: 622–626.
 - [13] Khan NR, Clark AJ, Lee SL, et al. Surgical outcomes for minimally invasive vs open transforaminal lumbar interbody fusion: an updated systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery* 2015; 77: 847–874.; discussion 874.
 - [14] Nerland US, Jakola AS, Solheim O, et al. Minimally invasive decompression versus open laminectomy for central stenosis of the lumbar spine: pragmatic comparative effectiveness study. *BMJ* 2015; 350: h1603.
 - [15] O'Toole JE, Eichholz KM, Fessler RG. Surgical site infection rates after minimally invasive spinal surgery. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 471–476.
 - [16] Phan K, Mobbs RJ. Minimally invasive versus open laminectomy for lumbar stenosis: a systematic review and meta-analysis. *Spine* 2016; 41: E91–E100.
 - [17] Rahman M, Summers LE, Richter B, et al. Comparison of techniques for decompressive lumbar laminectomy: the minimally invasive versus the “classic” open approach. *Minim Invasive Neurosurg.* 2008; 51: 100–105.
 - [18] Hammad A, Wirries A, Ardeschiri A, et al. Open versus minimally invasive TLIF: literature review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2019; 14: 229.
 - [19] Ramanathan S, Rapp A, Perez-Cruet M, et al. Long-term reoperation rates after open versus minimally invasive spine surgery for degenerative lumbar disease: five year follow-up of 2130 patients. *World Neurosurg.* 2023; 171: e126–e136.
 - [20] Eseonu K, Oduoza U, Monem M, et al. Systematic review of cost-effectiveness analyses comparing open and minimally invasive lumbar spinal surgery. *Int J Spine Surg.* 2022; 16: 612–624.
 - [21] Wang Y, Liang Z, Wu J, et al. Comparative clinical effectiveness of tubular microdiscectomy and conventional microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and network meta-analysis. *Spine* 2019; 44: 1025–1033.
 - [22] Brock M, Kunkel P, Papavero L. Lumbar microdiscectomy: subperiosteal versus transmuscular approach and influence on the early postoperative analgesic consumption. *Eur Spine J.* 2008; 17: 518–522.
 - [23] Försth P, Ölafsson G, Carlsson T, et al. A randomized, controlled trial of fusion surgery for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med.* 2016; 374: 1413–1423.
 - [24] Peul WC, Moojen WA. Fusion for lumbar spinal stenosis. Safe-guard or superfluous surgical implant? *N Engl J Med.* 2016; 374: 1478–1479.
 - [25] Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, et al. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Spinal Disord.* 1993; 6: 461–472.
 - [26] Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991; 73: 802–808.
 - [27] Karlsson T, Försth P, Skorpil M, et al. Decompression alone or decompression with fusion for lumbar spinal stenosis: a randomized clinical trial with two-year MRI follow-up. *Bone Joint J.* 2022; 104-B: 1343–1351.
 - [28] Fehlings MG, Tetreault L, Nater A, et al. The aging of the global population: the changing epidemiology of disease and spinal disorders. *Neurosurgery* 2015; 77(Suppl 4): S1–S5.
 - [29] Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, et al. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. *Clin Orthop Relat Res.* 1976; 115: 4–5.
 - [30] Singh K, Samartzis D, Vaccaro AR, et al. Congenital lumbar spinal stenosis: a prospective, control-matched, cohort radiographic analysis. *Spine J.* 2005; 5: 615–622.
 - [31] Dai LY, Ni B, Jia LS, et al. Lumbar disc herniation in patients with developmental spinal stenosis. *Eur Spine J.* 1996; 5: 308–311.
 - [32] Inufusa A, An HS, Lim TH, et al. Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement. *Spine* 1996; 21: 2412–2420.
 - [33] Djurasovic M, Glassman SD, Carreon LY, et al. Contemporary management of symptomatic lumbar spinal stenosis. *Orthop Clin North Am.* 2010; 41: 183–191.
 - [34] Ogikubo O, Forsberg L, Hansson T. The relationship between the cross-sectional area of the cauda equina and the preoperative symptoms in central lumbar spinal stenosis. *Spine* 2007; 32: 1423–1428.
 - [35] Kovacs FM, Urrútia G, Alarcón JD. Surgery versus conservative treatment for symptomatic lumbar spinal stenosis: a systematic review of randomized controlled trials. *Spine* 2011; 36: E1335–E1351.
 - [36] Deyo RA, Cherkin DC, Loeser JD, et al. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74: 536–543.
 - [37] Shamji MF, Goldstein CL, Wang M, et al. Minimally invasive spinal surgery in the elderly: does it make sense? *Neurosurgery* 2015; 77(Suppl 4): S108–S115.
 - [38] Chen C, Sun X, Liu J, et al. Targeted fully endoscopic visualized laminar trepanning approach under local anaesthesia for resection of highly migrated lumbar disc herniation. *Int Orthop.* 2022; 46: 1627–1636.
 - [39] Jiang Y, Yin J, Nong L, et al. Uniportal full-endoscopic versus minimally invasive decompression for lumbar spinal stenosis: a meta-analysis. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2022; 83: 523–534.
 - [40] Chen X, Gao JA, Du Q, et al. Percutaneous full-endoscopic anterior transcorporeal cervical discectomy for the treatment of cervical disc herniation: surgical design and results. *Pain Physician* 2021; 24: E811–E819.
 - [41] Yang FK, Li PF, Dou CT, et al. Comparison of percutaneous endoscopic thoracic decompression and posterior thoracic laminectomy for treating thoracic ossification of the ligamentum flavum: a retrospective study. *BMC Surg.* 2022; 22: 85.
 - [42] Lin GX, Zhu MT, Kothreanurak V, et al. Current status and research hotspots in the field of full endoscopic spine surgery: a bibliometric analysis. *Front Surg.* 2022; 9: 989513.
 - [43] Pan H, Xi Z, Yu X, et al. Knowledge mapping analysis of international research on acupuncture for low back pain using bibliometrics. *J Pain Res.* 2021; 14: 3733–3746.
 - [44] Huang T, Zhong W, Lu C, et al. Visualized analysis of global studies on cervical spondylosis surgery: a bibliometric study based on Web of Science database and VOSviewer. *Indian J Orthop.* 2022; 56: 996–1010.
 - [45] Telfeian AE, Veeravagu A, Oyelese AA, et al. A brief history of endoscopic spine surgery. *Neurosurg Focus* 2016; 40: E2.
 - [46] Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: Surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. *Spine* 2002; 27: 722–731.
 - [47] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Use of newly developed instruments and endoscopes: full-endoscopic resection of lumbar

- disc herniations via the interlaminar and lateral transforaminal approach. *J Neurosurg Spine* 2007; 6: 521–530.
- [48] Ruetten S, Komp M, Godolias G. A new full-endoscopic technique for the interlaminar operation of lumbar disc herniations using 6-mm endoscopes: prospective 2-year results of 331 patients. *Minim Invasive Neurosurg.* 2006; 49: 80–87.
- [49] De Antoni DJ, Claro ML, Poehling GG, et al. Translaminar lumbar epidural endoscopy: anatomy, technique, and indications. *Arthroscopy* 1996; 12: 330–334.
- [50] Soliman HM. Irrigation endoscopic discectomy: a novel percutaneous approach for lumbar disc prolapse. *Eur Spine J.* 2013; 22: 1037–1044.
- [51] Lin GX, Huang P, Kotheeranurak V, et al. A systematic review of unilateral biportal endoscopic spinal surgery: preliminary clinical results and complications. *World Neurosurg.* 2019; 125: 425–432.
- [52] Foley KT, Smith MM, Rampersaud YR. Microendoscopic approach to far-lateral lumbar disc herniation. *Neurosurg Focus* 1999; 7: e5.
- [53] Oertel JM, Mondorf Y, Gaab MR. A new endoscopic spine system: the first results with “Easy GO”. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151: 1027–1033.
- [54] Hao J, Cheng J, Xue H, et al. Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic discectomy with percutaneous endoscopic lumbar discectomy for single L4/5-level lumbar disk herniation. *Pain Pract.* 2022; 22: 191–199.
- [55] Jiang HW, Chen CD, Zhan BS, et al. Unilateral biportal endoscopic discectomy versus percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar disc herniation: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2022; 17: 30.
- [56] Xu WB, Kotheeranurak V, Zhang HL, et al. Is biportal endoscopic spine surgery more advantageous than uniportal for the treatment of lumbar degenerative disease? A meta-analysis. *Medicina* 2022; 58: 1523.
- [57] Zuo R, Jiang Y, Ma M, et al. The clinical efficacy of biportal endoscopy is comparable to that of uniportal endoscopy via the interlaminar approach for the treatment of L5/S1 lumbar disc herniation. *Front Surg.* 2022; 9: 1014033.
- [58] Zhou C, Zhang G, Panchal RR, et al. Unique complications of percutaneous endoscopic lumbar discectomy and percutaneous endoscopic interlaminar discectomy. *Pain Physician* 2018; 21: E105–E112.
- [59] Son S, Ahn Y, Lee SG, et al. Learning curve of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar discectomy by a single surgeon. *Medicine* 2021; 100: e24346.
- [60] Telfeian AE, Sastry R, Ali R, et al. Awake, transforaminal endoscopic lumbar decompression surgery to treat L5-S1 adjacent segment disease: a case series. *Pain Physician* 2022; 25: E649–E656.
- [61] Kim JY, Kim HS, Jeon JB, et al. The novel technique of uniportal endoscopic interlaminar contralateral approach for coexisting L5-S1 lateral recess, foraminal, and extraforaminal stenosis and its clinical outcomes. *J Clin Med.* 2021; 10: 1364.
- [62] Lin YP, Wang SL, Hu WX, et al. Percutaneous full-endoscopic lumbar foraminoplasty and decompression by using a visualization reamer for lumbar lateral recess and foraminal stenosis in elderly patients. *World Neurosurg.* 2020; 136: e83–e89.
- [63] Cheng YP, Cheng XK, Wu H. A comparative study of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy and transforaminal discectomy for L5-S1 calcified lumbar disc herniation. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022; 23: 244.
- [64] Won YI, Yuh WT, Kwon SW, et al. Interlaminar endoscopic lumbar discectomy: a narrative review. *Int J Spine Surg.* 2021; 15(Suppl 3): S47–S53.
- [65] Song SK, Son S, Choi SW, et al. Comparison of the outcomes of percutaneous endoscopic interlaminar lumbar discectomy and open lumbar microdiscectomy at the L5-S1 level. *Pain Physician* 2021; 24: E467–E475.
- [66] Youn MS, Shin JK, Goh TS, et al. Full endoscopic lumbar interbody fusion (FELIF): technical note. *Eur Spine J.* 2018; 27: 1949–1955.
- [67] Sharma M, Chhawra S, Jain R, et al. Full endoscopic lumbar transforaminal interbody fusion in DDD lumbar degenerative disc disease: a latest technique. *Int J Spine Surg.* 2021; 14: S71–S77.
- [68] Jiang C, Yin S, Wei J, et al. Full-endoscopic posterior lumbar interbody fusion with epidural anesthesia: technical note and initial clinical experience with one-year follow-up. *J Pain Res.* 2021; 14: 3815–3826.
- [69] Wagner R, Haefner M. Uniportal endoscopic lumbar interbody fusion. *Neurospine* 2020; 17(Suppl 1): S120–S128.
- [70] Ratre S, Yadav YR, Swamy MN, et al. Endoscopic anterior cervical discectomy (disc preserving). *Neurol India* 2020; 68: 1310–1312.
- [71] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic anterior decompression versus conventional anterior decompression and fusion in cervical disc herniations. *Int Orthop.* 2009; 33: 1677–1682.
- [72] Ji-Jun H, Hui-Hui S, Zeng-Wu S, et al. Posterior full-endoscopic cervical discectomy in cervical radiculopathy: a prospective cohort study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2020; 195: 105948.
- [73] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic cervical posterior foraminotomy for the operation of lateral disc herniations using 5.9 mm endoscopes: a prospective, randomized, controlled study. *Spine* 2008; 33: 940–948.
- [74] Choi G, Munoz-Suarez D. Transforaminal endoscopic thoracic discectomy: technical review to prevent complications. *Neurospine* 2020; 17(Suppl 1): S58–S65.
- [75] Moraes Amato MC, Aprile BC, Esteves LA, et al. Full endoscopic thoracic discectomy: is the interlaminar approach an alternative to the transforaminal approach? A technical note. *Int J Spine Surg.* 2022; 16: 309–317.
- [76] Kim CW. Scientific basis of minimally invasive spine surgery: prevention of multifidus muscle injury during posterior lumbar surgery. *Spine* 2010; 35(26 Suppl): S281–S286.
- [77] Chen KT, Choi KC, Shim HK, et al. Full-endoscopic versus microscopically unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis at L4–L5: comparative study. *Int Orthop.* 2022; 46: 2887–2895.
- [78] Komp M, Hahn P, Oezdemir S, et al. Bilateral spinal decompression of lumbar central stenosis with the full-endoscopic interlaminar versus microsurgical laminotomy technique: a prospective, randomized, controlled study. *Pain Physician* 2015; 18: 61–70.
- [79] McGrath LB Jr., White-Dzuro GA, Hofstetter CP. Comparison of clinical outcomes following minimally invasive or lumbar endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression. *J Neurosurg Spine* 2019; 30: 491–499.
- [80] Schöller K, Alimi M, Cong GT, et al. Lumbar spinal stenosis associated with degenerative lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis of secondary fusion rates following open vs minimally invasive decompression. *Neurosurgery* 2017; 80: 355–367.

(Balázsfi Márton dr.,
Szeged, Semmelweis u. 6., 6725
e-mail: marton.balazsfi@gmail.com)