

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS

**ÚJ MŰTÉTTECHNIKAI ELJÁRÁSOK ÉS SEBÉSZI
KEZELÉSI LEHETŐSÉGEK A GERINCSEBÉSZETBEN,
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MINIMÁLIS
INVAZIVITÁSRA**

BANCZEROWSKI PÉTER

ORSZÁGOS KLINIKAI IDEGTUDOMÁNYI INTÉZET

**BUDAPEST
2016**

Tartalomjegyzék

A dolgozatban használt rövidítések jegyzéke.....	5
Általános bevezetés	6
I. fejezet: A minimálisan invazív gerincsebészeti technikák és új osztályozási rendszerük.....	10
I/I. Saját fejlesztésű és először vizsgált minimálisan invazív technikák bemutatása	10
I/I/1. Általános bevezetés és irodalmi háttér	10
I/I/2. Célkitűzés	14
I/I/3. A degeneratív gerincscsatorna szűkület féloldali feltáráson keresztül, a gerincscsatorna mindkét oldalát érintő rekalibrációja, az „over the top” dekompresszió	15
I/I/3.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	15
I/I/3.2. Anyag és módszer.....	16
I/I/3.3. Eredmények.....	21
I/I/3.4. Új megállapítások összefoglalása.....	23
I/I/4. A gerincscsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok eltávolítása féloldali feltáráson keresztül: a hemi-semi laminectomia	24
I/I/4.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	24
I/I/4.2. Anyag és módszer.....	26
I/I/4.3. Eredmények.....	29
I/I/4.4. Új megállapítások összefoglalása.....	32
I/I/5. A canalis spinalisból intraforaminálisan terjedő daganatok eltávolítása kombinált feltáráson keresztül (hemi-semi laminectomia és a „szupraforaminális fűrt lyuk” módszer)	32
I/I/5.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	32
I/I/5.2. Anyag és módszer.....	34
I/I/5.3. Eredmények.....	35
I/I/5.4. Új megállapítások összefoglalása.....	37
I/I/6. A canalis spinalisból intraforaminálisan és extraforaminálisan terjedő daganatok kombinált feltáráson keresztüli eltávolítása (a hemi-semi laminectomia és az ún. „nyitott csatorna” módszer).....	38
I/I/6.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	38
I/I/6.2. Anyag és módszer.....	39
I/I/6.3. Eredmények.....	39
I/I/6.4. Új megállapítások összefoglalása.....	41
I/I/7. Split laminotomia és az ún. „archbone” technika.....	42
I/I/7.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	42
I/I/7.2. Anyag és módszer.....	45
I/I/7.3. Eredmények.....	50
I/I/7.4. Új megállapítások összefoglalása.....	55
I/I/8. Split laminotomia és az interspinosus implantációs (cage, tricalcium-foszfát, Mesh) technika	56
I/I/8.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	56

I/I/8.2. Anyag és módszer.....	58
I/I/8.3. Eredmények.....	60
I/I/8.4. Új megállapítások összefoglalása.....	64
I/I/9. A Para-split technika.....	64
I/I/9.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	64
I/I/9.2. Anyag és módszer.....	65
I/I/9.3. Eredmények.....	68
I/I/9.4. Az új megállapítások összefoglalása.....	70
I/II. A minimálisan invazív műtéti technikák új osztályozási rendszere.....	71
I/II/1. Bevezetés.....	71
I/II/2. Célkitűzés.....	71
I/II/3. Anyag és módszer.....	72
I/II/4. Eredmények.....	73
I/II/5. A saját fejlesztésű minimálisan invazív technikák helye az új osztályozási rendszerben.....	77
I/II/5.1. A kórfolyamat szegmentális-laterális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások.....	77
I/II/5.2. A kórfolyamat axiális-longitudinális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások.....	78
I/II/5.3. A kórfolyamat szegmentális-axiális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások.....	79
I/II/5.3.1. Új megállapítások összefoglalása.....	80
I/II/5.4. A kórfolyamat laterális-longitudinális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások.....	81
I/II/5.4.1. Új megállapítások összefoglalása.....	82
I/II/6. Eredmények.....	82
I/II/7. Új megállapítások összefoglalása.....	83
I/III. Megbeszélés.....	83
II. fejezet: A csigolyák destrukcióját okozó egyes kórfolyamatok új idegsebészeti kezelésének lehetőségei.....	91
II/1. Általános bevezetés.....	91
II/2. Célkitűzések.....	92
II/3. A CII csigolyatesteket érintő tumoros folyamatok sebészi kezelése, különös tekintettel az atlantoaxiális átmenetre.....	93
II/3.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	93
II/3.2. Anyag és módszer.....	95
II/3.3. Eredmények.....	99
II/3.4. Megbeszélés.....	102
II/3.5. Összefoglalás.....	105
II/3.6. Új megállapítások összefoglalása.....	105
II/4. A csigolyatesteket érintő oszteoporotikus folyamatok kezelése augmentált csavaros rudas rendszerrel.....	106
II/4.1. Bevezetés és irodalmi háttér.....	106
II/4.2. Anyag és módszer.....	109
II/4.3. Eredmények.....	113

II/4.4. Megbeszélés.....	114
II/4.5. Összefoglalás	115
II/4.6. Új megállapítások összefoglalása	116
II/5. A CI-II csigolyatesteket érintő gyulladásos folyamatok kezelése csecsemőkorban	116
II/5.1. Bevezetés és irodalmi háttér	116
II/5.2. Anyag és módszer	118
II/5.3. Eredmények	119
II/5.4. Megbeszélés.....	122
II/5.5. Összefoglalás	125
II/5.6. Új megállapítások összefoglalása	125
III. Új tudományos eredmények összefoglalása	126
IV. Új innovatív fejlesztéseink az idegsebészet más területein és a további fejlesztések irányvonalai.....	128
Irodalomjegyzék	139
Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények jegyzéke	158
Köszönetnyilvánítás.....	160

A dolgozatban használt rövidítések jegyzéke

AP	anteroposterior
CI	első nyakcsigolya
CII	második nyakcsigolya
CIII	harmadik nyakcsigolya
CT	komputer tomográf
HALO	külső rögzítő eszköz a nyaki gerinc instabilitás kezelésére, amely a fejre rögzíthető koronából, mellényből és a két részt összekötő rudas rendszerből áll.
Ti MESH	titán háló
MR	mágneses rezonancia vizsgálat
mtsai	munkatársai
PEEK	poly-ether-ether-ketone
PMMA	polimetil-metakrilát (Cemex)
PNET	primitív neuroectodermális tumor
PVP	percutan vertebroplasztika
RTG	röntgen vizsgálat
VAS	vizuál analog skála
3D	három dimenzió

Általános bevezetés

Az elmúlt évtizedben jelentős tudományos és gyakorlati eredmények születtek az idegsebészet és ennek részeként a gerincsebészet területén is. A javuló technikai feltételek, mint például a neuronavigáció, az operációs mikroszkóp és az intraoperatív RTG rendszeres alkalmazása, a nagy sebességű fűrő és maró eszközök bevezetése, az ún. kulcslyuk koncepció térnyerése újfajta technikák, kezelési módszerek kidolgozását tette lehetővé (Spetzger és mtsai 1997, Czirják és Szeifert 2001, Reisch és mtsai 2003, Koch-Wiewrodt és mtsai 2007, Reisch és mtsai 2009).

A modern, vékonyrétegű CT vizsgálatok, a nagy felbontású, szükség esetén funkcionális MR vizsgálatok nagyságrendekkel növelték meg a tervezendő beavatkozások pontosságát, nagyban hozzájárulva a műtétek morbiditásának és mortalitásának csökkentéséhez.

Az idegsebészet minden területén alapelveként fogalmazódott meg, hogy a kórfolyamatok kezelése a kórfolyamatban részt nem vevő anatómiai struktúrák minél nagyobb mértékben való megőrzésével együtt valósuljon meg.

Kiemelkedő mértékben hódítottak teret a minimálisan invazív, atraumatikus módszerek. A minimálisan invazív technikáknak nincs egységesen elfogadott definíciója, ugyanakkor elmondható, hogy azokat a technikákat tekintjük minimálisan invazívnak, amelyek alkalmazásával a sebészi beavatkozás által létrehozott szöveti traumatizáció csökkenthető, így kisebb a bőrmetszés, a feltárás, a kórfolyamatban részt nem vevő szövetek károsítása, a vérveszteség, a műtéti idő, ezáltal korai mobilizáció érhető el, csökken a lábadozási idő, a kórházi tartózkodás, valamint a műtét utáni fájdalomcsillapító gyógyszeres kezelés mennyisége és időtartama.

Az említett előnyök és pozitív eredmények ellenére, nagy számban jelentek meg olyan közlemények is, melyek a minimálisan invazív technikák hátrányairól vagy nehézségeiről számoltak be (Maroon 2002, Katamaya és mtsai 2006, German és mtsai 2008).

Az esetek egy részében a komplikációk elkerülése nagyobb kihívást jelentett egyes minimálisan invazív technikák alkalmazása során, ugyanakkor arról is beszámoltak, hogy a reoperációk száma is megnövekedhet (Oppenheimer 2009).

Mindazonáltal az utóbbi időben egyre nagyobb igény jelent meg a minimálisan invazív eljárások fejlesztésére és alkalmazására. Számos újabb és újabb módszer került közlésre, ami áttekinthetetlen mennyiségű adat felhalmozódásához vezetett. A nagyszámú kifejlesztett technika közül a gyakorló gerincsebész számára kihívást jelenthet, hogy meghatározott esetekben a megfelelő technikát tudja alkalmazni. A nagy mennyiségű adat felhalmozódása miatt időszerűvé vált, hogy a különböző, az irodalomban ajánlott technikák közül, alapos vizsgálattal és teszteléssel a megfelelőbbeket válasszuk ki és vezessük be a klinikai gyakorlatunkba.

E munka során olyan hiányosságok körvonalazódtak, olyan anatómiai területek, kórfolyamatok kerültek látóterünkbe, amelyek minimálisan invazív szemléletű megközelítésére hiánypótlásként saját technológiákat fejlesztettünk és vezettünk be, vagy módosító fejlesztéseket alkalmaztunk.

Magyarországon is egyre nagyobb számban kerülnek alkalmazásra minimálisan invazív technikák a mindennapi gyakorlatban. A hagyományos technikák negatív biomechanikai és egyéb következményeinek csökkentése és a betegek életminőségének javítása céljából teret hódítanak olyan kezelési módszerek, amelyek a lehető legkisebb vágásból és feltárásból, a lehető leghatékonyabb sebészi kezelést biztosítják. Intézetünkben is hasonló alapelvek mentén valósultak meg a későbbiekben tárgyalandó technikák fejlesztései, amelyek mindegyikét részletesen vizsgáltuk.

Ezen túlmenően a fejlesztett és alkalmazott minimálisan invazív technikákat olyan egységes szemléletű rendszerbe foglaltuk, amely a mindennapi gerincsebészeti gyakorlatban hazánkban és a világban egyaránt *hiánypótlónak* tartható.

Magyarországon Intézetünk mellett más centrumokban is jelentős hagyományai vannak a minimálisan invazív szemléletnek és alkalmazásának. A pécsi munkacsoport ezen az úton haladva, a világszerte egyre szélesebb körben terjedő minimálisan invazív műtétechnikai trendet követve sikerrel alkalmazta például különböző kórfolyamatok esetében a minimálisan invazív, instrumentált gerincsebészeti technikát (Schwarz és mtsai 2013).

A lehetőségek gyors fejlődésének és terjedésének lehetünk szemtanúi, egyre kiterjedtebb és komplexebb gerincsebészeti kórfolyamatok esetében alkalmazhatóak szövetkímélő módszerek. Ehhez hozzátartozik a folyamatos, szakmai tanulási folyamat, a hazai és

nemzetközi, bizonyítottan hatékony sebészeti módszerek ismerete és alkalmazása, a továbbképzés szükségessége.

A minimálisan invazív technikák alkalmazhatósága mellett továbbra is kihívást jelentenek azon betegcsoportok, amelyek a betegek életminőségének jelentős csökkenését okozhatják, ugyanakkor sok esetben a kiterjedt károsodás miatt nem lehetséges a betegek kezelése minimálisan invazív módon. Ezek között említhetők a csigolyák destrukciójával járó folyamatok, akár gyulladás, tumoros folyamat vagy degeneratív gerincbetegség talaján alakulnak ki. Ilyen esetekben a korábban alkalmazott kezelési eljárások hatékonyságát szükséges vizsgálni, növelni, az eljárásokat módosítani, valamint új technikákat fejleszteni, hogy az említett sebészeti alapelv, a kórfolyamatban részt nem vevő anatómiai struktúrák lehető legnagyobb mértékben való megőrzése teljesüljön.

A technikai fejlődés vívmányainak alkalmazása mellett továbbra is sebészi kihívást jelentenek az olyan kórképek, amelyek a csigolyák destrukcióját, így a gerinc instabilitását okozzák, különös tekintettel olyan speciális területekre, mint a cranio-cervicális átmenet. Neheztítő körülmények közé tartozik az oszteoporózis egyidejű előfordulása.

Eredményeink bemutatására és tárgyalására két nagyobb fejezetben csoportosítva kerül sor. Ennek során a minimálisan invazív gerincsebészeti lehetőségeket, valamint a gerinccsigolyákat érintő egyes destruktív kórfolyamatok újfajta kezelését ismertetjük.

Az első fejezetben kerülnek tárgyalásra a gerincsebészetben bevezetett minimálisan invazív irányú és szemléletű technikai fejlődést követő módszerek, saját fejlesztésekkel, fejlesztő módosításokkal kiegészítve az eszköztárat a gerinccsatorna szűkület és a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok sebészi kezelése célzatával. Az általunk vizsgált és alkalmazott módosító fejlesztések: a split laminotomia, az ún. „archbone” technika, az „over the top” dekompresszió, a hemi-semi laminectomia, a „szupraforaminális fűrt lyuk”, a „nyitott csatorna” technika, vagy a para-split minimálisan invazív feltárás.

Tárgyaljuk a kórfolyamatok gerinccsatornában való térbeli elhelyezkedését, ennek alapján rendszerbe soroljuk őket, amelyet követően a lokalizációhoz rendeljük a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technikákat.

Munkánk hozzájárul a minimálisan invazív gerincsebészeti eljárások rendszerezéséhez, és segítheti a *rendszerszemléletű gerincsebészeti gondolkodást*.

A második fejezetben olyan újfajta gerincsebészeti kezelési lehetőségek bemutatására törekszünk, amelyek a gerinccsigolyákat érintő különböző eredetű destruktív kórfolyamatok során alkalmazhatóak és Intézetünkben fejlesztettük, vizsgáltuk, illetve módosító fejlesztéssel alkalmaztuk.

Ezek közé tartoznak az axist érintő tumoros folyamatok és az osteoporózis talaján összeroppant csigolyák sebészeti kezelési lehetőségei, továbbá az atlasz, valamint az axis együttes gyulladásos destrukciójának kezelése csecsemőkorban.

Az általunk vizsgált, fejlesztett és alkalmazott minimálisan invazív módszerek legnagyobb előnye, hogy a gerinccsatornában intra- és extramedullárisan elhelyezkedő, valamint a neuroforamenen paravertebrálisan terjedő kórfolyamatok eltávolíthatóak, egyidejűleg a gerinccsatorna szűkület megoldható, ugyanakkor a kórfolyamatban részt nem vevő struktúrák nagyobb mértékben megőrizhetőek, így az *ép szövetek szükségtelen károsítása, traumatizációja kisebb*, mint a hagyományos feltárások során.

A gerinccsigolyákat érintő destruktív kórfolyamatok kezelése során alkalmazott újszerű eljárások olyan sebészeti kihívást jelentő területeken alkalmazhatóak sikerrel, mint a cranio-cervicális átmenet vagy az osteoporotikus csigolya összeroppanás.

Az alkalmazott műtéti eljárások sajátosságai indokolják, hogy a könnyebb áttekinthetőség érdekében a tárgyalásra kerülő két nagyobb fejezethez tartozó, releváns és reprezentatív bevezető szakirodalmi háttérrel, valamint az alkalmazott módszereket és az eredményeket az adott alfejezetnél mutassuk be. A dolgozatban bemutatott képek saját készítésűek vagy grafikus által számunkra készítették.

I. fejezet: A minimálisan invazív gerincsebészeti technikák és új osztályozási rendszerük

I/I. Saját fejlesztésű és először vizsgált minimálisan invazív technikák bemutatása

I/I/1. Általános bevezetés és irodalmi háttér

Az utóbbi évtized a gerincsebészet robbanásszerű fejlődését hozta magával. Ennek megfelelően a kezelhető betegek számának rohamos növekedése és az indikációs területek tárgyalása vált jellemzővé. Amint már korábban említettük, ezzel egyidőben a gerincsebészet lehetőségei is jelentősen fejlődtek. Újabb és újabb minimálisan invazív technikák, implantátum rendszerek kerültek kifejlesztésre, a neuronavigáció, az operációs mikroszkóp használata mindennapossá vált.

Általánossá vált az, a sebészet minden ágára jellemző törekvés, hogy a kórfolyamatok egyidejű kezelése, sebészi eltávolítása mellett (mind a kórfolyamat eltávolítása kapcsán, mind a megközelítés, feltárás során), *az ép struktúrák minél nagyobb mértékben megőrizhetőek, így a másodlagos károsodások csökkenthetőek legyenek.* Ezen törekvés az idegsebészetre, ezen belül a gerincsebészetre különösen jellemző.

A gerincsebészet operatív megoldást igénylő, leggyakrabban előforduló kórképeit a gerinc elhasználódásos, ún. degeneratív és daganatos megbetegedései képezik.

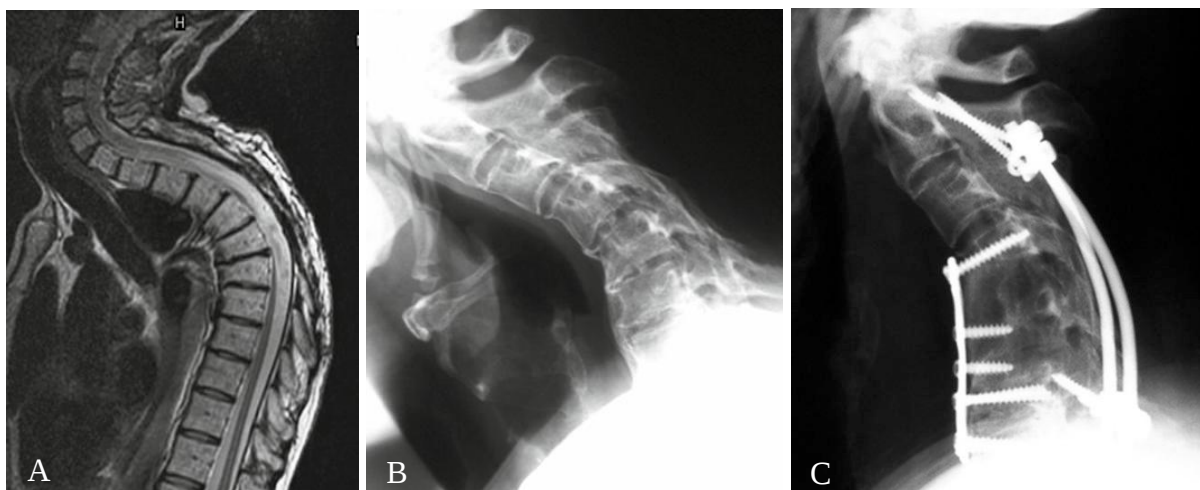
Az ágyéki gerincszakaszon az életkor előrehaladtával a leggyakoribb műtéti indikációt képező kórkép a degeneratív eredetű ágyéki gerinccsatorna szűkület, ami gyakran társulhat az érintett szegmentum egyidejű instabilitásával. A népesség átlag élettartama növekedő tendenciájú, ennek megfelelően a betegek száma várhatóan emelkedni fog.

A degeneratív gerinccsatorna szűkület sebészi megoldására, a gerinccsatornában elhelyezkedő daganatok és más kórfolyamatok megközelítésére és eltávolítására alkalmazott feltárások között korábban a laminectomia játszott a fő szerepet (Kishan és Gropper 2006a, Tandon és Vollmer 2006).

Az irodalmi adatok szerint a laminectomia -amely gyakran a dorzális csontos struktúrák kisízületeket is érintő elvételével, egyidejűleg a ligamentum supraspinale és interspinalia

szalagrendszer megbontásával jár-, a gerinc deformitásához **(1. A, B ábra)**, instabilitásához, subluxációjához vezethet, emellett gyakrabban fordulhat elő gerinccsatornába hatoló utóvérzés és hegyszövet képződés, valamint a gerincvelő hátsó csontos védelmi vonala is sérül (Jacobs és mtsai 1980, Yasuoka és mtsai 1982, Katsumi és mtsai 1989, Iida és mtsai 1990, Papagelopoulos és mtsai 1997).

A megváltozott biomechanikai viszonyoknak köszönhetően az instabilitás az esetek egy részében -elsősorban több szegmentum feltárása után- további műtéti beavatkozást, stabilizáló műtétet igényelhet **(1. C ábra)** (Deyo és mtsai 2004, Lipson 2004).



1. ábra. Szagittális T2 súlyozott MR képeken a cervico-thoracalis régióban **(A)** és az oldalirányú RTG képeken a nyaki gerinc területén **(B)** posztlaminektómias kyphoticus deformitás látható, valamint a sebészi korrekció **(C)**.

A hagyományos dorzális feltárások során az izmok tapadásai a processus spinosusokról és a laminákról végérvényesen leválasztásra kerülnek (Shirashi 2002, Kishan és Gropper 2006a, Tandon és mtsai 2006a). Ezen izmok és csontos tapadásaik sérülése állandósuló gerincfájdalomhoz, diszkomfort érzéshez és a gerinc instabilitásához vezethet (Baba és mtsai 1995, Hosono és mtsai 1996, Shirashi 2002), szerepe lehet a “failed back” szindróma kialakulásában (Sihvonen és mtsai 1993).

Egyes szerzők ezen izomcsoportok integritásának megőrzésére (és atrófiájuk megelőzésére) olyan technikákat alkalmaztak, amelyek az extenzor izomcsoport tapadásának helyreállításából (Yoshida 2002), vagy a musculus (m.) semispinalis cervicis és m. multifidus tapadásának megőrzéséből álltak (Shirashi 2002).

Az MR képalkotás fejlődésének és elterjedésének köszönhetően a kórfolyamatok pontos elhelyezkedésének preoperatív ábrázolása, illetve természetének megismerése vált lehetővé, amely az intraoperatív lokalizáció lehetőségeivel együtt a minimálisan invazív technikák elterjedését segítette elő.

A negatív biomechanikai következmények csökkentése és a betegek életminőségének javítása céljából az elmúlt évtizedekben olyan technikák kifejlesztése került a kutatások középpontjába, amelyek nemcsak eredményesen alkalmazhatóak a kórfolyamatok kezelésében, de a gerinc és támasztóstruktúráinak integritását kisebb mértékben bontják meg.

A cél a lehetőség szerinti legkisebb metszésen és feltáráson keresztül, a lehető leghatékonyabb sebészi megoldás.

Ezeket a technikákat összefoglalóan minimálisan invazív gerincsebészeti technikáknak nevezzük. A korábban említetteknek megfelelően mindegyik módszer célja a iatrogén következmények csökkentése, elősegítve a betegek korábbi gyógyulását és eredeti életminőségéhez, valamint a munkához való visszatérését.

Degeneratív gerinccsatorna szűkület esetében az említett jelenségek felismerése vezetett kezdetben a stabilitás megőrzését szolgáló, a kisízületeket csak részlegesen érintő műtéti eljárás, az ún. “undercutting” (szűk laminectomia, alávésés) technika bevezetésére (Getty és mtsai 1981, Rompe és mtsai 1999).

A későbbiekben számos egyéb szövetkímélő, illetve minimálisan invazív módszer került kifejlesztésre, szem előtt tartva a gerinc szerkezeti integritásának és stabilitásának megőrzését.

Ennek a felismerésnek az analógiájára a gerinccsatornában elhelyezkedő daganatok és más kórfolyamatok esetében is számos, többségében laminoplasztikát alkalmazó technika született a gerinc dorzális struktúráinak megőrzésére és rekonstrukciójára, valamint az irodalomban gyakran említett posztoperatív komplikációk megelőzésére (Raimondi és mtsai 1976, Tomita és mtsai 1998, Kishan és Gropper 2006b, Tandon és Vollmer 2006b). E feltárások a laminectomiához képest kevésbé destruktív irányvonalat képviseltek.

Figyelembe véve az említett sebészeti feltárások hátrányos tulajdonságait, célunkká vált a feltárás nagyságának minimalizálása, a hátsó mozgási szegmentumok, a paraspinalis izmok és a gerinc stabilitásának nagyobb mértékben történő megőrzése.

A felsorolt célkitűzések egyben a minimálisan invazív technikák előnyeiként is felfoghatóak, így általános igény jelent meg mind az orvosok, mind a betegek részéről egyaránt a minimálisan invazív eljárások fejlesztésére és alkalmazására.

Intézetünkben folyamatosan értékeljük a minimálisan invazív technikák alkalmazása és fejlesztése terén szerzett tapasztalatokat, a *sebészeti protokollokat rendszeresen fejlesztjük*, amelynek eredményeként az elmúlt évek során *számos új módszert vezettünk be* a gyakorlatba.

I/I/2. Céltűzés

Célunk az elmúlt évtized során a gerinccsatornában elhelyezkedő vagy annak ürterébe boltosuló, térszűkületet okozó kórfolyamatok sebészi kezelése terén olyan új szövetkímélő módszerek, eljárások, műtéti technikák kidolgozása, módosító fejlesztése és gyakorlati bevezetése volt, amelynek célja, hogy a kórfolyamatban részt nem vevő struktúrák minél nagyobb mértékben megőrizhetőek legyenek.

Ezen munka során az alábbi módszerek kerültek alkalmazásra, illetve fejlesztésre:

1. A kórfolyamatok olyan csoportosítási rendszerének kidolgozása, a gerinccsatornában való térbeli elhelyezkedésük alapján, amely lokalizációhoz egyértelműen hozzárendelhető a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technika.
2. A degeneratív gerinccsatorna szűkület szövetkímélő sebészi megoldása.
3. A gerinccsatornában döntően szegmentális-laterálisan (középvonaltól oldalirányban) elhelyezkedő kórfolyamatok szövetkímélő eltávolítási lehetőségei.
4. A gerinccsatornából a neuroforamenbe terjedő kórfolyamatok szövetkímélő eltávolítási lehetőségei.
5. A gerinccsatornából a neuroforamenen keresztül extraforaminálisan terjedő kórfolyamatok szövetkímélő eltávolítási lehetőségei.
6. A gerinccsatornában döntően axiálisan-longitudinálisan (középvonalban) elhelyezkedő kórfolyamatok szövetkímélő eltávolítási lehetőségei.
7. Az infiltratív intramedulláris kórfolyamatok esetében szükségessé váló gerinccsatorna tágítást lehetővé tevő szövetkímélő technikai lehetőségek kidolgozása autograft felhasználásával.
8. Az infiltratív intramedulláris kórfolyamatok esetében szükségessé váló gerinccsatorna tágítást lehetővé tevő szövetkímélő technikai lehetőségek kidolgozása előre preformált implantátumok felhasználásával.
9. A split sebészeti technika kivitelezési nehézségei esetén alkalmazható alternatív technikai lehetőség kidolgozása.
10. A gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok döntő többségének eltávolítására alkalmazható, klinikailag kipróbált technikai lehetőségek csoportosítása, egységes szerkezetbe foglalása, ajánlás megfogalmazása.

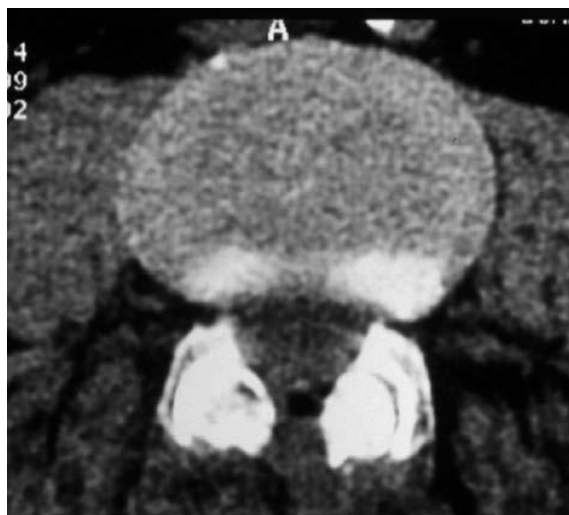
I/I/3. A degeneratív gerinccsatorna szűkület féloldali feltáráson keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekalibrációja, az „over the top” dekompresszió

I/I/3.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Amint már korábban említettük, az ágyéki gerincszakaszon az életkor előrehaladtával a leggyakoribb műtéti indikációt képező kórkép a degeneratív talajon kialakult ágyéki gerinccsatorna szűkület. A gerinccsatorna szűkület számos esetben az érintett szegmentum egyidejű instabilitásával társulhat. A műtéti beavatkozás, amely gyakran a dorzális 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 (Johnsson és mtsai 1986, Fox és mtsai 1996).

Az instabilitás az esetek egy részében további műtéti beavatkozást, stabilizáló műtétet igényelhet (Deyo és mtsai 2004, Lipson 2004).

A jelenség felismerése vezetett kezdetben az említett „undercutting” technika elterjedéséhez, amely a stabilitást kevésbé rontja a kisízületek nagyobb mértékű megkímélése miatt a széles laminectomiához képest (**2. ábra.**) (Getty és mtsai 1981, Rompe és mtsai 1999).



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

A gerinc szerkezeti integritásának és stabilitásának megőrzésére, a korábban említett komplikációk megelőzésére számos minimálisan invazív módszert fejlesztettek ki, amelyek közül kiemelendő a processus spinosus osteotomia (Weiner és mtsai 1999a), a kétoldali laminotomia (Tsai és mtsai 1988, Young és mtsai 1988) és a féloldali laminotomia, amely mindkét oldali dekompresszióra alkalmas (Poletti 1995, Spetzger és mtsai 1997).

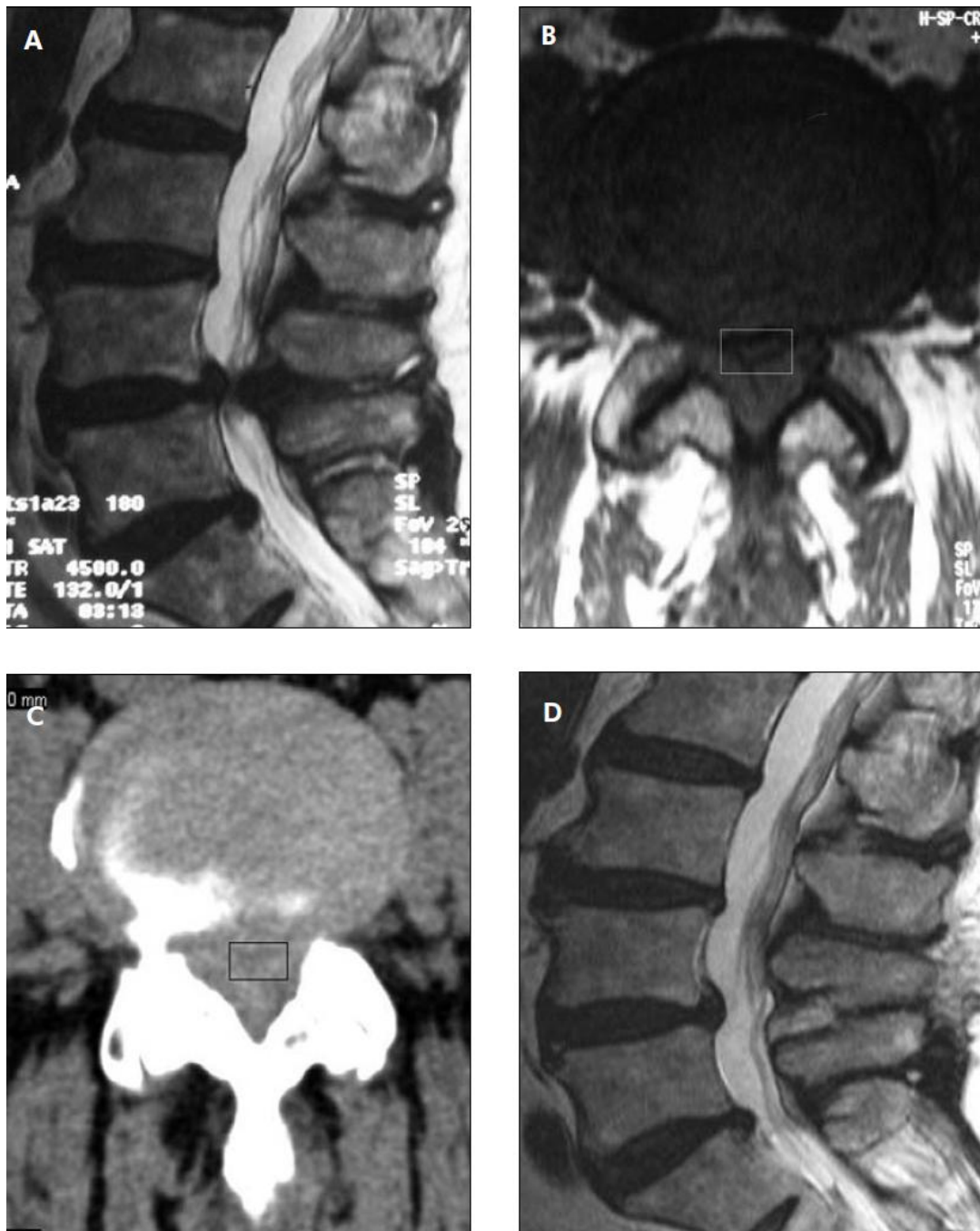
Az a megfigyelés – amely elsősorban az MR képalkotás fejlődésének és elterjedésének köszönhető, – hogy a gerinccsatorna szűkület leggyakrabban az intervertebrális rés és a beboltosuló, gyakran megvastagodott ligamentum flavum magasságában észlelhető (Tsai és mtsai 1988, Young és mtsai 1988, Weiner és mtsai 1999a), arra a felismerésre vezetett, hogy az ívek között létrehozott és mérsékelten megnagyobbított „ablakon” keresztül a beszűkült terület elérhető és egyúttal sebészileg megoldható.

Az irodalmi adatok alapján több módszer is megfelelőnek bizonyult a gerinccsatornában elhelyezkedő idegképletek felszabadítására, amelyek ugyanakkor a minimális invazivitás követelményeinek is megfelelnek (Thomé és mtsai 2005).

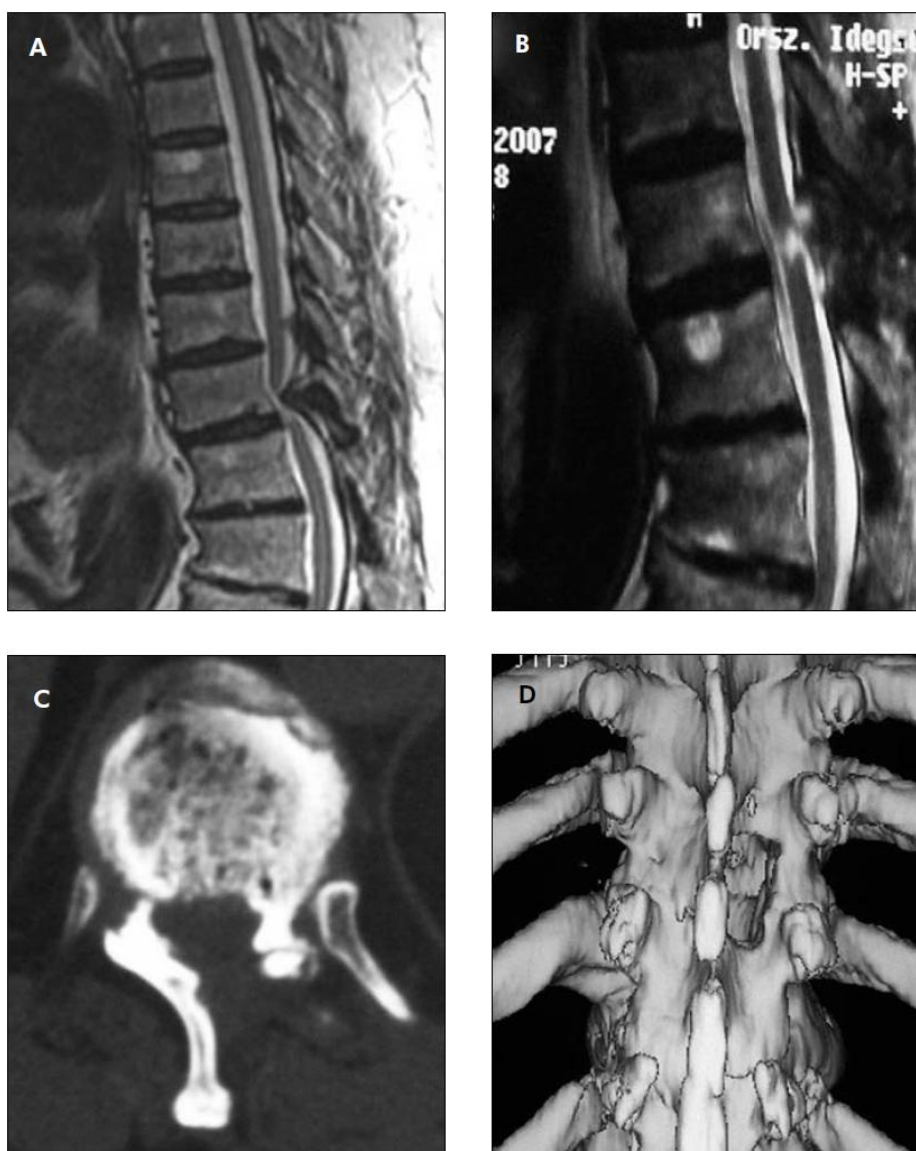
A továbbiakban saját tapasztalatainkat összegezzük a *degeneratív gerinccsatorna szűkület* szövetkímélő műtéti megoldása esetén, amely során *féloldali feltáráson keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálibrációt* (tágítást) végeztünk. A technika elsősorban az ágyéki gerincszakaszon alkalmazott, azonban saját tapasztalataink szerint a háti gerincszakaszon is sikeresen alkalmazható.

I/I/3.2. Anyag és módszer

A 2002-2006 közötti vizsgálati időszakban az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben, tüneteket okozó ágyéki (3. A, B, C ábra) és háti (4. A ábra) gerinccsatorna szűkület miatt 51 betegnél 60 féloldali feltáráson keresztül, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálibráció történt (1. táblázat). Negyvennégy esetben egy, öt esetben kettő, két esetben három magasságban végeztük el egyidejűleg a beavatkozást. A betegek átlagéletkora 66 (38–82) év volt.



3. ábra. Sagittális (A) és axiális (B) T2 súlyozott MR-, valamint axiális CT (C) felvételen kifejezett gerinccsatorna szűkület látható az LIV-V magasságában (a gerinccsatorna a négyzettel jelölt területen belül helyezkedik el). A posztoperatív sagittális T2 MR képen (D) látható a dekompresszió.



4. ábra. Sagittális (A) T2 MR felvételen kifejezett dorzális gerinccsatorna szűkület látható a ThX-XI magasságában gerincvelő kompresszióval. A posztoperatív sagittális T2 MR- (B), valamint axiális (C) és háromdimenziós rekonstrukciós (D) CT felvételeken látható a dekompreszió kiterjedése és a műtéti behatolás helye.

Műtéti indikációt a típusos tünettan (neurogén claudikáció és/vagy radiculopathia, ill. myelopathia), képalkotó vizsgálattal kimutatott gerinccsatorna szűkület, -amelyet döntően nem porckorong sérv okozott-, valamint az instabilitás hiánya jelentett. Ezen túlmenően feltétel volt, hogy a beteg korábban ugyanazon szegmentumban gerinccsatorna szűkület vagy instabilitás miatt műtéti beavatkozáson nem esett át. A beavatkozás olyan esetekben történt, ahol 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 a képalkotó vizsgálatok során.

1. táblázat. A gerinccsatorna-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

A műtétek előtti kivizsgálás során minden esetben MR-, valamint CT vizsgálat készült. A műtét után két és hat hónappal később minden esetben MR- és CT vizsgálatot végeztünk a műtét technikai eredményének kontrollálása, valamint a csontos struktúrák ellenőrzése céljából. Ezt követően hathavonta, évente, illetve a neurológiai állapottól függően történt ismételt MR vizsgálat a kórfolyamat jellegét és a beteg állapotát figyelembe véve. Neurológiai állapotfelmérés a kivizsgálás során, valamint tervezetten az MR vizsgálatokat megelőzően, azzal egy időintervallumban történt. Az instabilitás megítélésére funkcionális oldalirányú gerinc-röntgenvizsgálatokat végeztünk. A fájdalom mértékének megítélésére vizuál analóg skálát alkalmaztunk.

A beavatkozás eredményének megítélésére a következő kritériumokat alkalmaztuk: Kitűnő eredmény: nincs fájdalom, a premorbid 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 premorbid 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 premorbid 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 premorbid állapothoz képest rosszabb életminőség és csökkentebb munkabíró

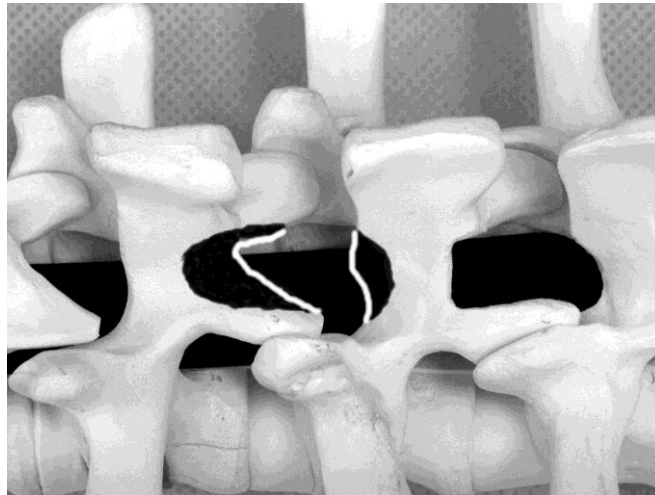
képesség, a neurológiai deficittünetek és a neurogen claudicatio, gerincvelő-érintettség esetén a hosszúpálya tünetek változatlansága vagy romlása.

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).

Technika: Hason fekvő testhelyzetben képerősítővel történő magassági meghatározást követően féloldali feltárás történik a szűkület elhelyezkedésének megfelelően, a betegnek a kifejezettebb panaszt okozó oldalról végezve. Szimmetrikus panaszok esetén a nagyobb térszűkület oldaláról történik a feltárás. A laminotomiát fűrő (marófej) segítségével végezzük. A féloldalon feltárt laminák két szomszédos ívéből csontot veszünk el, anélkül, hogy a féloldali laminát bármely ponton átvágnánk, elvesszük az azonos oldali ligamentum flavumot és a kisízület mediális felszínét (5., 6. ábra). Azonos oldali dekompressziót követően a mikroszkóp és a beteg ellenirányú döntésével az ellenoldali ligamentum flavum és kisízület mediális felszínének eltávolítása történik az ellenoldali dekompresszió elérésére. A feltáráson keresztül az ellenoldali ideggyök és neuroforamen is láthatóvá tehető és a foraminotomia elvégezhető. Amennyiben szükséges, a porckorong is eltávolítható mindkét oldalról.



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



6. ábra. A maketten a fekete színnel jelölt terület a feltárási oldaláról mutatja a laminotomia tervezett helyét, a mellette lévő szegmentumban (jobbra) a területnek megfelelő csonteltávolítás látható.

I/I.3.3. Eredmények

A műtét után minden esetben MR- és CT vizsgálatot végeztünk a dekompresszió kiterjedésének ellenőrzése céljából, amely megfelelő dekompressziót igazolt. Az alkalmazott feltárási minden esetben alkalmas volt a gerinccsatorna szűkület műtéti megoldására (**3. D, 4. B, C, D, 7. ábra**).

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

A betegeket követve (minimum hat, maximum 24 hónap között) a következő eredményeket kaptuk: minden beteg neurogen claudicatióval összefüggő panaszja 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.

A követés során a betegek mintegy 76%-ánál a radiculáris tünet és a neurogén claudicatio megszűnt, a fennmaradó 24% esetében ezen tünetek javulása volt észlelhető. A leggyakoribb reziduális panasz a deréktáji fájdalom volt, ez megfelel az irodalmi adatoknak (Spetzger és mtsai 1997, Thomé és mtsai 2005, Banczerowski és mtsai 2007).

Az esetek mintegy 13%-ában a derékfájdalom teljesen megszűnt, 63%-ában javult, ugyanakkor 24%-ában változatlan maradt. Gerincvelő érintettség miatti dekompresziót követően minden esetben javultak a hosszúpálya tünetek. Áttekintően az eredményeket a **2. és a 3. táblázat** foglalja össze. Progrediáló instabilitást nem észleltünk, így emiatt fixációs műtétet végezni nem kellett (Banczerowski és mtsai 2007; Banczerowski 2009a).



7. ábra. Posztoperatív 3D CT rekonstrukció (bal) és axiális CT (jobb) felvételen látható a féloldali interlamináris „ablak” (nyíl) az ágyéki gerinccsatorna szűkület kétoldali dekompresziójához.

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

I/I.3.4. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy hazánkban elsőként vizsgáltuk tudományosan és publikáltuk a *gerinccsatorna kétoldali „over the top” rekálibrációjának féloldali feltáráson keresztüli módszerét* degeneratív háti és ágyéki gerinccsatorna szűkület esetén, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására rendszeresen alkalmazott új módszerré vált az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben. Háti gerincszakaszon ilyen jellegű beavatkozást az elsők között vizsgáltunk és közöltünk. (Banczerowski és mtsai 2007, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013a, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I/4. A gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok eltávolítása féloldali feltáráson keresztül: a hemi-semi laminectomia

I/I/4.1. Bevezetés és irodalmi háttér

A gerinccsatornában elhelyezkedő daganatok és más kóros elváltozások eltávolítására szolgáló feltárások között az elmúlt évtizedekben szintén a laminectomia játszott a fő szerepet (Hida és mtsai 2006, Kishan és Gropper 2006a, Tandon és Vollmer 2006). A laminectomia rövid és hosszútávú káros következményei széleskörben ismertek és a bevezetésben ismertetésre kerültek.

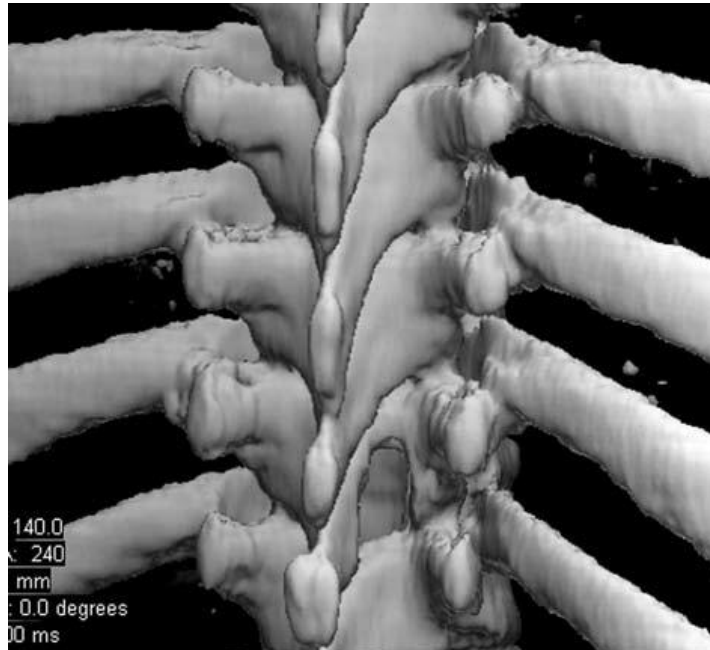
Az MR képalkotás fejlődésének és elterjedésének köszönhetően lehetővé vált a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok pontos elhelyezkedésének ábrázolása, amely az intraoperatív lokalizáció lehetőségeivel az onkológiai célzatú gerincsebészeti eljárások során is a minimálisan invazív technikák elterjedésének lehetőségét segítette elő.

A gerinc dorzális struktúráinak megőrzésére, valamint az irodalomban gyakran említett posztoperatív komplikációk megelőzésére, a gerinccsatorna megnyitására, valamint a gerinccsatornában elhelyezkedő daganatok eltávolítására is számos kevésbé invazív módszert fejlesztettek ki (Raimondi és mtsai 1976, Shikata és mtsai 1990, Kehrli és mtsai 1996, O'Toole és mtsai 2006, Kishan és Gropper 2006b, Tandon és Vollmer 2006b, Banczerowski és mtsai 2015).

A degeneratív gerinccsatorna szűkület műtéti megoldására a csontos ívek megtartását, a iatrogén sérülések további csökkentését lehetővé tevő interlaminaris ablakon keresztül történő gerinccsatornatágításra, rekálibráció alkalmazására került sor (Tsai és mtsai 1988, Young és mtsai 1988, Poletti 1995, Spetzger és mtsai 1997, Weiner és mtsai 1999b, Banczerowski és mtsai 2007).

Az irodalmi és a saját adatok szerint a módszer több spinalis szegmentumban és mindkét oldalon egyidejűleg is eredményesen alkalmazható. Ezek a tapasztalatok vezettek a több spinalis szegmentumra kiterjedő, a gerinccsatornában elhelyezkedő térszűkítő folyamatoknak az interlaminaris ablakon keresztül végzett eltávolítására (Koch-Wiewrodt és mtsai 2007).

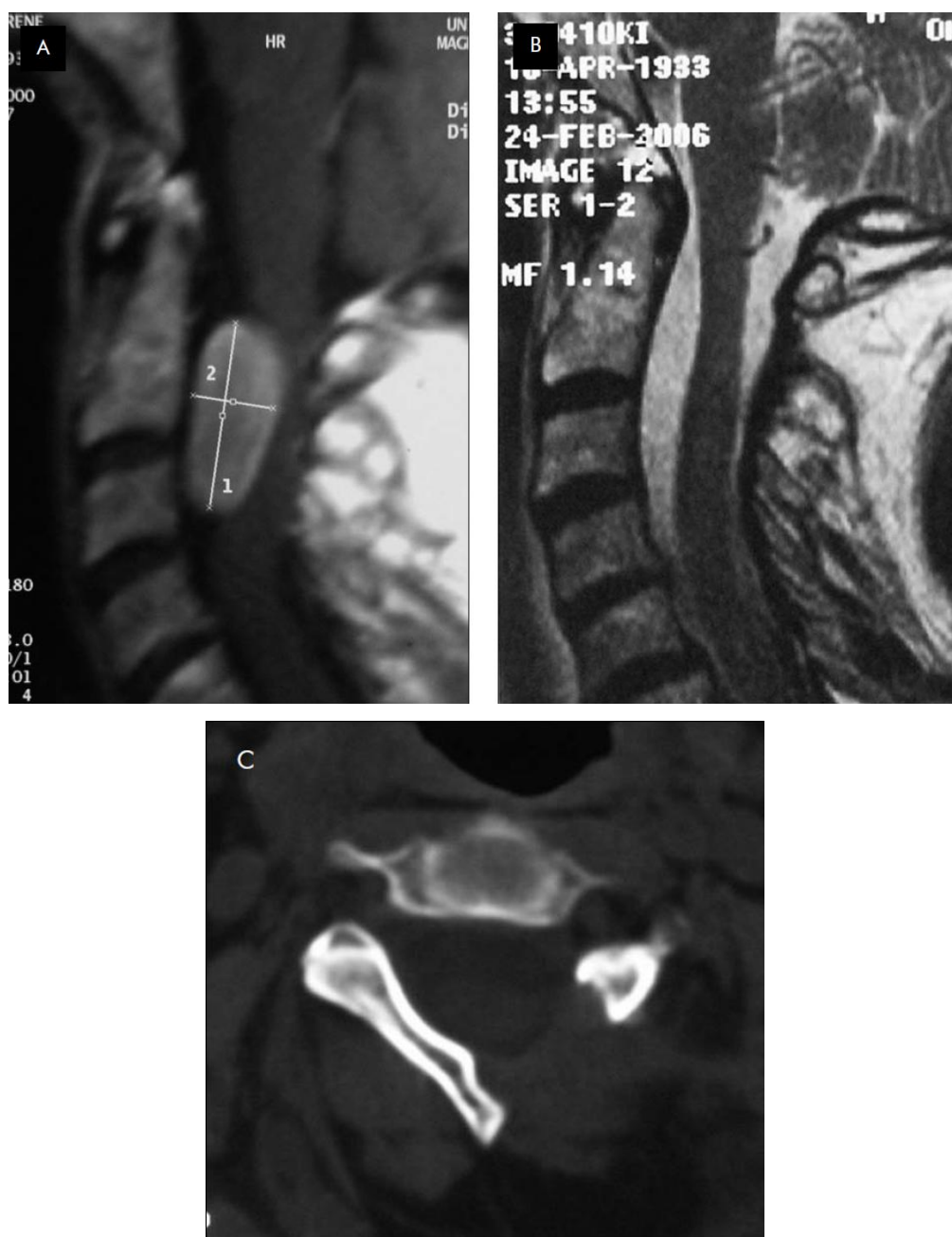
Ezen módszerek közül kiemelendő a korábban alkalmazott hemilaminectomia, későbbiekben a módosított, részleges hemilaminectomia (Eggert és mtsai 1983, Yasargil és mtsai 1991, Koch-Wiewrodt és mtsai 2007, Sun CX és mtsai 2011), amelyet, ha egyetlen ponton sem jár a lamina dezintegrációjával, ún. *hemi-semi laminectomiának* (saját elnevezés), vagy interlamináris fenesztrációnak nevezünk (8., 9. ábra).



8. ábra. Háromdimenziós CT rekonstrukciós felvételeken a részleges hemilaminectomia (hemi-semi laminectomia) látható.

Mindkét módszer elsősorban a féloldali, dorzo- vagy ventrolaterálisan elhelyezkedő intradurális daganatok (pl. meningeoma (9. A ábra), neurinoma), dorzális vagy dorzolaterális intra- és extradurális egyéb kóros elváltozások (pl. epidurális haematoma, abscessus) eltávolítására alkalmas, másrésről szegmentális-axiális intramedulláris kórfolyamatok eltávolítása (pl. cavernoma) is lehetséges (Chiou és mtsai 1989, Sarioglu és mtsai 1997, Koch-Wiewrodt 2007, Iacoangeli és mtsai 2012, Lee és mtsai 2012, Sasani és mtsai 2012, Su X és mtsai 2012).

A több szegmentumot érintő, a gerinccsatornát kitöltő kórfolyamatok esetén (pl. cauda ependymoma) a többszörös interlamináris ablakon keresztüli behatolás alkalmazása is megvalósítható, ugyanakkor az intraspinalis tér nehezebb áttekinthetőségéből fakadó hátrányok miatt nagyobb gyakorlatot igényel.

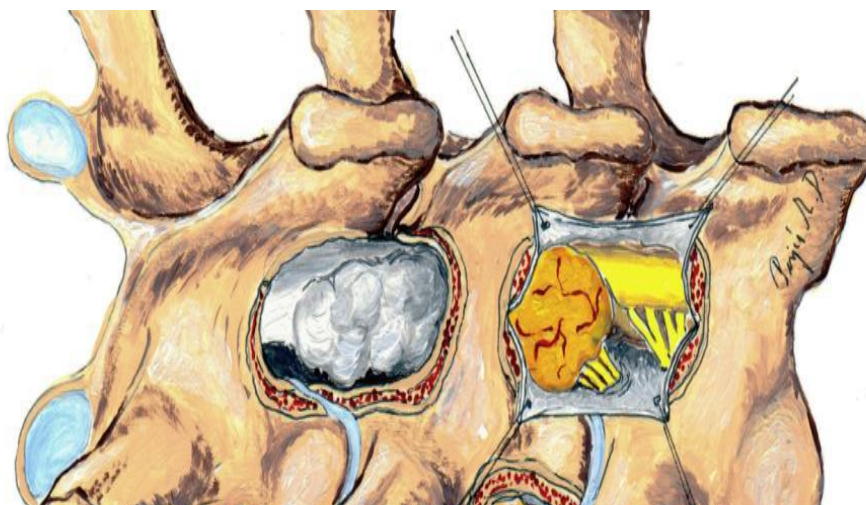


9. ábra. Sagittális T1 kontrasztanyagot MR (A) felvételen meningeoma látható a CII-III magasságában következményes gerincvelő-kompresszióval. A posztoperatív sagittális T2 MR- (B), valamint axiális CT (C) felvételeken látható a tumor eltávolítása utáni állapot és a műtéti behatolás helye.

I/I/4.2. Anyag és módszer

Lokális és radikuláris fájdalom, motoros, szenzoros és vegetatív tüneteket okozó, a nyaki, háti és az ágyéki gerincszakaszon, a canalis spinalisban elhelyezkedő intra- és extradurális kóros elváltozás miatt 2000-2006 között 86 betegnél végeztünk féloldali, olyan részleges

hemilaminectomiával járó feltáráson keresztüli műtéti beavatkozást, amely során a laminákon csak ablak készült, az ún. hemi-semi laminectomia (**10. ábra**).



10. ábra. A sematikus ábra a thoracalis gerincszakaszon a canalis spinalisban elhelyezkedő tumort és a hemi-semi laminectomiát (2x) ábrázolja.

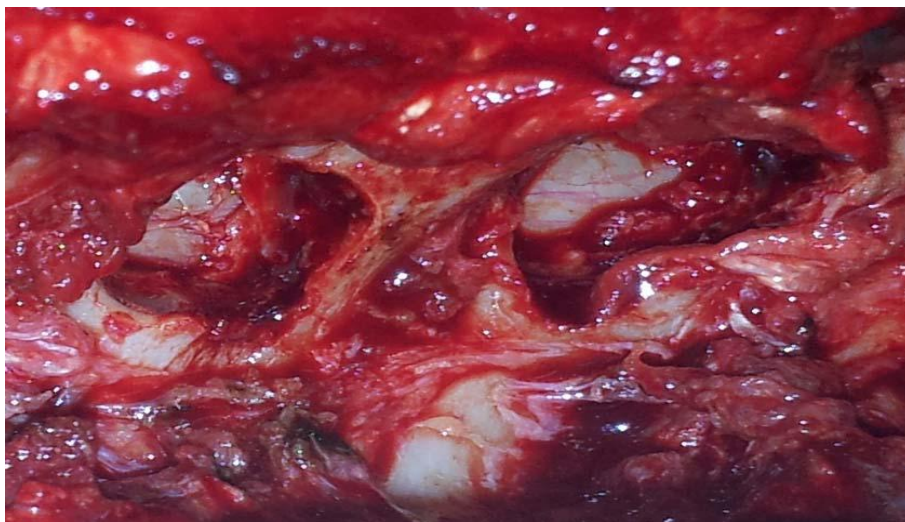
A betegek kiválasztása és a módszer alkalmazása a sebészek döntése alapján történt (a hagyományos laminectomia, hemilaminectomia vagy laminotomia helyett), a bevezetőben részletezett általános indikációs elveken túlmenően nem volt standard beválasztási kritérium. A növekvő számú előnyös tapasztalat alapján fokozatosan általánosan elfogadott és alkalmazott módszerre vált.

A betegek átlagéletkora 52 (18–82) év volt. A műtét előtt minden esetben MR- és CT vizsgálat készült.

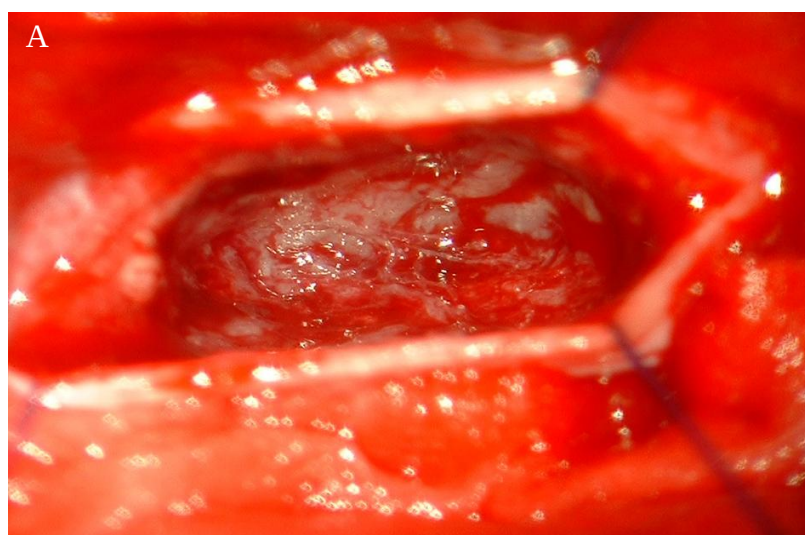
A műtét után két és hat hónappal később minden betegnél MR- és CT-, valamint neurológiai vizsgálatot végeztünk a műtét eredményének kontrollálása, valamint a csontos struktúrák ellenőrzése céljából. Ezt követően évente vagy állapotváltozástól, illetve neurológiai állapottól függően történt ismételt MR vizsgálat. Az instabilitás megítélésére funkcionális oldalirányú gerinc-röntgenvizsgálatokat végeztünk.

Technika: Hason fekvő testhelyzetben képerősítővel történő magassági meghatározást követően féloldali feltárás történik a térszűkület elhelyezkedésének megfelelően. A részleges hemilaminectomiát (arcotomia) marófej segítségével végezzük. A kórfolyamat elhelyezkedésének megfelelően a féloldalon feltárt lamina alsó, felső vagy szükség esetén két

szomszédos ívéből csontot veszünk el, anélkül, hogy a féloldali laminát bármely ponton átvágnánk. Az interspinosus ligamentum intakt marad. Ha szükséges az ellenoldal nagyobb mértékű látótérbe hozása, akkor fűróval megkisebbitjük a processus spinosus bázisát. Intradurális folyamat esetén a durát hosszanti irányban megnyitva a léziót eltávolítjuk és a durát bezárjuk (11., 12 ábra).



11. ábra. Intraoperatív fénykép kétszintes hemi-semi laminectomiás megközelítést mutat a háti gerincszakaszon. A paraspinalis izmok féloldalon leválasztásra kerültek és az alsó, valamint felső csigolyaívek lamináiból történt csont elmarás két szinten. A dura intact.



12. ábra. Műtéti kép a hemi-semi laminectomián keresztül és duranyitást követően (A) a tumor látótérbe kerülését, valamint az eltávolítása utáni állapotot mutatja (B, következő oldal).

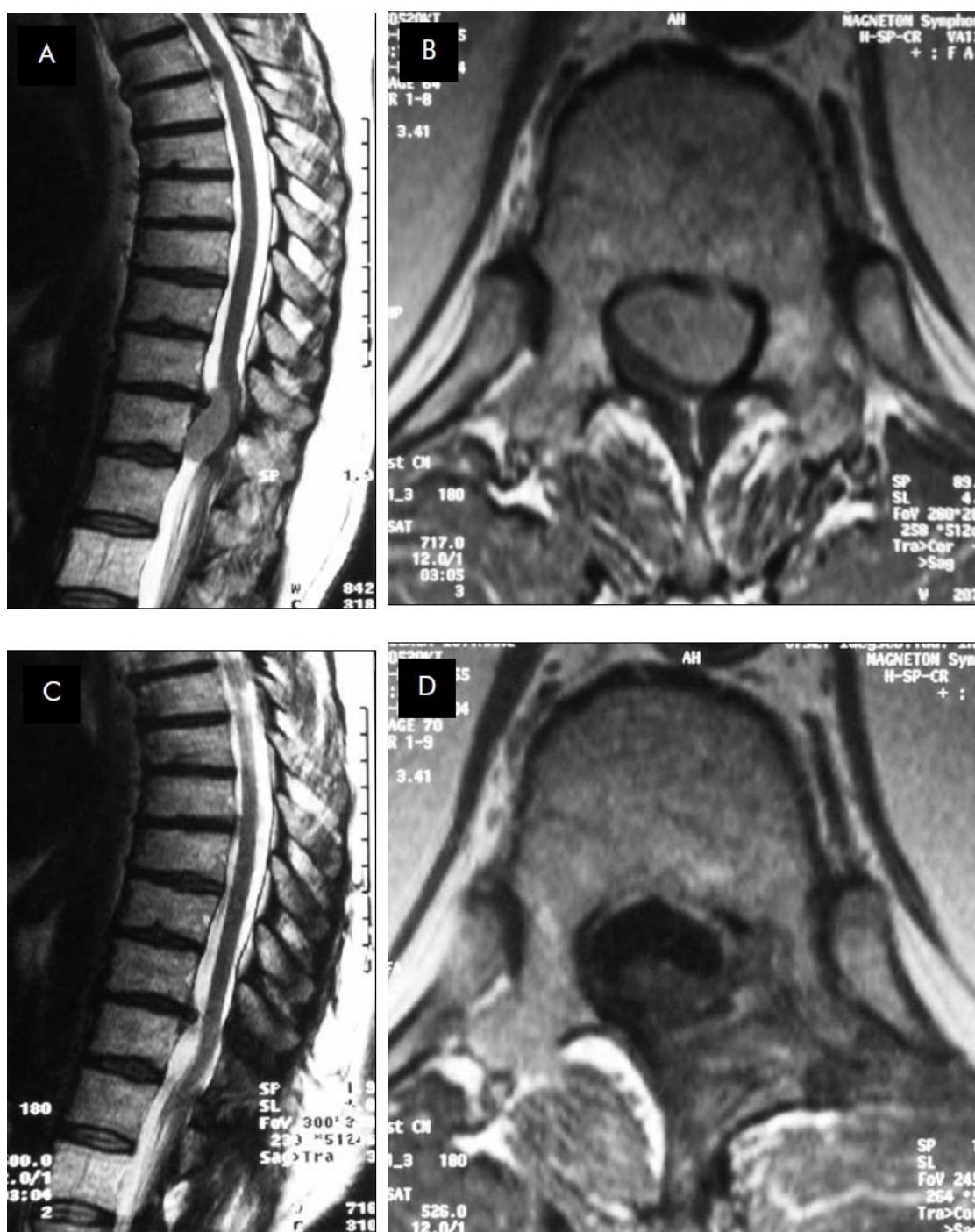


12. ábra. Műtési kép a hemi-semi laminectomián keresztül és duranyitást követően (**A**, előző oldal) a tumor látótérbe kerülését, valamint az eltávolítása utáni állapotot mutatja (**B**). A gerincvelő visszatért eredeti helyzetébe.

I/I/4.3. Eredmények

68 betegnél egy, 15 betegnél kettő, 3 betegnél három szegmentumban végeztünk féloldali részleges hemilaminectomiát. Szövettani megoszlás szerint intradurálisan 32 meningeoma (**9.**, **13. ábra**), 27 neurinoma, 12 ependymoma, 3 arachnoidális cysta, valamint extradurálisan 4 epidurális hematoma, 5 epidurális abscessus, 3 durális fistula került műtési megoldásra.

A hemi-semi laminectomia az operált szegmentumokat illetően 16 esetben a nyaki gerincszakaszon, hat esetben a cervico-thoracalis átmenetben, 35 esetben a háti szakaszon, tíz esetben a thoraco-lumbalis átmenetben, valamint 19 esetben az ágyéki szakaszon történt. A kórfolyamatok elhelyezkedését a **4. táblázat** foglalja össze. Az átlagos követési idő 28 hónap (minimum nyolc, maximum 74 hónap között) volt.

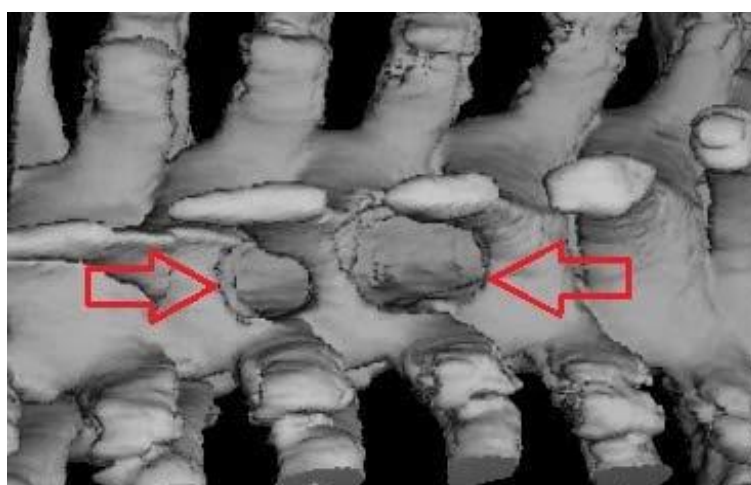


13. ábra. Sagittális T2 (A) és axiális T1 kontrasztanyag (B) MR felvételen meningeoma látható az alsó háti gerincszakaszon következményes gerincvelő-kompresszióval. A posztoperatív sagittális T2 (C) és axiális T1 kontrasztanyag (D) MR felvételen látható a tumor eltávolítása utáni állapot és a műtéti behatolás helye.

4. táblázat. A léziók és a hemi-semi laminectomiával járó gerinccsatorna feltárások megoszlása

Lokalizáció	Betegek száma	Százalék
Cervicalis	16	18,6
Cervicothoracalis	6	7
Thoracalis	35	40,7
Thoracolumbalis	10	11,6
Lumbalis	19	22,1
Összesen	86	100

Az alkalmazott feltárás (**14. ábra**) minden esetben alkalmas volt a gerinccsatornában elhelyezkedő kóros elváltozások műtéti megoldására (Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2008a).



14. ábra. Háromdimenziós CT rekonstrukciós felvételeken a szomszédos laminákat érintő kétszeres részleges hemilaminectomia (hemi-semi laminectomia) látható a háti gerincszakaszon (nyilak).

A posztoperatív követés során nem észleltünk a feltárással kapcsolatos új, komplikációra utaló tünetet.

A műtétek után végzett kontroll MR képeken a léziók teljes eltávolítása (**9. B, 13. C, D ábra**), az arachnoidealis cysták összeesése ábrázolódott. Saját gyakorlatunkban nem volt olyan

eset, amelyben a minimálisan invazív féloldali feltárást a hagyományos, laminectomiával járó nagyobb feltárás irányába ki kellett volna terjeszteni, valamint hogy elégtelennek bizonyult volna az adott esetben több interlaminaris ablakon keresztüli gerinccsatorna megnyitás.

Negyvenhat beteg (67,6%) neurológiai állapota a műtét után javult, 20 betegé (29,4%) nem változott, két betegé romlott (2,9%) (conus-cauda ependymoma).

A műtét utáni fájdalom a hagyományos, kiterjedtebb műtéti feltáráshoz képest (laminectomia) mérsékeltebb volt. A betegek kisebb mennyiségű fájdalomcsillapítót igényeltek és korán mobilizálhatóvá váltak. Általában, a neurológiai állapottól függően, a betegeket másnap mobilizáltuk gyógytornász segítségével, átlagosan hat (négy-tíz) napot tartózkodtak a kórházban. Liquortér megnyitás esetén szívódrént nem használtunk, lumbális drainage-t két esetben alkalmaztunk a sebvonalból észlelhető liquorrhoea miatt. Ezen kívül három esetben lépett fel posztoperatív szövődmény felületes sebfertőzés formájában, amely lokális kezelés hatására gyógyult.

A műtét utáni radiológiai követés során nem észleltünk instabilitást.

I/I.4.4. Új megállapítások összefoglalása

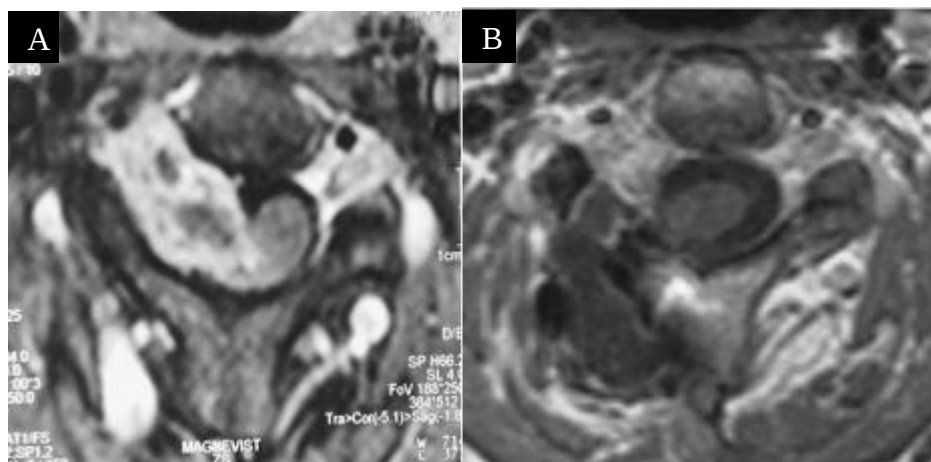
Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy hazánkban elsőként vizsgáltuk tudományosan és publikáltuk a gerinccsatornában elhelyezkedő térfoglaló és egyéb kórfolyamatok eltávolítását ún. „*hemi-semi laminectomiás*” féloldali feltáráson keresztül, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására rendszeresen alkalmazott új módszerré vált az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben. (Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013a, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I.5. A canalis spinalisból intraforaminálisan terjedő daganatok eltávolítása kombinált feltáráson keresztül (hemi-semi laminectomia és a „szupraforaminális fűrt lyuk” módszer)

I/I.5.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Az elsődleges gerincdaganatok közel egyharmadát a neurinomák alkotják, leggyakrabban intradurális-extramedulláris elhelyezkedésűek. Az esetek mintegy 15-25%-ában fordul elő, hogy a daganat a gerinccsatornából a neuroforamenbe (**15. A ábra**), vagy a neuroforamenen keresztül a paraspinalis régióba terjed. A legtöbb homokóraturor neurogén eredetű, az esetek 90%-ában schwannoma. Emellett leggyakrabban neurofibroma, ganglioneuroma és

neuroblastoma fordul elő. A homokóratumorkok leggyakrabban a nyaki gerincszakaszon találhatók, ezt követi csökkenő gyakorisági sorrendben a háti és az ágyéki szakasz.



15. ábra. Preoperatív axiális MR felvétel kontrasztanyag adását követően a foramenbe terjedő schwannomát ábrázol (A), a posztoperatív vizsgálat a hemi-semi laminectomiát és a „szupraforaminalis fűrt lyuk” feltárását, valamint a tumor eltávolítás utáni állapotot mutatja (B) a nyaki régióban (CIII).

Ezen tumorok többsége hátsó feltáráson keresztül kerül eltávolításra, amely adott esetben többszörös laminectomiát és facetectomiát jelenthet (Conti és mtsai 2004, Tandon és Vollmer 2006a, Ozawa és mtsai 2007).

A többszörös, kiterjesztett rezekció eredményeképpen gerincinstabilitás alakulhat ki, amely instrumentált gerincrögzítést tehet szükségessé a későbbiekben (Yasuoka és mtsai 1982, Katsumi és mtsai 1989, MacCormick 1996, Ozawa és mtsai 2007, Cherqui és mtsai 2007).

Számos más sebészi megközelítés létezik, amelyek célja a normál anatómiai struktúrák és a gerincstabilitás minél nagyobb mértékben történő megőrzése (Raimondi és mtsai 1976, Shikata és mtsai 1990, Kehrli és mtsai 1996, Lot és George 1997, Conti és mtsai 2004, Wiedemayer és mtsai 2004, Cherqui és mtsai 2007, Tandon és Vollmer 2006b, Kato és mtsai 2007).

Az irodalomban leírt technikák során nagy számban a hemilaminectomia és féloldali facetectomia ötvöztetésével valósították meg a feltárást (Ozawa és mtsai 2007).

Tekintettel arra, hogy a homokóratumorkok leggyakrabban benignusak és döntően a fiatalabb korosztályban (harmadik-negyedik évtized) fordulnak elő, szükségessé vált olyan műtéti technikák kidolgozása, amelyek onkológiailag megfelelő tumorkontroll mellett megőrzik a gerinc stabilitását, a kisízületet kevésbé destruálják.

A hemilaminectómiás és a részleges hemilaminectómiás technikák előnyei jól ismertek (Eggert és mtsai 1983, Chiou és mtsai 1989, Yasargil és mtsai 1991, Sarioglu és mtsai 1997, Koch-Wiewrodt és mtsai 2007, Banczerowski és mtsai 2008a), a fő cél a mechanikailag fontos csontos struktúrák további megőrzése volt. A minimális invazivitás alapelvét követve és figyelembe véve, abból a célból, hogy a kisízületeket minél nagyobb mértékben megkíméljük, az ún. „szupraforaminális fűrt lyuk” technikát fejlesztettük ki és alkalmaztuk a hemi-semilaminectomia kiegészítéseként az *intraforaminális tumorkomponens explorációjához*.

I/I/5.2. Anyag és módszer

Az eljárást 2006-2008 között 7 betegen alkalmaztuk, akik közül 4 betegnek schwannomája, 3 betegnek neurofibromája volt. A betegek leggyakoribb preoperatív tünetei és panaszai a kisugárzó fájdalom, végtagzsibbadás- és gyengeség volt, amely megfelelt az érintett gerincvelői szegmentum, ideggyök ill. myelopathia tüneteinek.

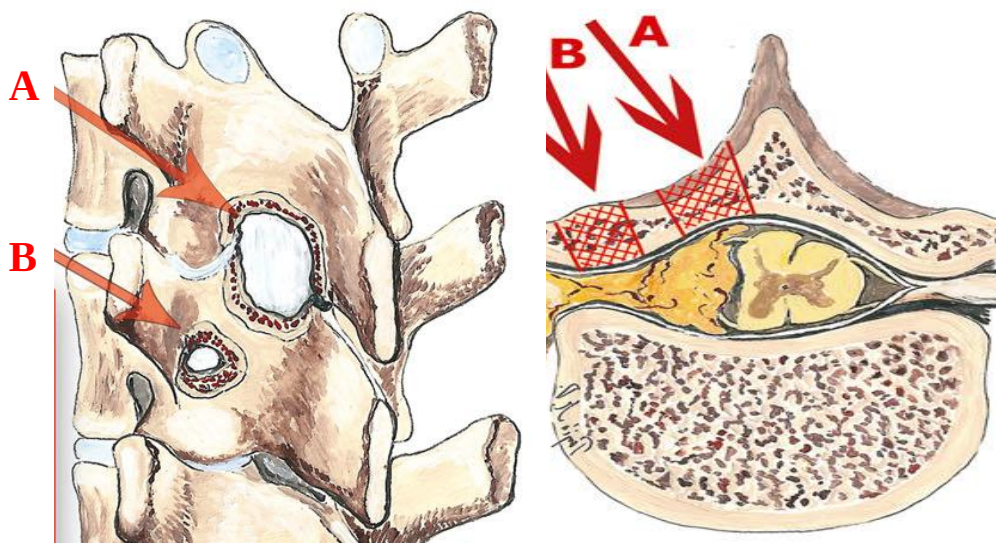
A műtét előtt minden esetben MR- és CT vizsgálat készült. A „szupraforaminális fűrt lyuk” technikával végzett műtétek során a C3 gyök 3 esetben, a C5 gyök 2 esetben, a C4 és C6 gyökök egy-egy esetben voltak érintettek. 4 nő és 3 férfi betegnél alkalmaztuk a technikát, az átlagos életkor 45,4 év volt (tartomány: 29-67 év) a műtét időpontjában.

A műtét után két és hat hónappal minden esetben MR- és CT vizsgálatot végeztünk a műtét eredményének kontrollálása, valamint a csontos struktúrák ellenőrzése céljából. Ezt követően évente vagy állapotváltozástól, illetve neurológiai állapottól függően történt ismételt MR vizsgálat. Az instabilitás megítélésére funkcionális oldalirányú gerinc-röntgenvizsgálatokat végeztünk.

Technika: A canalis spinalisban lévő tumorrész az ismertetett hemi-semilaminectomiás feltáráson keresztül kerül eltávolításra.

Az ún. „szupraforaminális fűrt lyuk” technika során a kóros elváltozás magasságában elvégzett hemi-semilaminectomia mellett laterálisan, az ízület mediális részén fűrünk egy, az ideggyökcsatornába nyíló 5-7 mm-es lyukat, amelyen keresztül a foramenbe terjedő

daganatrész eltávolítható. Ezen technikával a kisízület nagy része hatékonyabban megkímélhető (16. ábra).



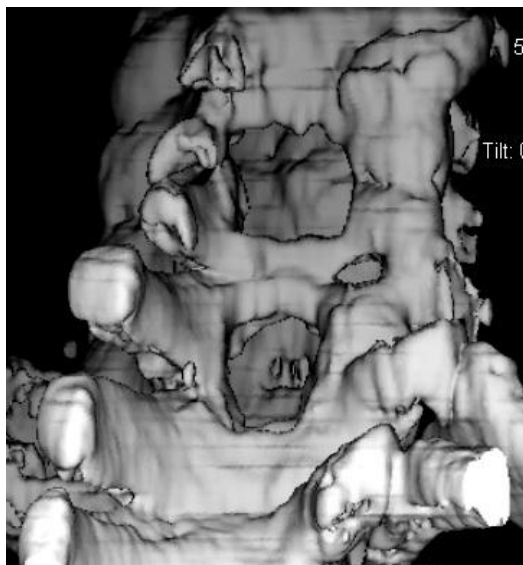
16. ábra. A sematikus ábrák a hemi-semi laminectomiával (A) kombinált „szupraforaminális fűrt lyuk” (B) technikát mutatják be felülnézetből (bal) és axiális átmetszeti képen (jobb).

I/I/5.3. Eredmények

A kombinált feltáráson keresztül lehetséges volt a daganatok eltávolítása a „key hole” elv alapján (15. B ábra), így az alkalmazott feltárás (17., 18. ábra) minden esetben alkalmas volt a gerinccsatornában és az idegyökcsatornában elhelyezkedő kóros elváltozások műtéti megoldására. A feltárás nem befolyásolta a tumor eltávolítását, valamint a neurológiai kimenetelt. Az eljárás alkalmazásakor a betegek preoperatív tünetei és panaszai javultak vagy megszűntek a követési időszak alatt, egy eset kivételével, amikor a kisugárzó fájdalom változatlan maradt a szenzoros idegrost érintettsége miatt. Az átlagos utánkövetési időtartam 9 hónap volt (tartomány: 6-13 hónap). Az átlagos kórházban eltöltött idő 6,2 nap volt (tartomány: 5-8 nap).

Minden betegnél teljes tumor eltávolítás volt elérhető, kivéve egy esetet, ahol részleges eltávolítás történt a C6 gyök funkcionális megkímélése miatt, mivel a gyök nem volt jól elválasztható a tumortól. A nyomonkövetés során egy esetben sem igazolódott a gerincoszlop instabilitására vagy deformitásra utaló jel (Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2009b, Banczerowski és mtsai 2009c).

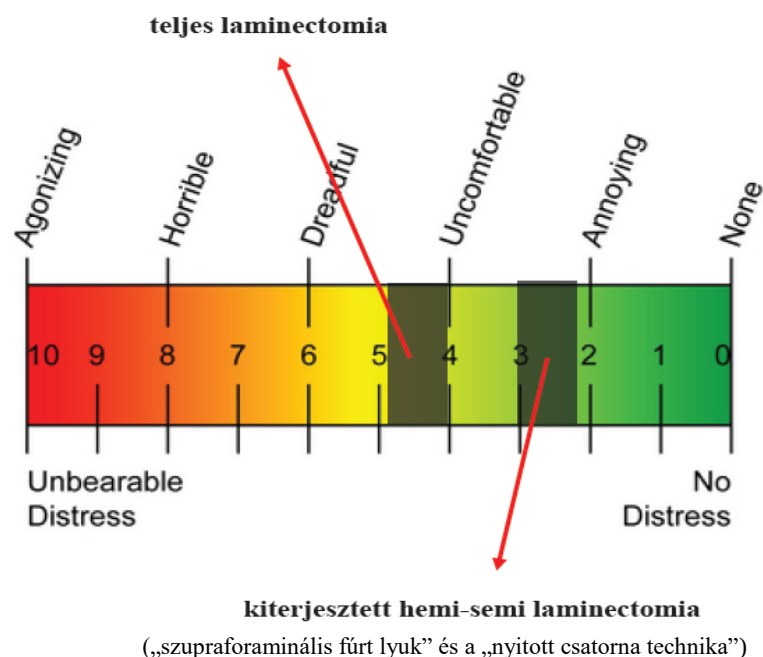
A betegek kisebb mértékű fájdalomra panaszkodtak, amelyet az ún. VAS (visual analog scale) skálán mértünk a beavatkozást követően (**19. ábra**). A **19. ábrán** látható, hogy míg a kontroll csoportként vizsgált teljes laminectomián átesett betegek a műtétet követő napokban intenzívebb fájdalomra panaszkodtak, addig a kombinált hemi-semi laminectomia esetén ez a fájdalom kisebb mértékű volt.



17. ábra. Hemi-semi laminectomiával kombinált „szupraforaminális fűrt lyuk” 3D CT felvételen.



18. ábra. Posztoperatív axiális CT felvételek a hemi-semi laminectomiát mutatják (A), „szupraforaminalis fűrt lyuk” (B) mindkettő egy ábrán (C) a nyaki régióban (CIII).



19. ábra. VAS skála a teljes laminectomiával és a kiterjesztett hemi-semi laminectómiával („szupraforaminális fűrt lyuk” és a „nyitott csatorna technika”) végzett műtét utáni posztoperatív fájdalom mértékét ábrázolja.

(VAS skála forrás: <http://ergonomics.about.com/od/ergonomicbasics/ss/painscale.htm#step1>)

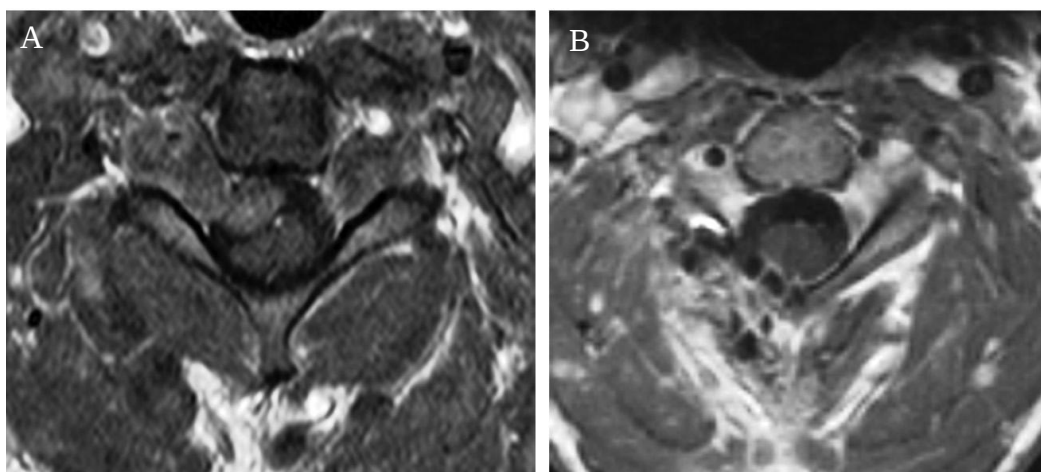
I/I/5.4. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a gerinccsatornában elhelyezkedő, intraforaminálisan terjedő térfoglaló folyamatok eltávolítását hemi-semi laminectomiás féloldali feltárás és „szupraforaminális fűrt lyuk” technika alkalmazásával, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására ezt követően vált új alkalmazott módszerré az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben (Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2009b, Banczerowski és mtsai 2009c, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013a, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I/6. A canalis spinalisból intraforaminálisan és extraforaminálisan terjedő daganatok kombinált feltáráson keresztüli eltávolítása (a hemi-semi laminectomia és az ún. „nyitott csatorna” módszer)

I/I/6.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Korábban említésre került, hogy a neurogén eredetű (90%-ban schwannoma) tumorok az esetek mintegy 15-25%-ában a gerinccsatornából a neuroforamenbe vagy a neuroforamenen keresztül a paraspinalis régióba terjednek (homokóratumor) (20. A ábra), vagy a tumor nagyrészt extraforaminálisan helyezkedik el és a foramenben figyelhető meg a kisebb tumorrész. A célunk olyan technika fejlesztése volt, amely megkíméli a mechanikai szempontból fontos csontos struktúrákat és kisízületeket. A minimális invazivitás alapelvét követve és figyelembe véve, hogy a kisízületeket minél nagyobb mértékben megkíméljük, a részleges laterális facetectomia technikát alkalmaztuk a hemi-semi laminectomia kiegészítéseként az *extraforaminális tumorkomponens explorációjához*. Ekkor alkalmazható az ún. „nyitott csatorna” technika, amelyet hemi-semi laminectomiával együtt vagy anélkül alkalmazunk.



20. ábra. Axiális T1 súlyozott MR felvételek kontrasztanyag adása után mutatják a homokóra neurofibromát a nyaki régióban (CII) műtét előtt (A) és után, valamint a hemi-semi laminectomiát és a „nyitott csatorna” feltárást (B).

I/I/6.2. Anyag és módszer

A „nyitott csatorna” technikát 2006-2008 között 9 páciensen (5 nő és 4 férfi) alkalmaztuk, 6 betegnél schwannoma, 3 betegnél neurofibroma igazolódott. A betegek átlagos életkora 41,8 év volt (tartomány: 19-64 év) a műtét időpontjában. A leggyakoribb preoperatív tünet ill. panasz a kisugárzó fájdalom, végtagzsibbadás és gyengeség volt, amely megfelelt az érintett gerincevelői szegmentum, ideggyök, ill. a kialakult myelopathia tünettának.

A műtét előtt minden esetben MR- és CT vizsgálat készült.

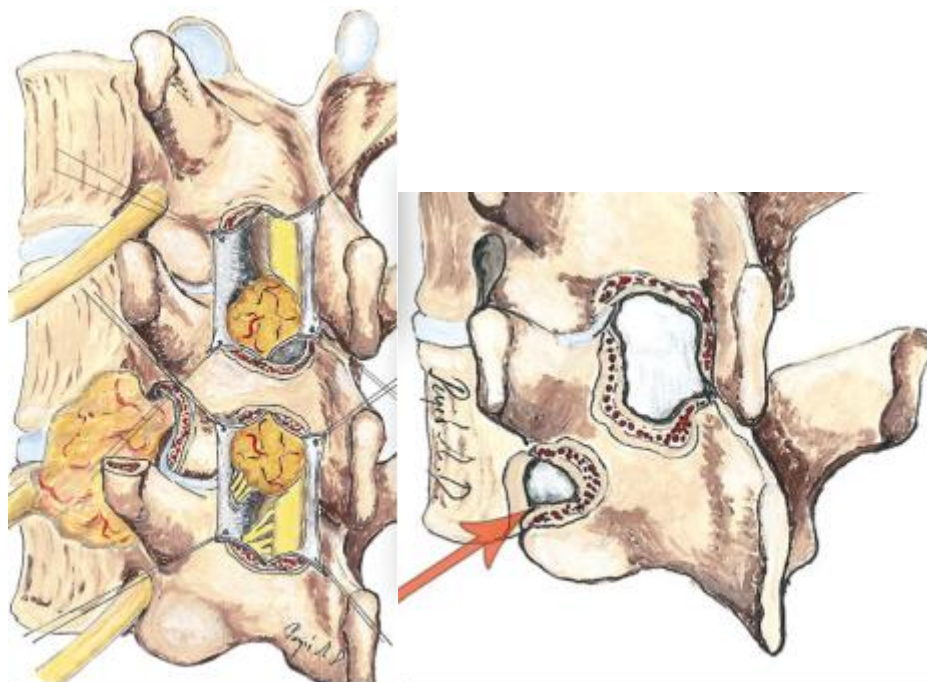
A „nyitott csatorna” módszerrel végzett operációk során a C3 gyök 3 esetben, a C2 és C4 gyökök 2 esetben, a C5 és C6 gyökök pedig 1 esetben voltak érintettek.

A műtét után két és hat hónappal minden esetben MR- és CT vizsgálatot végeztünk a műtét eredményének kontrollálása, valamint a csontos struktúrák ellenőrzése céljából. Ezt követően évente vagy állapotváltozástól, illetve neurológiai állapottól függően történt ismételt MR vizsgálat. Az instabilitás megítélésére funkcionális oldalirányú gerinc-röntgenvizsgálatokat végeztünk.

Technika: Ebben az esetben a forament a két végéről közelítjük meg úgy, hogy az eredeti hemi-semi laminectomia mellett az érintett foramen külső járatánál a kisízület laterális részét részben elfúrjuk, így megfelelő tér nyerhető az intraforaminális daganat kétoldalról a „csatornán keresztül” történő eltávolításához, a kisízület eltávolítása nélkül (**21. ábra.**).

I/I/6.3. Eredmények

A kombinált feltáráson keresztül (**22., 23. ábra.**) lehetséges volt a daganatok eltávolítása a „key hole” elv alapján. A hemi-semi laminectomia egy "kulcslyuk" koncepción alapuló feltárás a gerinccsatorna ürteréhez, amely megfelelő rálátást, manipulációs-, egyúttal sebészi megoldási lehetőséget biztosít a benne elhelyezkedő tumorok tekintetében. A kiegészítő részleges laterális facetectomia egy további "kulcslyuk" megközelítés, amely a neuroforament nyitja meg kívülről a tumor eltávolításához.

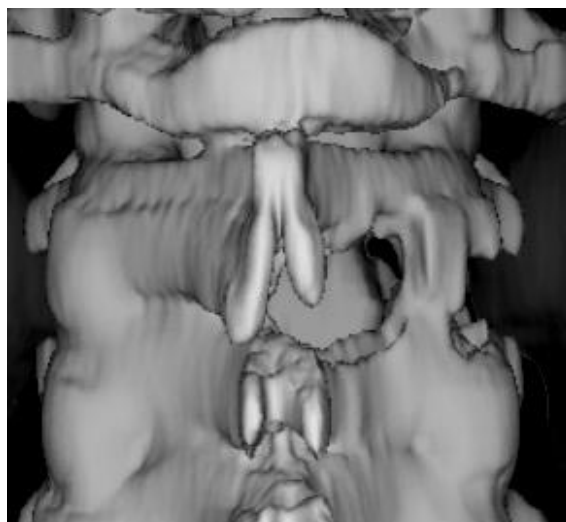


21. ábra. A sematikus ábrák a hemi-semi laminectomiával kombinált „nyitott csatorna” (nyíl) technikát mutatják be felülnézeti képeken.

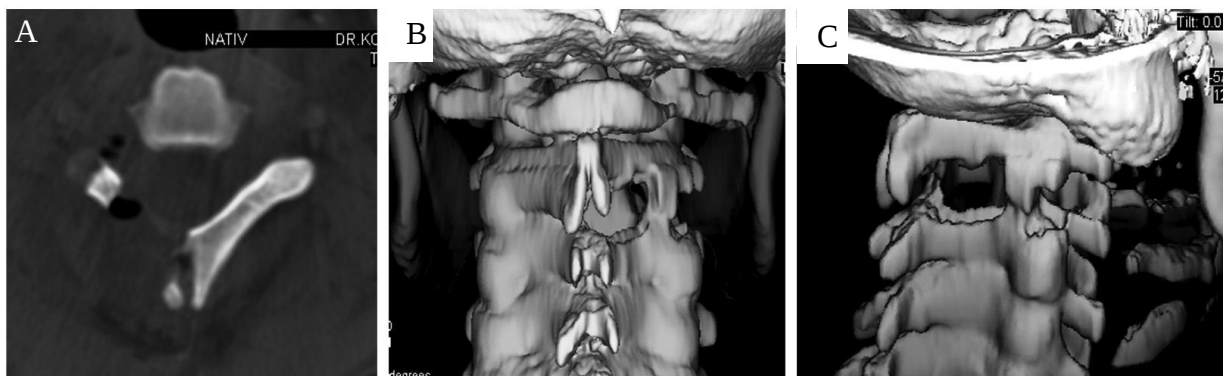
A feltárás minden esetben megfelelő nagyságú volt ahhoz, hogy operációs mikroszkóp alatt a neuroforamen belső és külső részén át a "csatornán" keresztül a léziót eltávolítsuk a rostok megkímélése mellett. A feltárás nem befolyásolta a tumor eltávolítás mértékét, illetve a neurológiai kimenetelt. A betegek neurológiai állapota minden esetben javult vagy nem változott. Teljes tumor eltávolítás volt lehetséges minden esetben (**20. B ábra.**).

Az átlagos utánkövetési idő 12 hónap volt (tartomány: 8-18 hónap). Az átlagos kórházi benntartózkodás 6,7 nap volt (tartomány: 5-9 nap). A betegek kisebb mértékű fájdalomra panaszkodtak, amelyet az ún. VAS (visual analog scale) skálán mértünk (**19. ábra**). A **19. ábrán** látható, hogy míg a kontroll csoportként vizsgált teljes laminectomián átesett betegek a műtétet követő napokban intenzívebb fájdalomra panaszkodtak, addig a kombinált hemi-semi laminectomia esetén ez a fájdalom kisebb mértékű volt.

A nyomonkövetés során nem igazolódott a gerincoszlop instabilitására vagy deformitásra utaló jel (Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2009c, Banczerowski és mtsai 2014a).



22. ábra. Hemi-semi laminectomiával kombinált „nyitott csatorna” technika 3D CT felvételen.



23. ábra. Posztoperatív axiális CT felvétel (A) és 3D rekonstrukciós képek dorzális (B) és laterális (C) nézetből mutatják a hemi-semi-laminectomiát és a részleges laterális facetectomiát, a "nyitott csatorna" megközelítést a nyaki régióban (CII).

I/I/6.4. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a gerinccsatornában elhelyezkedő, extraforaminálisan terjedő térfoglaló folyamatok eltávolítását hemi-semi laminectomiás féloldali feltárás és a „nyitott csatorna” *technika* alkalmazásával, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására jelenleg is alkalmazott új módszer az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben (Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2009c, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013a, Banczerowski és mtsai 2014a, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I/7. Split laminotomia és az ún. „archbone” technika

I/I/7.1. Bevezetés és irodalmi háttér

A kórfolyamatok egy része a gerinccsatornában extra- vagy intradurálisan dorzálisan (pl. epidurális haematoma, tályog) a középvonal közelében, illetve intramedullárisan helyezkedik el (24. A, 25. A ábra).

Korábban a laminectomy volt a legáltalánosabban végzett feltárási mód ezen kórfolyamatok megközelítésére, amelynek hátrányos következményei széles körben ismertté váltak és bemutatásra kerültek (Pear 1972, Jacobs és mtsai 1980, Yasuoka és mtsai 1982, Katsumi és mtsai 1989, Iida és mtsai 1990, Papagelopoulos és mtsai 1997, Yeh és mtsai 2001, Wiedermayer és mtsai 2004).

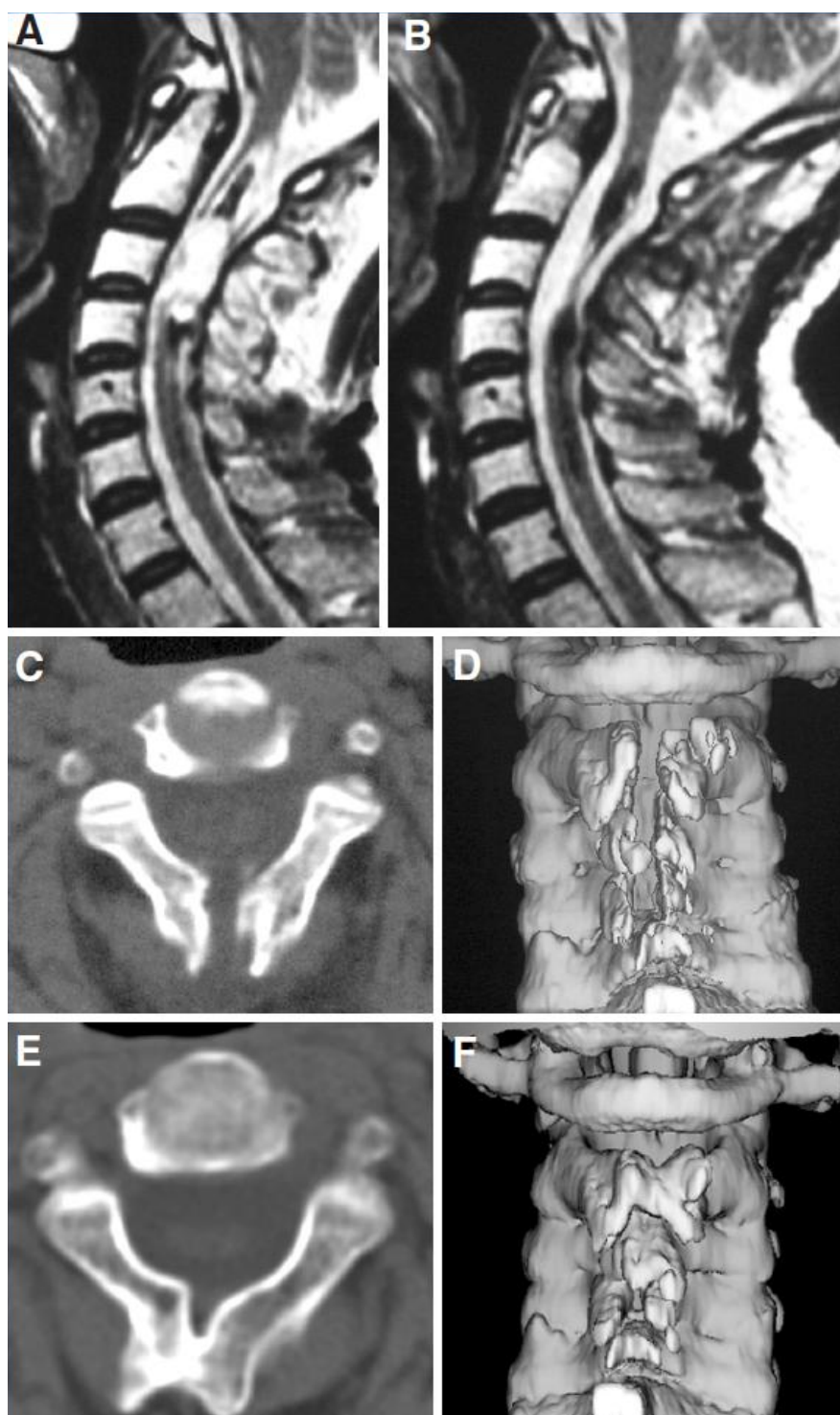
A minimális invazivitás és a gerincstabilizáló izmok minél nagyobb mértékben való megőrzésének elvét követve, a split laminotomia technika került kifejlesztésre a gerinccsatornában a középvonalban hosszában elhelyezkedő elváltozások eltávolításához. A módszert először gyermek esetekben alkalmazták sikeresen (Bognár és mtsai 2004).

A középvonalas *split laminotomia* ezen kórfolyamatok, illetve döntően azon *intramedullárisan elhelyezkedő* léziók eltávolítására alkalmazott feltárási módszer, amelyek a dorzális gerincvelő felszínének közelében lokalizálódnak (pl. cavernoma, haemangioblastoma), vagy dorzális myelotomián át érhetőek el.

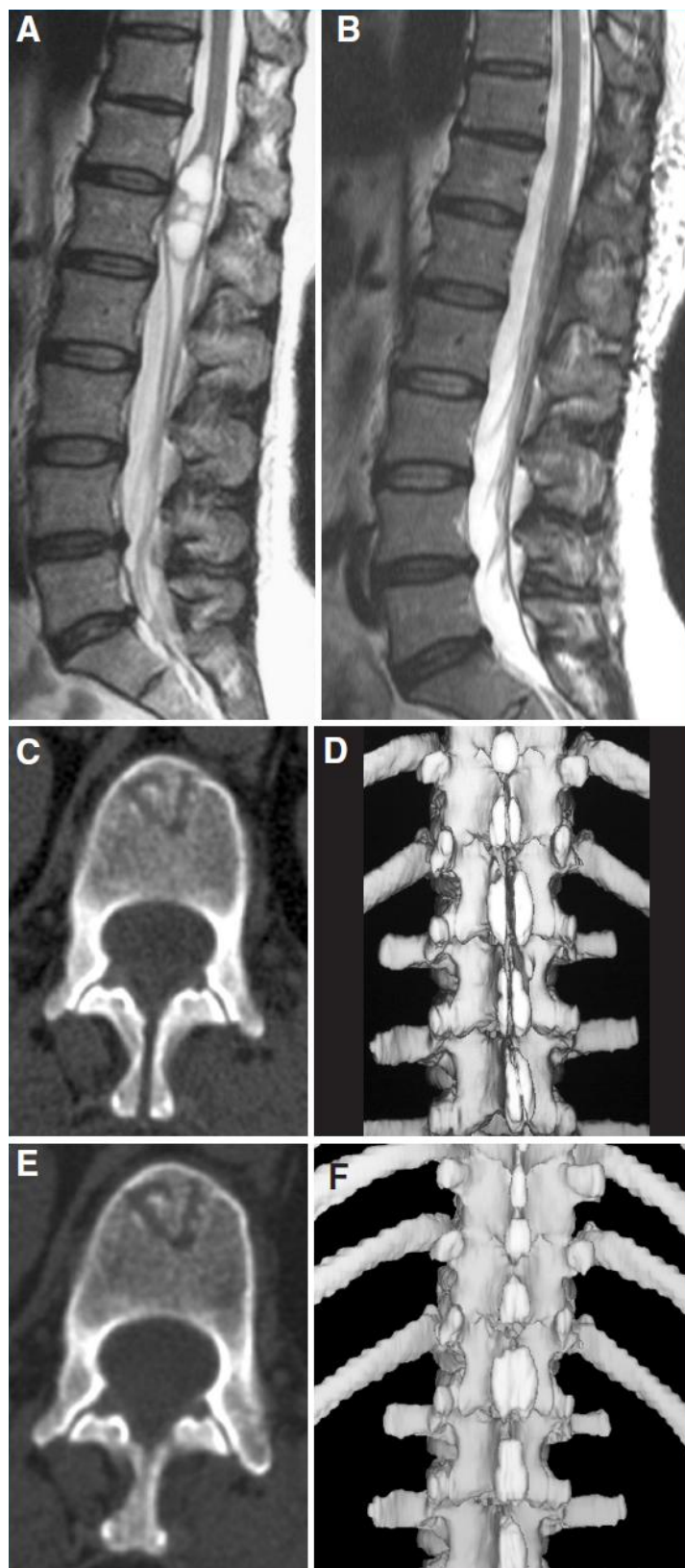
A módszer fő előnye, hogy izomleválasztás egyik oldalon sem történik, a csontelvétel minimális, a gerinc dorzális struktúráinak anatómiai viszonyai nagymértékben rekonstruálhatóak, így a gerinc dorzális stabilizátorai nagyobb mértékben megkímélhetőek.

Diffúz infiltratív kórfolyamatok esetében, amennyiben a tumor csak részlegesen távolítható el vagy csak biopszia vétele lehetséges - tehát a térszűkület csak időlegesen oldható meg - a gerinccsatorna tágassága megnövelhető a kettévágott processus spinosusok közé ékelt csípőcsont grafftal.

A technika a nyaki, háti, valamint az ágyéki gerincszakaszon egyaránt alkalmazható.



24. ábra. Sagittális T2 súlyozott MR felvétel intramedulláris ependymomát ábrázol a nyaki régióban (CIII) a műtét előtt (A) és a posztoperatív viszonyokat 3 évvel a tumor eltávolítását követően (B). A posztoperatív axiális CT felvételek és a 3D rekonstrukciós képek a split laminotomiát ábrázolják a műtét után (C-D), valamint a csontosodás folyamatát 3 évvel később (E-F).



25. ábra. Sagittális T2 súlyozott MR felvétel intramedulláris ependymomát ábrázol a thoraco-lumbalis régióban (Th XII-LI) a műtét előtt (A) és a posztoperatív viszonyokat 1 évvel a tumor eltávolítását követően (B). A posztoperatív axiális CT felvételek és a 3D rekonstrukciós képek a split laminotomiát ábrázolják a műtét után (C-D), valamint a csontosodás folyamatát 1 évvel később (E-F).

I/1/7.2. Anyag és módszer

A több szegmentumra kiterjedő split laminotomiás technikát 2000-2006 között kiegészítő csípőcsont graft behelyezésével vagy anélkül 19 betegen alkalmaztuk, akik közül 7 betegnek intramedulláris astrocytomája, 8 betegnek ependymomája, 2 betegnek cavernomája, 1-1 betegnek durális arterio-venosus fistulája, illetve haemangioblastomája volt (a betegek klinikai adatait az **5. táblázat** foglalja össze). A kórfolyamatok 7 esetben a nyaki gerinc, 4 esetben a cervico-thoracalis átmenet, 5 esetben a thoracalis és 3 esetben a thoraco-lumbális szakaszon helyezkedtek el. 9 nő és 10 férfibeteget vizsgáltunk, az átlagos életkor 48 év volt (tartomány: 32-64 év) a műtét időpontjában.

A műtét előtt minden esetben MR- és CT vizsgálat készült.

A betegek funkcionális állapotát a műtét előtt, majd utána félévente - az MR vizsgálatok időpontjában - a McCormick osztályozás szerint felmértük (McCormick és mtsai 1990).

Funkcionális értékelés során a következő csoportokat állítottuk fel:

Grade I (neurológiailag enyhe fokális deficit, amely nem érinti szignifikánsan az érintett végtag funkcióját, a járás normális);

Grade II (sensoromotoros deficit jelenléte, amely szignifikánsan érinti az érintett végtag funkcióját, enyhe-közepes járás nehezítettség, de a beteg önállóan képes járni);

Grade III (komoly deficit, a páciens kerekesszéket vagy egyéb segédeszközt igényel, önellátásra képtelen).

A daganateltávolítás mértékét a műtét után készült MR igazolta. Ezt követően a tumor esetleges kiújulásának vagy a visszamaradt daganat nyomonkövetése céljából három és hat hónap múlva ismételt MR felvétel készült. A vizsgálatot megismételtük félévente, ill. ha a beteg neurológiai állapota vagy a szövettani vizsgálat eredménye szükségessé tette.

A csontos változások követésére minden betegről posztoperatív CT vizsgálat készült, amit kettő, hat és tizenkét hónap múlva megismételtünk.

A betegek következő csoportját az előző vizsgálat lezárultát követően operáltuk. A többszörös processus spinosusokat szétválasztó (split laminotomia) technikát alkalmaztuk, kiegészítő auto- vagy allograft behelyezésével vagy anélkül 38 beteg esetében, akiknél intramedulláris kórfolyamatot diagnosztizáltunk a gerincvelő különböző régióiban.

18 nő és 20 férfi beteget vizsgáltunk, átlagos életkor 51,6 év volt (tartomány: 38-63 év) (6. táblázat). Funkcionális értékelést (McCormick) végeztünk a pre- és posztoperatív időszakban, illetve az MR kontroll felvételekkel egyidőben. Három és hat hónap múlva ismételt MR felvétel készült. A vizsgálatot megismételtük félévente, ill. ha a beteg neurológiai állapota vagy a szövettani vizsgálat eredménye szükségessé tette.

A csontos változások követésére minden betegről posztoperatív CT vizsgálat készült, amit kettő, hat és tizenkét hónap múlva megismételtünk.

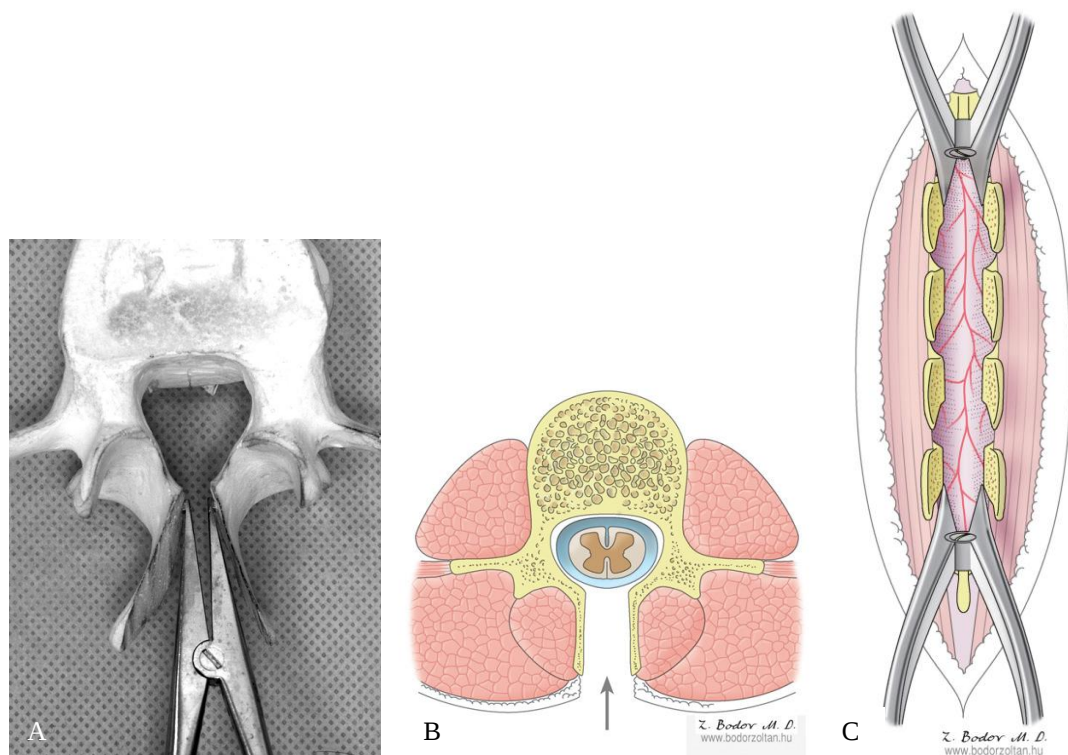
5.táblázat A split laminotomián átesett betegek klinikai adatai (első csoport)

Eset szám	Nem	Kor év	Elhelyezkedés	Szövettan	Sebési Technika	A resectio kiterjedése	Funkcionális állapot (McCormick oszt.)	
						MRI alapján	műtét előtt	műtét után
1.	ffi	32	Cervicalis	Astrocytoma, Grade I	Split	Teljes	I	I
2.	ffi	47	Cervicalis	Astrocytoma, Grade II	Split	Subtotalis	II	II
3.	nő	34	Cervicalis	Astrocytoma, Grade II	Split és graft	Részleges	I	II
4.	nő	58	Cervicalis	Ependymoma	Split	Teljes	I	I
5.	nő	59	Cervicalis	Ependymoma	Split	Teljes	II	I
6.	ffi	46	Cervicalis	Ependymoma	Split és graft	Részleges	II	III
7.	nő	34	Cervicalis	Cavernosus haemangioma	Split	Teljes	I	I
8.	ffi	55	Cervicothoracalis	Astrocytoma, Grade II	Split	Teljes	I	I
9.	nő	37	Cervicothoracalis	Astrocytoma, Grade II	Split és graft	Részleges	III	III
10.	ffi	64	Cervicothoracalis	Ependymoma	Split	Teljes	II	II
11.	ffi	44	Cervicothoracalis	Ependymoma	Split és graft	Részleges	I	I
12.	nő	51	Thoracalis	Astrocytoma, Grade III	Split és graft	Részleges	II	III
13.	ffi	59	Thoracalis	Ependymoma	Split	Teljes	II	II
14.	ffi	31	Thoracalis	Cavernosus haemangioma	Split	Teljes	II	I
15.	nő	44	Thoracalis	Haemangioblastoma	Split	Teljes	II	I
16.	nő	52	Thoracalis	Duralis AVM	Split	Teljes	III	II
17.	ffi	58	Thoracolumbalis	Astrocytoma, Grade III	Split és graft	Részleges	III	III
18.	ffi	45	Thoracolumbalis	Ependymoma	Split	Teljes	I	I
19.	nő	62	Thoracolumbalis	Ependymoma	Split	Teljes	II	I

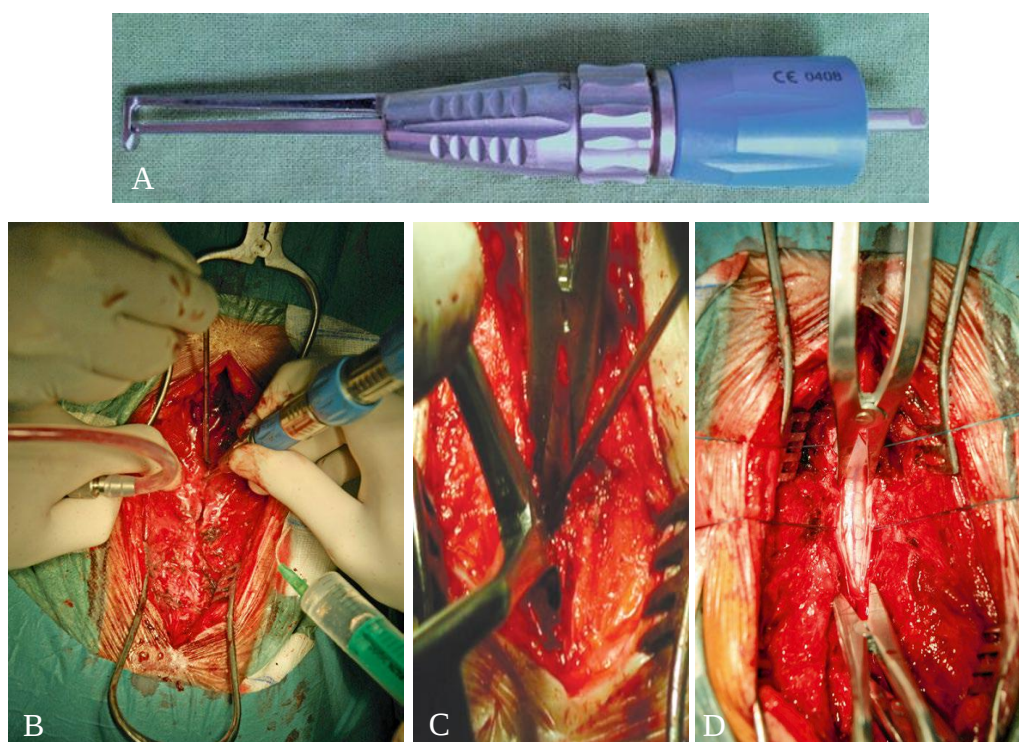
6.táblázat A split laminotomián átesett betegek klinikai adatai (második csoport)

Esetszám	Kor/Nem	Szövettan	Resectio kiterjedése	Split ívek száma	Csoport	Funkcionális állapot műtét előtt	Funkcionális állapot műtét után
1.	44/ffi	Astrocytoma Gr.III.	részleges	3	II/A	II	II
2.	59/ffi	Ependymoma	teljes	4	I	II	I
3.	47/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
4.	55/nő	Astrocytoma Gr.II.	subtotalis	5	I	III	III
5.	61/nő	Astrocytoma Gr.III.	részleges	3	II/A	I	II
6.	44/nő	Ependymoma	részleges	3	II/A	I	I
7.	52/ffi	Astrocytoma Gr.II.	részleges	5	II/A	II	II
8.	61/ffi	Astrocytoma Gr.I.	teljes	6	I	II	II
9.	46/ffi	Ependymoma	részleges	3	II/A	I	II
10.	55/nő	Cavernoma	teljes	3	I	II	I
11.	49/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
12.	58/ffi	Astrocytoma Gr.II.	részleges	3	I	II	III
13.	38/ffi	Astrocytoma Gr.I.	teljes	4	I	I	I
14.	57/ffi	Ependymoma	részleges	5	II/A	II	II
15.	56/nő	DAVF	elzárva	3	II/A	II	I
16.	48/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
17.	43/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
18.	60/nő	Astrocytoma Gr.III.	részleges	3	II/A	II	II
19.	55/ffi	Cavernoma	teljes	5	I	I	I
20.	47/nő	Cavernoma	teljes	3	I	I	I
21.	52/ffi	Ependymoma	teljes	3	I	I	I
22.	59/ffi	Astrocytoma Gr.II.	teljes	3	I	II	II
23.	52/nő	Ependymoma	teljes	5	I	I	I
24.	43/ffi	Astrocytoma Gr.III.	részleges	6	II/A	II	II
25.	46/nő	AVM	eltávolítva	3	II/B	I	I
26.	57/ffi	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
27.	54/ffi	Haemanglioblastoma	teljes	3	I	II	II
28.	47/nő	Astrocytoma Gr.II.	teljes	5	I	II	III
29.	59/nő	Astrocytoma Gr.III.	részleges	3	II/B	II	II
30.	56/ffi	Ependymoma	teljes	3	I	I	I
31.	47/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	I
32.	41/ffi	Astrocytoma Gr.II.	részleges	5	I	II	III
33.	50/nő	Astrocytoma Gr.II.	részleges	4	II/B	II	III
34.	57/ffi	DAVF	elzárva	3	II/B	I	I
35.	52/ffi	Astrocytoma Gr.III.	részleges	5	II/B	II	III
36.	45/ffi	Ependymoma	teljes	6	I	I	I
37.	61/nő	Ependymoma	teljes	6	I	I	I
38.	44/ffi	Ependymoma	teljes	4	I	I	I

Technika: Ülő vagy hasonfekvő helyzetben a bőrt, a fasciát és a supraspinosus ligamentumot átvágjuk. Az interspinosus ligamentumot hosszirányban szétválasztjuk, középen a ligamentum flavumot elvesszük és látótérbe hozzuk a középvonalban az epidurális teret. Ezután a processus spinosusokat oszcillációs fűrésszel vagy craniotómmal kettévágjuk a középvonalban, majd Cloward típusú retraktorokkal szétfeszítjük (26. ábra). A retraktorokat közvetlenül a dura fölé, az ívek belső cortikálisának megfelelően helyezzük el és két retraktorral lépésről-lépésre feszítjük szét az íveket (27. ábra). Ezután a dura látótérbe kerül, amelynek megnyitását követően a konvencionális műtéti stratégia mikroszkóp alatt kivitelezhető.

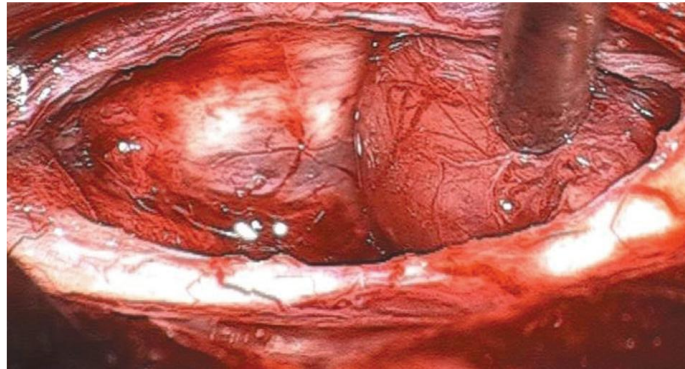


26. ábra. A makett (A), az axiális (B) és a sagittális illusztráció (C) mutatja a Cloward típusú retractorokkal szétválasztott processus spinosusokat.



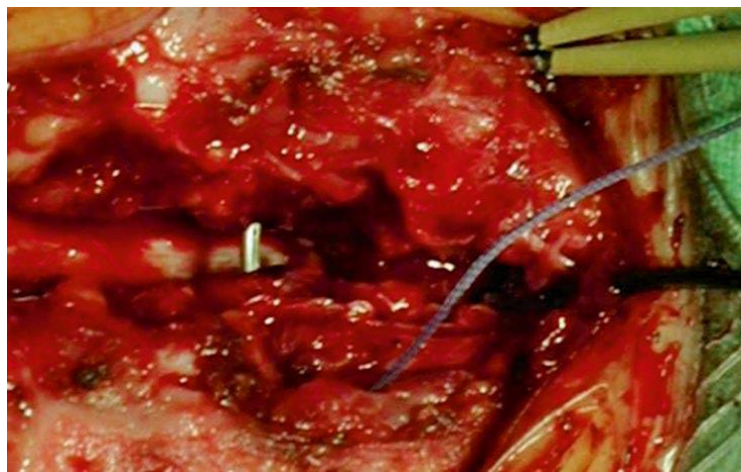
27. ábra. A split laminotomia elkészítéséhez speciális, hosszabb pengéjű craniotom szükséges (A). Az intraoperatív fénykép a split laminotomia készítését (B), a processus spinosusoknak a Cloward retractorokkal a lépésről-lépésre történő (C), majd a végső szétterpesztését mutatja be (D). A dura nyitva.

Hasonló alapelvet alkalmaztunk ependymomák és astrocytomák esetén. A cleavage felszín azonosításához először a tumor méretét intratumorálisan csökkentettük (debulking). Addig folytattuk a tumor rezekcióját, amíg tisztán meg tudtuk különböztetni a tumoros és normális határoló gerincvelői felszínt (**28. ábra**). Hemangioblastomákat és cavernomákat egyben (en bloc) távolítottuk el és bipoláris koagulációt alkalmaztunk a lézió zsugorítására, valamint a vérzés csökkentésére.



28. ábra. Intraoperatív fénykép az ependymoma eltávolítását mutatja operációs mikroszkóp alatt.

A durazárás vagy varrattal vagy a durális felszínre helyezett liodurával és szövetragasztóval történik. Ezt követően az ívek a retraktorok eltávolítását követően záródnak, amelyeket öltésekkel egyesítünk (**29. ábra**).



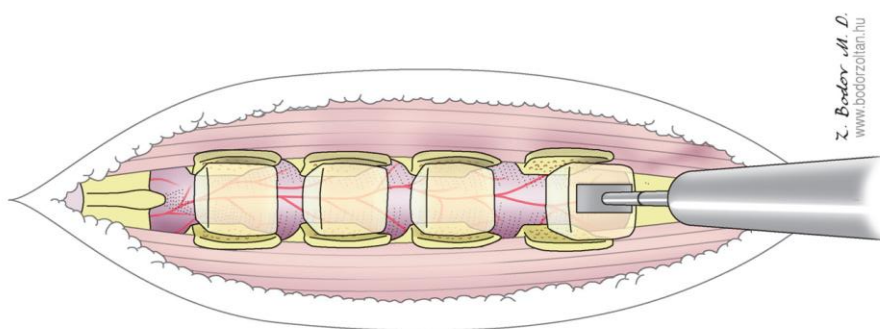
29. ábra. Intraoperatív fénykép az ívek egymáshoz történő zárását mutatja.

Amennyiben az intramedulláris tumor eltávolítása teljes egészében nem lehetséges (diffúz infiltratív tumor), az intraspinális tér megnagyobbítása, csontos dekompresszió válik szükségessé.

Amennyiben az íveket nyitva akarjuk hagyni - a gerinccsatorna tágítása céljából - abban az esetben saját csípőcsont tricortikális graftokat helyezünk a kettévágott processus spinosusok közé (**30. ábra**), hasonló módon, mint a nyaki porckorongsérvtől eltávolítását követően a csigolyatestek közé.

A technika a nevét építészeti hasonlat alapján általunk kapta. A graftok úgy illeszkedtek a processus spinosusok közé, mint a zárókő egy boltívbe („archbone” - saját elnevezés). A graft behelyezése után a Cloward-retraktorokat eltávolítottuk.

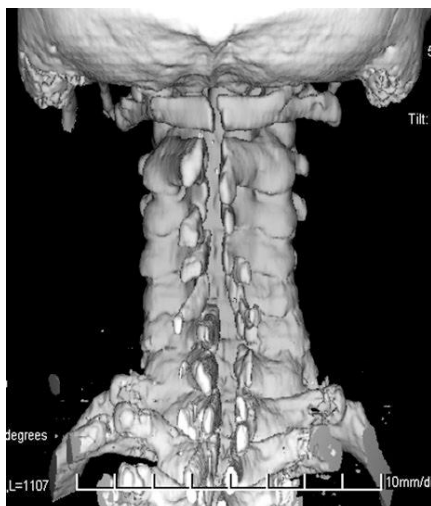
A csontgraftokat a processus spinosusokon keresztül és a grafton át vezetett öltéssel rögzítjük (ugyanakkor a záródó processus spinosusok között lévő szorítóerő a graftot helyben rögzíti).



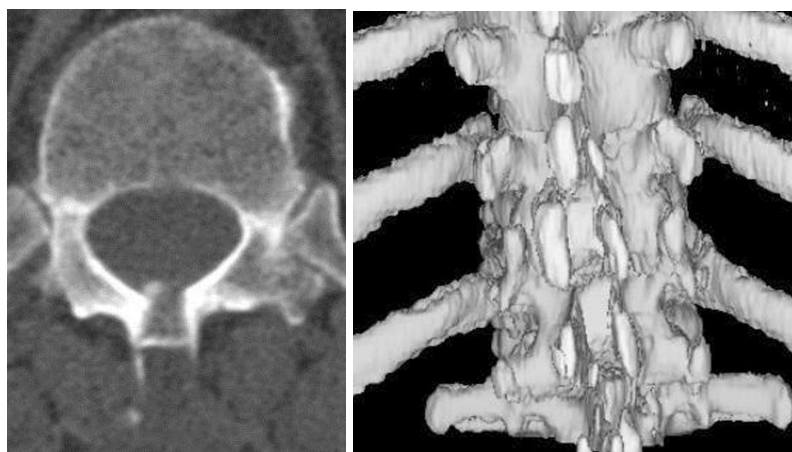
30. ábra. Az illusztráció a split laminotomiát ábrázolja, valamint a szétválasztott ívek közé helyezett saját csípőcsont graftokat, amelyekkel a gerinccsatorna tágítása érhető el.

I/I/7.3. Eredmények

Átlagosan 3 split laminotomia készült (2-6 között) betegenként. A processus spinosusok 13 esetben direktan lettek zárva (**24. C, D, 25. C, D, 31. ábra**), míg 6 esetben csontgraft közbeiktatásával történt a zárás (**32. ábra**). Az átlagos utánkövetési idő 15,4 hónap volt (tartomány: 8-36 hónap). 1 beteg halt meg 8 hónappal a műtéti beavatkozás után a malignus szövettannal összefüggő progresszió miatt.



31. ábra. 3D CT rekonstrukciós felvételen a split laminotomia látható a nyaki és felső thoracalis gerincszakaszon.



32. ábra. A split és az ún. „archbone” technika a processus spinosusok közé helyezett saját csípőcsont távtartóval, amely a gerinccsatorna ürterének mérsékelt növelésére szolgál (axiális (bal) és 3D (jobb) CT).

A kórfolyamatok megfelelő szintű eltávolítása minden beteg esetében sikeres volt az új split feltárási technikával (tumoros esetekben addig folytattuk az eltávolítást, ameddig a tumor megfelelően eldifferenciálható volt a környező szövetektől, míg cavernoma és hemangioblastoma esetekben a teljes eltávolítást jelentette). A gerinccsatorna középvonali megnyitása biztosította a feltárást a "kulcslyuk" koncepció szerint és megfelelő rálátást tett lehetővé az intraspinalis térre. Operációs mikroszkóp alatt a műtéti terület elégséges volt a léziók eltávolításához. A tumor eltávolítás technikája nem különbözik számottevő mértékben a konvencionális stratégiától és az újonnan fejlesztett technika nem befolyásolja a rezekció

nagyságát. Az eltávolítás mértéke a megfelelő cleavage felszínen múlik, nem a feltáráson. A feltárás nem befolyásolta a tumor eltávolítást, sem a neurológiai kimenetelt.

A nyomonkövetés során nem igazolódott a gerincoszlop instabilitására vagy deformitásra utaló jel.

A szükséges műtéti idő viszonylagosan rövid. Az átlagos idő a bőrmetszéstől a dura látótérbe hozásáig 16 perc volt (tartomány 11–28 perc) az első szétválasztott processus spinosus esetében és 8 perc (tartomány: 5–14 perc) minden további processus spinosus esetében. A teljes műtéti idő átlagosan 159 perc volt (tartomány 90–290 perc). Az átlagos vérveszteség 158 ml (tartomány: 48–442 ml) volt, mivel az izmok leválasztása a feltárás során kiküszöbölhetővé vált. Egyetlen beteg sem szorult transzfúzióra.

Durasérülést egy beteg esetében tapasztaltunk, a korai időszakban, amikor oszcilláló fűrészt használtuk a processusok szétválasztásához, idegsérülés azonban nem alakult ki. Craniotóm használatával dura sérülést nem tapasztaltunk. Lumbális drainre nem volt szükség. Sebfertőzés nem alakult ki egyetlen esetben sem.

A csípőgraft beültetésén átesett betegek között a leggyakoribb szövődmény a donor csípőcsont körüli fájdalom volt. A 6 betegből kettő (33.33%) csípőtájéki sebkörnyéki fájdalmat észlelt, számottevő életminőség csökkenés nélkül. A másik 4 beteg esetében ilyen jellegű komplikációt nem tapasztaltunk. A fájdalmak átmenetiek voltak klinikai relevancia vagy reoperáció szükségessége nélkül. Hosszútávú komplikációkat nem tapasztaltunk.

A posztoperatív helyi fájdalom mértéke alacsony volt, elfogadható határon belül (a fájdalom súlyosságát nem mértük, az igényelt fájdalomcsillapító mennyisége kevesebb volt), amely korai mobilizációt tett lehetővé minden esetben. Az átlagos kórházban töltött idő 7,2 nap volt (tartomány: 5–14 nap).

A preoperatív funkcionális értékelés (McCormick) eredménye az ependymoma csoportban a következő volt: Grade I: 3/8 beteg; Grade II: 5/8 beteg; Grade III: 0/8 beteg. A betegek 62.5% -ában (n=5) a kezdeti tünetek változatlanok voltak; 25%-ban (n=2) javultak; 12.5%-ban (n=1) rosszabbodtak az első kontroll időpontjáig (műtét után 6 hónappal).

A preoperatív funkcionális értékelés (McCormick) eredménye az astrocytoma csoportban a következő volt: Grade I: 3/7 beteg; Grade II: 2/7 beteg; Grade III: 2/7 beteg. A

beteg 71.4%-ában (n=5) a kezdeti tünetek változatlanok voltak; 28.6%-ban (n=2) rosszabbodtak az első kontroll időpontjáig (műtét után 6 hónappal).

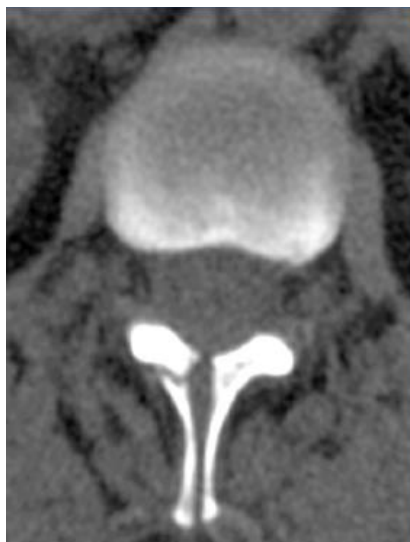
A klinikai és neurológiai tünetek javultak vagy nem változtak a cavernosus hemangioma és hemangioblastoma esetekben (**5. táblázat**).

A rezekció mértékének megállapításához minden beteg posztoperatív MR vizsgálaton esett át (**24. B, 25. B ábra**). 8 intramedulláris ependymoma esetből 6 daganat (75%) teljes eltávolításra került, 2 (25%) részlegesen lett eltávolítva a 2 hónapos posztoperatív MR felvételek értékelése szerint.

Hét intramedulláris astrocytoma esetből 2 tumor (28.7%) teljes eltávolításra került, 1 (14.3%) subtotalisan és 4 (57%) részlegesen lett eltávolítva a 2 hónapos posztoperatív MR felvételek értékelése szerint.

A cavernosus hemangioma és hemangioblastoma esetekben teljes eltávolítás volt elérhető (**5. táblázat**).

Az osteotomizált felszínek (grafttal vagy anélkül) 89.5%-a CT vizsgálattal igazoltan csontos fúziót mutatott (**24. C, D, 25. C, D ábra**). A processus spinosusok 15.8%-án mutatkozott törésvonal (**33. ábra**) és a csigolyatestek középvonalában az esetek 5.2%-ában jelentkezett törésvonallal járó traumás eltérés. Ezen traumás elváltozásoknak nem volt klinikai tünetük és később teljes csontos gyógyulást mutattak (Banczerowski és mtsai 2008b Banczerowski 2009a, Papp és mtsai 2010).



33. ábra. Posztoperatív axiális CT szelet a processus spinosus traumás törését mutatja.

A második vizsgálat sor eredményei

A split laminotomiát a gerinc különböző szintjein, a CIII és LI között végeztük távtartó behelyezéssel az ívek közé, vagy anélkül. 24 beteg esetében a szétválasztott processus spinosusokat közvetlenül zártuk egymáshoz a műtét végén (I. csoport). 9 esetben trikortikális csípő csontgraftot (II/A csoport) és 5 esetben heterológ Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) intervertebrális spacert (II/B csoport) alkalmaztunk a csontos felszínek között (**6. táblázat**).

A szétválasztott laminák száma 3 és 6 (átlag 4) között változott. Az átlagos utánkövetési idő 18.7 hónap volt (tartomány: 7-19 hónap).

A szövettani eredmények a következők voltak: 15 intramedulláris astrocytoma (Grade I [pilocytás astrocytoma], n:2; Grade II n:7; Grade III n:6), 16 ependymoma, 3 cavernosus hemangioma, 2 durális arteriovenosus fistula, 1 intramedulláris arteriovenosus malformáció és 1 hemangioblastoma. Az intramedulláris tumorok eltávolítása csak addig a határig történt (cleavage), míg egyértelműen megkülönböztethető volt a környező gerincvelői felszíntől. A teljes eltávolíthatóság csak a cleavage felszín azonosíthatóságán múltott és nem a sebészi feltáráson.

Az átlagos vérvesztés 110 ml (tartomány: 79–194 ml) volt, mivel az izmok tapadását megkíméltük, izom leválasztás nem történt, illetve az esetek egy részében elkerültük a második bőrmetszést a csípőcsont felett, valamint a csípőcsont graft vételét. Egyetlen beteg sem igényelt transzfúziót. Dura sérülést, idegképletek sérülését és sebfertőzést nem tapasztaltunk vizsgálatunkban.

A posztoperatív helyi fájdalom minimális volt, a VAS skála szerint elfogadható határokon belül (VAS: 2-5). Kis mennyiségű fájdalomcsillapító gyógyszer adagolására volt szükség, korai mobilizációt tudtunk megvalósítani minden esetben. A I. és a II/B csoportban, mivel graftot nem vettünk, csípőtáji fájdalom nem lépett fel. Az átlagos kórházi benntartózkodás 6 nap (tartomány: 5-7) volt.

A preoperatív funkcionális értékelés (McCormick és mtsai 1990) eredménye az astrocytoma csoportban a következő volt: Grade I: 2 páciens; Grade II: 12 páciens; Grade III: 1 páciens. A betegek 60%-ában (n=9), a kezdeti tünetek változatlanok voltak; 40%-ban (n=6) rosszabbodtak.

A preoperatív funkcionális értékelés (McCormick) eredménye az ependymoma csoportban a következő volt: Grade I: 14 beteg; Grade II: 2 beteg; Grade III: 0 beteg. A betegek 87,5%-ában (n=14), a kezdeti tünetek változatlanok voltak; 6,25%-ban (n=1), rosszabbodtak és 6,25%-ban (n=1) javultak a neurológiai funkciók.

A többi, egyéb patológiával operált esetekben a neurológiai tünetek javultak (kezdeti Grade I vagy II állapot után) vagy változatlanok voltak műtét után (**6. táblázat**).

A rezekció pontos mértékének megállapításához minden beteg posztoperatív MR vizsgálaton esett át. A beültetett homológ csontgraft nem, a PEEK cage a beépített titánium tüskékkel kismértékben zavarta az MR vizsgálatot.

15 astrocytomából 4 teljes eltávolításra, 3 subtotális eltávolításra és 8 részleges eltávolításra került a 2 hónapos posztoperatív MR felvételek értékelése szerint.

16 ependymomából 13 teljes eltávolításra és 3 részleges eltávolításra került a 2 hónapos posztoperatív MR felvételek értékelése szerint.

Cavernosus hemangioma és hemangioblastoma esetekben teljes eltávolítás volt kivitelezhető, az AVM esetekben fistula zárás és dekompresszió történt. Graft diszlokációt vagy graft általi kompressziót nem tapasztaltunk.

Néhány esetben a processus spinosusok részleges törése látszódott a CT felvételeken, amelynek klinikai jelentősége nem volt. Instabilitást egyetlen esetben sem figyeltünk meg a flexiós vagy extenziós laterális röntgen felvételeken.

I/I/7.4. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk felnőtteken a gerincesatornában dorzálisan a középvonalban, valamint intramedullárisan elhelyezkedő térfoglaló folyamatok eltávolítását *split laminotomiás* középvonalas feltárás és ún. „*archbone*” technika alkalmazásával, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására azóta vált általánosan alkalmazott új módszerré az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben (Banczerowski és mtsai 2008b, Banczerowski 2009a, Papp és mtsai 2010, Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2014, Czegléczki és mtsai 2014, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I/8. Split laminotomia és az interspinosus implantációs (cage, tricalcium-foszfát, Mesh) technika

I/I/8.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Diffúz infiltratív kórfolyamatok (34. A, 35. A ábra) esetében - amennyiben a tumor csak részlegesen távolítható el vagy csak biopszia vétele lehetséges - a gerinccsatorna tágassága megnövelhető a kettévágott *processus spinosusok* közé ékelt csípőcsont grafttal.

A trikortikális csípőcsont graft általában a ventrális cervicalis discectomia vagy a cervicalis corpectomia során kerül felhasználásra (Brooke és mtsai 1997, Heidecke és mtsai 2000, Bartels és mtsai 2001, Ryu és mtsai 2006, Celik és mtsai 2007) a gerincsebészeti gyakorlatban.

Az irodalomban számos, a csontkivétellel összefüggő komplikáció került leírásra, amely általában a graft kivétel helyén jelentkezik (15-25%). A fájdalom vagy a következményes mozgáskorlátozottság életminőség csökkenést okozhat, ami az esetek 14-18%-ában alakul ki. Seb környéki hematoma az esetek 12-16%-ában észlelhető, amely reoperációt tehet szükségessé. Sebfertőzés és sebgyógyulási zavar a betegek 4-6%-ában jelentkezik. A csípőcsont törése a betegek 1-2%-ában alakulhat ki. Hosszútávú komplikációként ismert a csont kivétellel kapcsolatosan kialakuló tartós bőr hypaesthesia, amely a betegek 1-2%-ában (Rawlinson JN 1994, Schnee és mtsai 1997, Sawin és mtsai 1998, Russel és Benjamin 2004) jelentkezik.

Ezen komplikációk mérséklése, valamint a műtéti idő redukálásának céljából (graft kivétel) különböző előregyártott csigolyaközötti távtartó eszközök kerültek forgalomba, így a figyelem fokozatosan az *implantátumok és az átcsontosodó bioanyagok* felé fordult. Saját gyakorlatunkban PEEK (Poly-Ether-Ether-Ketone, Solis) cage (34. B, 35. B ábra), tricalcium-foszfát cage (Bio-Techma, SBM) (41. ábra) és Ti Mesh (Johnson & Johnson) (42. ábra) cage került alkalmazásra.

A csontos gyógyulás időtartama a csípőgraftot használó eljárással közel azonos (Irvine és Strachan 1987, Shono és mtsai 1993, Wilke és mtsai 2000).

Átcsontosodás már 12 hónappal a műtét után kimutatható.



34. ábra. Preoperatív sagittális T1 súlyozású kontrasztanyag adásával készült MR intramedulláris diffúz kontrasztanyag halmozó tumort mutat a CIV-VII szakaszon (A). CT sagittális rekonstrukció a többszinten szétválasztott processus spinosusokat és a közöttük beültetett PEEK cage-eket mutatja (B).



35. ábra. Szagittális T1 súlyozású MR diffúz intramedulláris tumort mutat a háti gerincszakaszon a műtét előtt (A) és 12 hónappal a műtét után (B). A behelyezett PEEK távtartók szintén láthatóak.

I/1/8.2. Anyag és módszer

A több szegmentumra kiterjedő split laminotomiás technikát kiegészítő PEEK cage 5 esetben került beültetésre a háti gerincszakaszon. 3 nő és 2 férfi beteget operáltunk, az átlagos életkor 53.2 év (tartomány 44-61 év) volt. Mind az 5 esetben Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) cage-ek kerültek beültetésre (SOLIS Cervical Cage, Stryker Spine SAS, Z.I Marticot – 33610 Cestas France).

3-5 processus spinosust érintve történt split laminotomia betegenként. 4 beteg intramedulláris astrocytomában, 1 beteg PNET-ben (primitiv neuroectodermális tumor) szenvedett (**7. táblázat**). A műtét előtt minden esetben MR- és CT vizsgálat készült.

Funkcionális értékelést (McCormick és mtsai 1990) végeztünk preoperatív és a műtét utáni minden hatodik hónapban a kontroll MR vizsgálatokkal egyidőben, vagy a páciens állapotától függően más időpontban is. A rezekció mértékének pontos megállapításához, a reziduum, kiújulás vagy progresszió megítéléséhez minden beteg posztoperatív MR vizsgálaton esett át három és hat hónappal műtét után. A továbbiakban a páciens állapotától függően, de általában hathavonta végeztünk kontroll MR vizsgálatot. A csontos változások megállapításához CT vizsgálatot végeztünk közvetlenül a műtét után, majd 2, 6 és 12 hónap elteltével.

Öt intramedulláris astrocytoma miatt operált betegből három páciensnél Ti Mesh, illetve kettő betegnél tricalcium-foszfát került alkalmazásra. Az operált szegmentumok (kettévágott és széttárt processus spinosusok) száma elérte vagy meghaladta a 10 szegmentumot (**36. ábra**) betegenként, így saját csont beültetéshez jelentős hosszúságú graftra lett volna szükség, illetve a nyaki cage-ek jelentős költségigényt jelentettek volna, valamint a gerinc nyaki szakaszán az anatómiai morfológia miatt a forgalomban lévő cage-ek alkalmazása nem volt optimális.

7. táblázat A betegek összefoglaló klinikai adatai

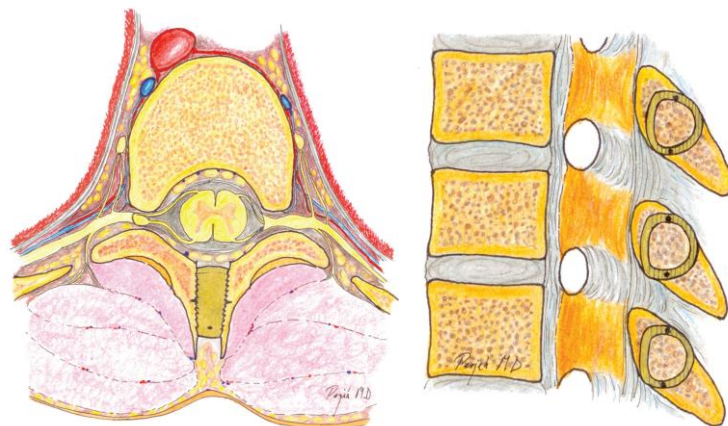
Betegszám	Kor/Nem	Szövettan	Resectio kiterjedése MRI alapján	Split ívek száma	Funkcionális állapot műtét előtt	Funkcionális állapot műtét után	Műtét hossza (perc)	Vérvesztés (ml)
1	44/fő	Astrocytoma Gr. III	subtotalis	3	II	II	91	79
2	59/fő	Astrocytoma Gr. III	subtotalis	4	II	I	131	90
3	47/nő	Ependymoma	teljes	4	I	I	135	102
4	55/nő	Astrocytoma Gr. III	subtotalis	5	III	III	145	194
5	61/nő	Astrocytoma Gr. III	subtotalis	3	I	II	88	85



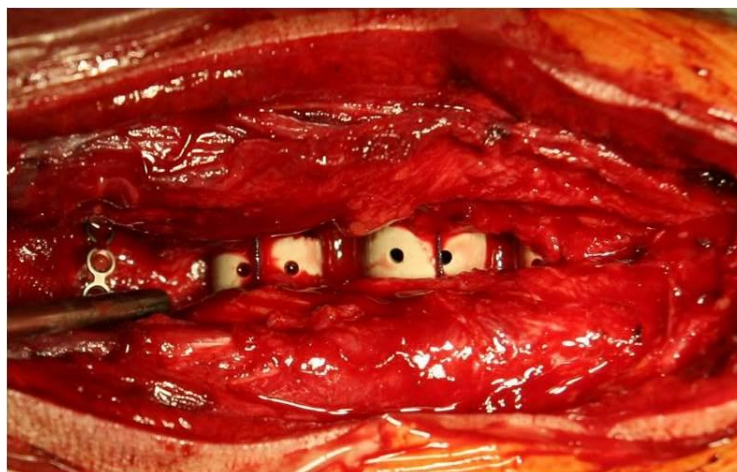
36. ábra. Preoperatív sagittális T2 súlyozású MR intramedulláris diffúz tumort mutat a CII-Th III szakaszon.

Technika: A split technikánál ismertetett módon kettévágott és szétfeszített *processus spinosusok* közé megfelelő méretű *PEEK cage-et* helyezünk (37., 38. ábra) és öltésekkel rögzítünk (ugyanakkor a záródó *processus spinosusok* között lévő szorítóerő a cage-et helyben rögzíti).

A cage-nek D alakja van, 4°-os dőlésszöggel. Recézett a felszíne és titán tüskék is beépítésre kerültek a megfelelő rögzítéshez. Különböző magasságú méretekben (4-12 mm) és 2 szélességben érhető el. A cage D alakjának egyenesebb oldala a gerincvelő felé, a konvex oldala ellentétesen helyezkedik el a beültetés során. A 4°-os dőlésszög és a felszíni tüskék a kicsúszást akadályozzák meg.



37. ábra. Az illusztráció axiális (bal) és sagittális (jobb) síkban a split laminotomiát ábrázolja, valamint a szétválasztott ívek közé helyezett PEEK távtartókat, amelyekkel a gerinccsatorna tágítása érhető el.



38. ábra. Az intraoperatív fénykép a szétterpesztett processus spinosusok közé helyezett PEEK távtartókat mutatja.

A *tricalcium-foszfát* (Bio Tecma, SBM ZI du Monge 65100 LOURDES FRANCE) távtartók behelyezése hasonló a PEEK technológiához, hasonló mérettartományban állnak rendelkezésre, ugyanakkor a formálhatósága és méretezése az anyag rigid volta miatt nehézkes, valamint az irodalmi adatok alapján lassú csontos átépülés várható (Flamme és mtsai 2006, Dai és Jiang 2008).

A *Mesh cage* (42., 83. ábra) behelyezése szintén hasonló (a gyakorlatban a 8-12 mm átmérőjű hálók használhatóak erre a célra tapasztalatunk szerint), a hálóból megfelelő méretet vágunk és behelyezzük az ívek közé, majd öltésekkel rögzítjük (Eck és mtsai 2000, Matsumoto és mtsai 2002, Riew és Rhee 2002).

I/I/8.3. Eredmények

Az átlagos utánkövetési idő 11.2 hónap volt (tartomány: 5-16 hónap). A szövettani eredmények a következők voltak: 4 intramedulláris astrocytoma (Grade III), 1 ependymoma Grade II) (7. táblázat). A sebészi eltávolítás teljessége a megfelelő cleavage felszín megtalálásán és nem az új megközelítésen múlt. A PEEK cage behelyezése rövidebb műtéti időt igényel, mint a hagyományos csípőcsont graftot használó eljárás. Eseteinkben az átlagos műtéti idő 118 perc volt (tartomány: 91-145 perc). A csontgraft kivételének elkerülésével 12 - 25 perc takarítható meg.

Az átlagos vérveszteség 110 ml volt (tartomány 79-194 ml), mivel az izmok tapadását érintetlenül hagytuk és második bőrmetszésre a csontkivétel elmaradása miatt nem volt

szükség. A posztoperatív helyi fájdalom incidenciája alacsonyabb volt, elfogadható tartományokon belül (VAS: 2 to 5).

A csontkivétel elkerülése miatt csípőtáji fájdalom nem alakult ki. Az átlagos kórházban eltöltött idő 6 nap volt (tartomány: 5 - 7 nap).

A preoperatív funkcionális (McCormick) értékelés eredménye az astrocytoma csoportban a következő volt: Grade I: 1/4 beteg, Grade II: 2/4 beteg, Grade III: 1/4 beteg. A betegek 50%-ában a neurológiai tünetek változatlanok voltak a műtét után, 1 esetben (25%) a tünetek javultak, és 1 esetben (25%) romlottak. Az egyetlen intramedulláris ependymoma esetben a kezdeti tünetek változatlanok maradtak (**7. táblázat**).

A rezekció mértékének megállapításához minden beteg posztoperatív MR vizsgálaton esett át. A beültetett PEEK cage-ek a titanium tüskékkel mérsékelten befolyásolják az MR vizsgálat értékelését (**35. B ábra**). Az ependymoma teljes mértékben, az astrocytomák szubtotálisan lettek eltávolítva, amit a kéthónapos posztoperatív MR felvételek bizonyítanak.

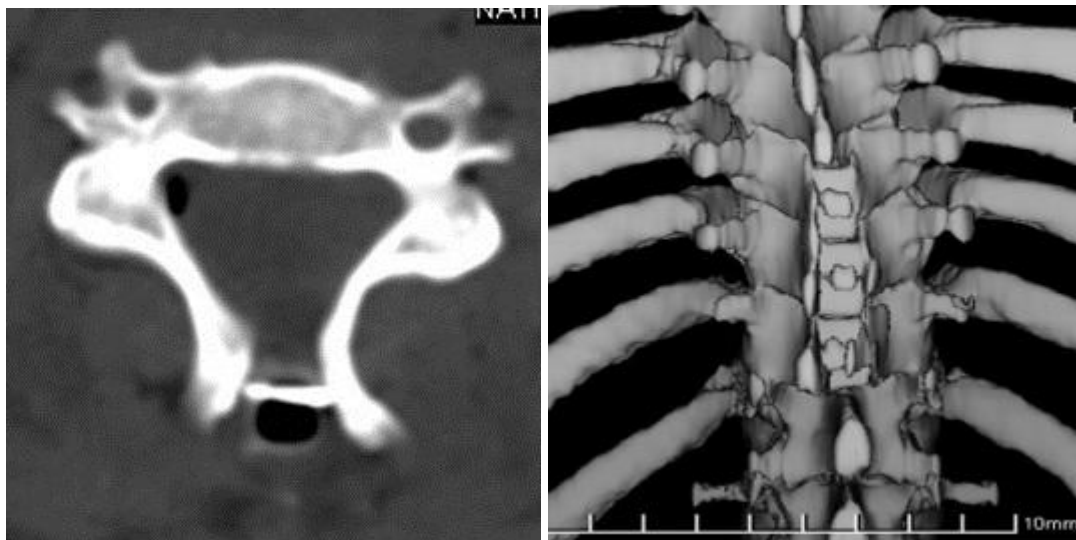
Graft diszlokáció vagy kompresszió nem volt kimutatható. CT felvételeken a PEEK távtartók megfelelő elhelyezkedése ábrázolódott (**39., 40. ábra**). Az osteotomizált felszínnek 91 %-a CT vizsgálattal igazoltan csontos fúziót mutatott.

Posztoperatív CT felvételen a processus spinosusok részleges törése volt kimutatható néhány esetben, amelynek klinikai jelentősége nem volt.

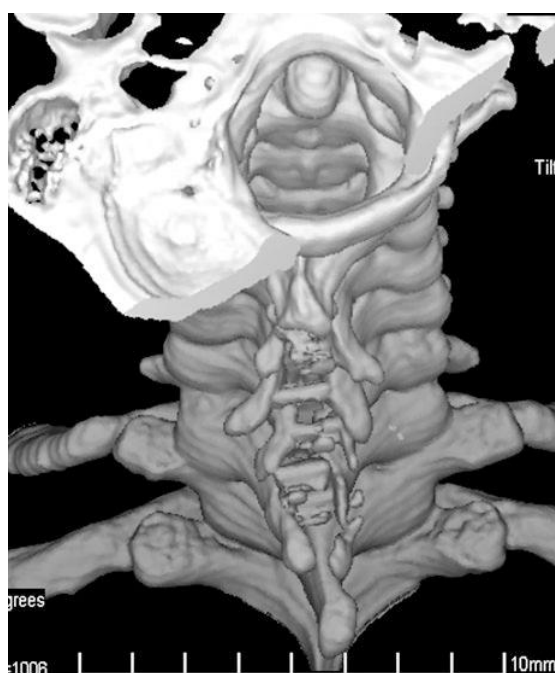
A nyomonkövetés során nem igazolódott a gerincoszlop instabilitására vagy deformitásra utaló jel (Banczerowski 2009a, Papp és mtsai 2010, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013b).

Három intramedulláris Grade III astrocytoma miatt operált beteg esetében került alkalmazásra a processus spinosusok közé helyezett titán Mesh, illetve két esetben tricalcium-foszfát.

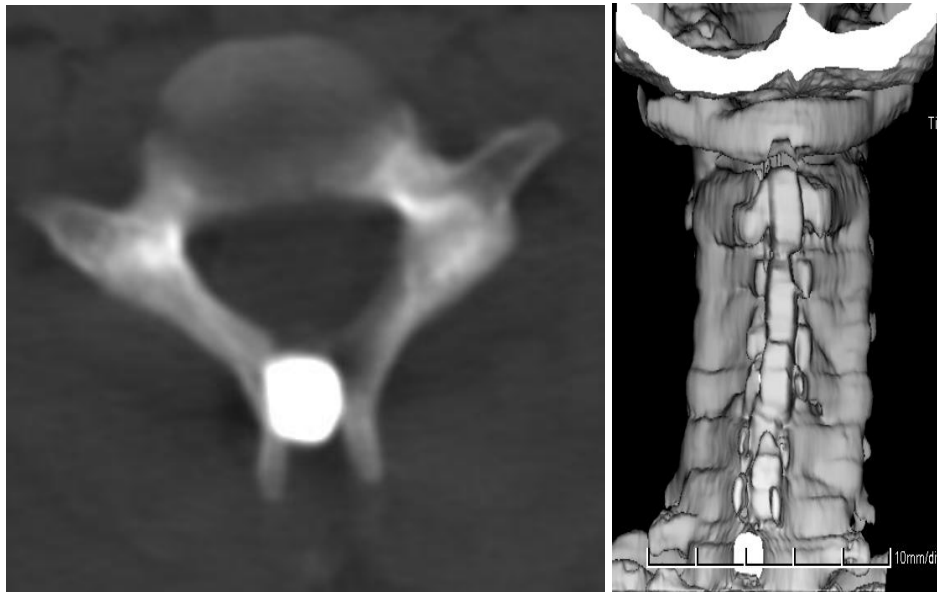
Graft diszlokáció vagy kompresszió nem volt kimutatható. CT felvételeken a tricalcium-foszfát (Bio Tecma) távtartók (**41. ábra**) és a Ti Mesh cage-ek (**42. ábra**) megfelelő elhelyezkedése ábrázolódott. A tricalcium-foszfát távtartók 2 évvel a műtét után sem mutattak csontos fúziót.



39. ábra. A split és az ún. „archbone” technika a processus spinosusok közé helyezett PEEK távtartóval (axiális (bal) és 3D rekonstrukciós (jobb) CT).



40. ábra. 3D CT rekonstrukció a többszinten szétválasztott processus spinosusokat és a közéjük beültetett PEEK cage-eket mutatja a nyaki gerincszakaszon.



41. ábra. A split és az ún. „archbone” technika a processus spinosusok közé helyezett tricalcium-foszfát cage-vel (Bio-Techma) axiális (bal) és 3D (jobb) CT képen.



42. ábra. A split és az ún. „archbone” technika a processus spinosusok közé helyezett Ti Mesh cage-vel (J&J) 3D CT képen.

I/I/8.4. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a split laminotomiás középvonalas feltárás módosítását *interspinosus PEEK implantációs technika* alkalmazásával infiltratív intramedulláris kórfolyamatok esetében, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására alkalmazott új módszer az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben. Ezen túlmenően egyéb anyagok használata is sikerrel alkalmazott (tricalcium-foszfát és Ti Mesh cage) (Banczerowski 2009a, Papp és mtsai 2010, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013b, Banczerowski és mtsai 2014b, Czegléczki és mtsai 2014, Banczerowski és mtsai 2015).

I/I/9. A Para-split technika

I/I/9.1. Bevezetés és irodalmi háttér

A split technikát azzal a céllal fejlesztettük ki, hogy a laminectomiánál tapasztalt kiterjedt csontdestrukciót elkerüljük, érintetlenül hagyjuk az izomtapadásokat, kisízületeket, szalagokat és a paraspinalis izom beidegzését. Azáltal, hogy a statikus és dinamikus gerincstabilizáló képleteket megőriztük, tapasztalataink szerint csökkenthetővé váltak a hosszútávú káros következmények, mint a perzisztáló fájdalom és a gerinc instabilitás.

Az esetek egy részében (5–10%) azzal a problémával szembesültünk, hogy a processus spinosusok nem választhatóak szét a középvonalban. Ennek oka részben az egyedi anatómiai szituáció (vékony vagy éretlen processus spinosusok, főleg a cervicális vagy felső háti szakaszon) volt. Vékony, gracilis processusok esetén sokszor elkerülhetetlen volt a nyúlványok letörése a disztrakció során (**43. ábra**). Oszteoporózis vagy a hátsó képletek fokozott csontosodása szintén lehetetlenné teszi a hagyományos split laminotomia elvégzését.

Ezen tényeket figyelembe véve fejlesztettük ki a split laminotomia változatát, amikor a *gerinccsatornát nem a középvonalban, hanem parasagittálisan nyitjuk meg*, a technika *para-split laminotomiaként* vált ismertté.

Abban az esetben, amikor a processus spinosusok anatómiai konfigurációja nem optimális a középvonalban történő átvágáshoz, alkalmazható mintegy *menekülési technikaként* az ún. para-split technológia.



43. ábra. A posztoperatív axiális CT felvétel a processus spinosusok traumás törését mutatja.

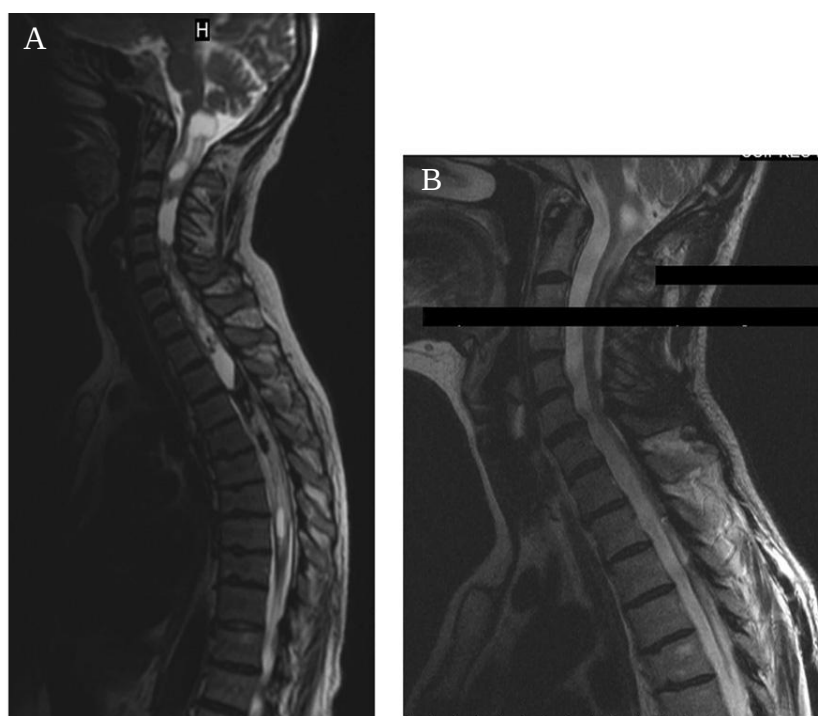
I/I/9.2. Anyag és módszer

2008-2010 között 5 páciens esetében volt szükség a módszer használatára, akiknél középvonali intramedulláris kórfolyamatot diagnosztizáltunk a cervicális vagy a cervico-thoracalis szakaszon (**44. ábra, 8. táblázat**). 3 nő és 2 férfi beteget operáltunk, akiknek átlagos életkora 54 év (tartomány: 48–64 év) volt.

A preoperatív diagnózis alapja az MR vizsgálat volt. Minden beteg részletes neurológiai vizsgálaton esett át és az egyszerűsített McCormick skála alapján csoportokba lettek sorolva.

A funkcionális értékelést pre- és posztoperatíván minden hatodik hónapban a kontroll MR-rel egyidőben végeztük vagy állapottól függően más időpontban is. A csontos változások megállapításához CT vizsgálatot végeztünk műtét után, majd 6 és 12 hónap múlva.

A nyaki lordosis csökkenését vagy a felső háti kyphosis progresszióját funkcionális röntgen vizsgálattal ellenőriztük 12 hónappal műtét után, a preoperatív felvételekkel összehasonlítva. A nyaki lordosis szögét a C2 és C7 csigolyák hátsó falai által bezárt szög alapján mértük; a háti kyphosist a hagyományos Cobb módszer szerint (a T1 csigolya felső zárólemezen keresztül húzott horizontális vonal és a T12 csigolya alsó zárólemezen keresztül húzott vonal által bezárt szög (Cobb JR. 1948) mértük. Flexiós és extenziós röntgenvizsgálatokat használtunk az instabilitás vizsgálatára.



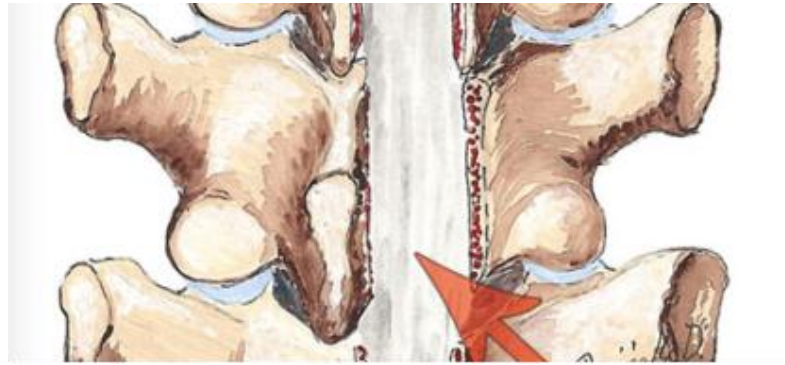
44. ábra. Sagittális T2-súlyozott MR felvételek az intramedulláris ependymomát mutatják a cervico-thoracalis régióban műtét előtt (A) és 3 évvel műtét után (B)
A gerincoszlop funkcionális integritása nem sérült.

8. táblázat: A para-split laminotomián átesett betegek összefoglaló adatai

Esetszám	Nem	Kor (év)	Elhelyezkedés	Szövetten	Para-split ívek száma	Resectio kiterjedés e MRI alapján	Funkcionális állapot műtét előtt	Funkcionális állapot műtét után (McCormick)	Posztoperatív fájdalom mértéke/ VAS pontrendszer	Posztoperatív kyphosis progresszió vagy instabilitás 12 hónap után
1.	nő	48	cervicothoracalis	PNET	3	részleges	I	I	2	Nem
2.	ffi	51	nyaki	Astrocytoma, Gr. II.	6	subtotalis	II	II	4	Nem
3.	nő	64	cervicothoracalis	Astrocytoma, Gr. II.	5	részleges	I	II	3	Nem
4.	nő	52	cervicothoracalis	Ependymoma	10	teljes	II	II	5	Nem
5.	ffi	56	nyaki	Ependymoma	6	teljes	II	I	3	Nem

Technika: Ülő vagy hasonfekvő helyzetben a bőrt, a fasciát és a supraspinosus ligamentumot átvágjuk. Az interspinosus ligamentumot hosszirányban szétválasztjuk, középen a ligamentum flavumot elvesszük és látótérbe hozzuk a középvonalban az epidurális teret. Ezután a processus spinosusok mellett, annak bázisánál közvetlenül az ívet craniotómmal kettévágjuk, majd Cloward típusú retraktorokkal a split technikánál ismertetett módon szétfeszítjük (45., 46., 47. ábra).

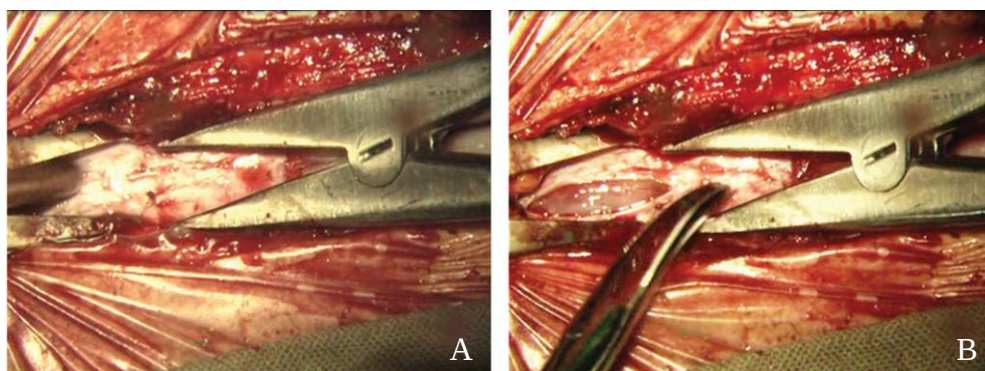
Ezután a dura látótérbe kerül (47.B ábra), amelynek megnyitását követően a konvencionális műtéti stratégia mikroszkóp alatt kivitelezhető (48 ábra).



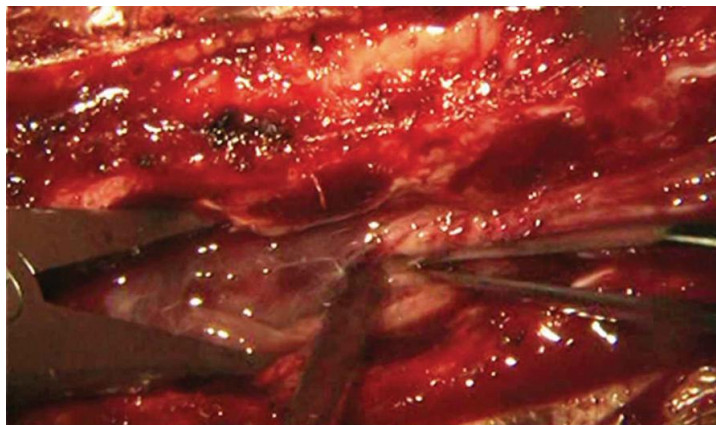
45. ábra. Az illusztráció a para-split laminotomiát ábrázolja (nyíl).



46. ábra. 3D CT rekonstrukciós felvételen para-split laminotomia látható a nyaki gerincszakaszon.



47. ábra. Intraoperatív felvétel a processus spinosusok szétválasztását mutatja Cloward típusú retractorokkal (A). A gerinccsatornában a dura megnyitása látható (B).



48. ábra. Intraoperatív fénykép a tumoreltávolítást mutatja operációs mikroszkóp alatt.

I/I/9.3. Eredmények

Az érintett gerincszakasz két esetben a nyaki, három esetben a cervico-thoracalis szakasz volt. Egy betegnél átlagosan 6 processust választottunk szét (tartomány: 3-10). Az átlagos utánkövetési időszak 18 hónap volt (tartomány: 13-36 hónap). A szövettani eredmények a következők voltak: 2 ependymoma, 2 astrocytoma, és 1 primitív neuroectodermális tumor (PNET) (**8. táblázat**).

A tumoreltávolítást minden esetben addig végeztük, amíg az ép gerincvelői struktúrák és a tumorszövet egyértelműen megkülönböztethetőek voltak egymástól.

A gerinccsatorna paramedián megnyitása a „kulcslyuk” koncepció alapján az intraspinalis terület megfelelő átláthatóságát biztosította. Operációs mikroszkóp alatt a feltárt terület (1.5–1.6 cm) elégséges volt a kórfolyamatok eltávolításához. A tumoreltávolítás mértéke a megfelelő cleavage felszín megtaláláson múlt és nem az új feltáráson.

A szétválasztott processusokat 3 esetben direktan zártuk, míg 2 esetben nyitva hagytuk a tumorok diffúzan infiltratív tulajdonságai miatt. A posztoperatív helyi fájdalom mértéke alacsony volt (VAS:2-5, átlagosan:3,4).

Az átlagos műtési idő a bőrmetszéstől a dura látótérbe hozásáig egy szinten (egy processus) 18 perc volt (tartomány: 14–23 perc) és 4 - 5 perc minden további szinten. Az átlagos teljes műtési idő 145 perc volt, amelyet döntően a tumoreltávolítás időtartama határozott meg.

Az átlagos vérveszteség 180 ml volt. A rezekció pontos meghatározásához minden esetben posztoperatív MR vizsgálatot végeztünk (**44. ábra**). Mindkét ependymoma teljes

eltávolításra került. 1 astrocytomát szubtotálisan, míg a másikat részlegesen lehetett eltávolítani. A PNET esetben szintén csak részleges eltávolítás volt kivitelezhető. Az új feltárással összefüggő komplikációt nem tapasztaltunk.

A csontos struktúrák megítélésére CT vizsgálatokat végeztünk, amelyek 85%-ában teljes csontos gyógyulás volt megfigyelhető, míg a többi esetben a tervezett gerinccsatorna megnagyobbítás ábrázolódott (49., 50. ábra).

A processus spinosusok törése 12%-ban, míg a csigolyatestek traumás csontos elváltozásai 6%-ban voltak megfigyelhetőek, melyeknek klinikai jelentősége nem volt.

Instabilitást flexiós, extenziós röntgenvizsgálatokon egyetlen esetben sem figyeltünk meg.

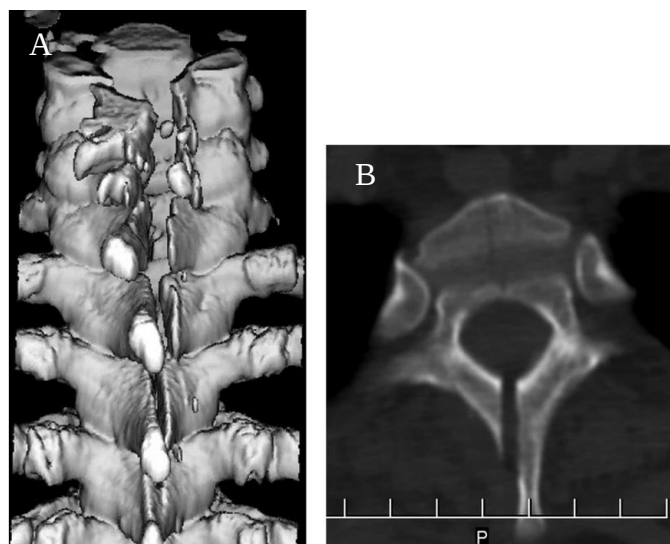
Az átlagos preoperatív cervicális lordosis 34.4 fok (tartomány: 40-15 fok); a thoracális kyphosis 36.8 fok (tartomány: 25-45 fok) volt. 12 hónapos posztoperatív röntgenfelvételeken az átlagos nyaki lordosis 36.1 fok (tartomány: 8-40 fok), a thoracális szakaszon 37.5 fok (tartomány: 26-45 fok) volt. Mindezen eredmények alapján a nyaki lordosis szignifikáns csökkenése vagy a háti kyphosis progressziója nem volt megfigyelhető.

Megfigyeléseink szerint a cervico-thoracalis görbület változásai minimálisak voltak az első posztoperatív évben, de a változás objektív megállapításához hosszú távú utánkövetés szükséges.

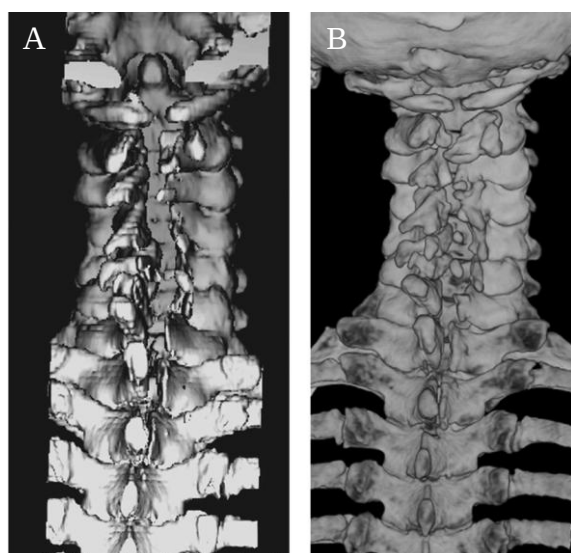
A módszer hátránya a split technikához képest, hogy féloldalon az izom tapadásai leválasztásra kerülnek, így destruktívabbá válik a feltárás, egyúttal, amennyiben a gerinccsatorna tágítására is szükség van, annak kivitelezési nehézségeivel is számolni kell.

Ugyanakkor a *split laminotomiás technikával kombinálva ugyanazon beteg esetében - egyes szegmentumokban különbözően-, adott esetben mindkét módszer alternálva is használható.*

A para-split feltáráson keresztül a split technikához hasonlóan lehetséges volt a daganatok eltávolítása a „key hole” elv alapján. A feltárás nem befolyásolta a tumor eltávolítást, valamint a neurológiai kimenetelt. A nyomonkövetés során nem igazolódott a gerincoszlop instabilitására vagy deformitásra utaló jel.



49. ábra. 3D CT rekonstrukció (A) és axiális CT szelet (B) mutatja a para-split laminotomiát a felső háti szakaszon műtét után.



50. ábra. 3D CT rekonstrukció mutatja a többszinten végzett para-split laminotomiát a nyaki és felső háti szakaszon műtét után (A) és 3 évvel később (B).

I/I/9.4. Az új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a *para-split laminotómia*s középvonallal melletti feltárást, amely a split technika kivitelezési nehézségei esetén használható intramedulláris kórfolyamatok esetében. Az új módszer a meggyőző klinikai eredmények hatására általánosan alkalmazottá vált az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben (Banczerowski és mtsai 2012, Padányi és mtsai 2014, Banczerowski és mtsai 2015).

I/II. A minimálisan invazív műtéti technikák új osztályozási rendszere

I/II/1. Bevezetés

Az általunk fejlesztett minimálisan invazív technikákon kívül a szakirodalomban számos újabb és újabb fejlesztés került közlésre, ami szinte áttekinthetetlen mennyiségű adat felhalmozódásához vezetett. Különböző országokban egymáshoz nagymértékben hasonló technikákat mutattak be, amelyek csak apróbb módosításokban térnek el egymástól.

A gyakorló gerincsebész számára nehézséget okozhat, hogy a nagy mennyiségű adathalmazból (eszköztárból) kiválaszthassa betegei számára a legmegfelelőbb minimálisan invazív sebészi módszereket.

I/II/2. Célkitűzés

Az általunk fejlesztett új minimálisan invazív technikák mellett fontos célkitűzésünk volt olyan *egységes osztályozási rendszer* kidolgozása, amelybe mind az általunk kidolgozott, mind az irodalomban fellelhető technikákat, valamint azok alkalmazhatóságát rendszerezni tudjuk.

Célkitűzésünk megvalósítása során az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

1. A gerinccsatornában vagy gyökcsatornában való térbeli elhelyezkedésük alapján a kórfolyamatok olyan csoportosítási rendszerének kidolgozása, amelyben a lokalizációhoz egyértelműen rendelhető a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technika.
2. A gerinccsatornában vagy a gyökcsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok többségének eltávolítására alkalmazható, általunk fejlesztett, illetve klinikailag kipróbált technikai lehetőségek egységes szerkezetbe foglalása, ajánlások megfogalmazása.
3. A gerinccsatornában vagy a gyökcsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok eltávolítására alkalmazható, a nemzetközi irodalomban található egyes technikai lehetőségek alkalmazhatóságának csoportosítása.

I/II/3. Anyag és módszer

Az MR képalkotás fejlődésének és elterjedésének köszönhetően a kórfolyamatok pontos elhelyezkedésének preoperatív pontos lokalizációja, illetve természetének megismerése vált lehetővé.

A rendszer kidolgozása során jelentős mértékben saját eredményeinket, nagy betegszámon megfigyelt műtéti tapasztalatainkat vettük alapul.

A kórfolyamatok gerinccsatornában való elhelyezkedését a preoperatív képalkotó vizsgáló módszerek (CT, MR) eredménye alapján határoztuk meg.

Az előzőekben bemutatott és általunk kipróbált, illetve általunk fejlesztett technológiákat a gyakorlati felhasználás során műtéti körülmények között elemeztük - különös tekintettel a gerinccsatornában történő manipuláció lehetőségére -, annak figyelembe vételével, hogy a preoperatív képalkotó vizsgálatok alapján történt helymeghatározás (lokalizációs besorolás) mennyiben volt hasznosítható a feltárások során.

A már bemutatott saját fejlesztésű technikák mellett az irodalomban fellelhető egyéb minimálisan invazív módszerek áttekintéséhez részletes irodalomkutatót, PubMed keresőt használtunk. A keresőben elsőként használt kifejezés a „minimally invasive spine surgery” volt. A hatalmas mennyiségű, 2289 találat szükségessé tette, hogy a keresési tartomány szűkítésre kerüljön. A „minimally invasive spine surgery” keresési címszót a következőkkel kombináltuk: „hemi-semi laminectomy”, „partial hemilaminectomy”, „supraforaminal burr hole technique”, „open-tunnel technique”, „unilateral and bilateral laminotomy for bilateral decompression”, „posterior foraminotomy”, „transuncal and transcorporeal anterior microforaminotomy”, „split laminotomy”, „endoscopic discectomy”, „laser disc decompression”, „percutaneous pedicle screw fixation”, „interspinous devices” és „interbody fusion technique”. Ezekkel a szűkítésekkel a találati mennyiség áttekinthető méretűre csökkent. Az egyes cikkek címeinek és kivonatainak áttekintése után a minimális invazivitás követelményeit teljesítő és általunk bevezetésre tervezett technikákat leíró cikkek kiválasztásra kerültek.

Arra törekedtünk, hogy az áttekintett irodalom a rendszerezés szempontjainak megfelelően releváns és reprezentatív legyen.

Az irodalomban nincs egységesen elfogadott definíciója a minimálisan invazív gerincsebészeti technikáknak, ennek megfelelően alapkritériumokat kellett lefektetni, hogy mi alapján kerüljenek kiválasztásra a módszerek. A kidolgozott kritériumrendszer szerint azok az eljárások tekinthetők minimálisan invazívnak, melyek - amint már korábban említettük -, legfőbb célja a iatrogén következmények és a posztoperatív fájdalom csökkentése. További céljuk a hátsó mozgási szegmentumok és paraspinális izmok nagyobb mértékben való megőrzése, ennek következményeként pedig a műtét közbeni vérveszteség csökkentése, a kórházi tartózkodás idejének lerövidítése, az alkalmazott fájdalomcsillapítók mennyiségének csökkentése, a gyorsabb felépülés és a kisebb méretű feltárások alkalmazásával szebb esztétikai kimenetel elérése. Azok a technikák, amelyek ezeknek a kritériumoknak a szignifikáns részét teljesítik, kiválasztásra és értékelésre kerültek.

I/II/4. Eredmények

A térbeli elhelyezkedés szerepe

Saját megfigyeléseinket - amely a képalkotó vizsgálatok és a műtési gyakorlat szintézisének alapul -, alkalmazva és tapasztalatainkat összegezve a térbeli elhelyezkedés meghatározása szempontjából a *gerincvelőhöz való viszony*, illetve a *cranio-caudális kiterjedés* volt a meghatározó.

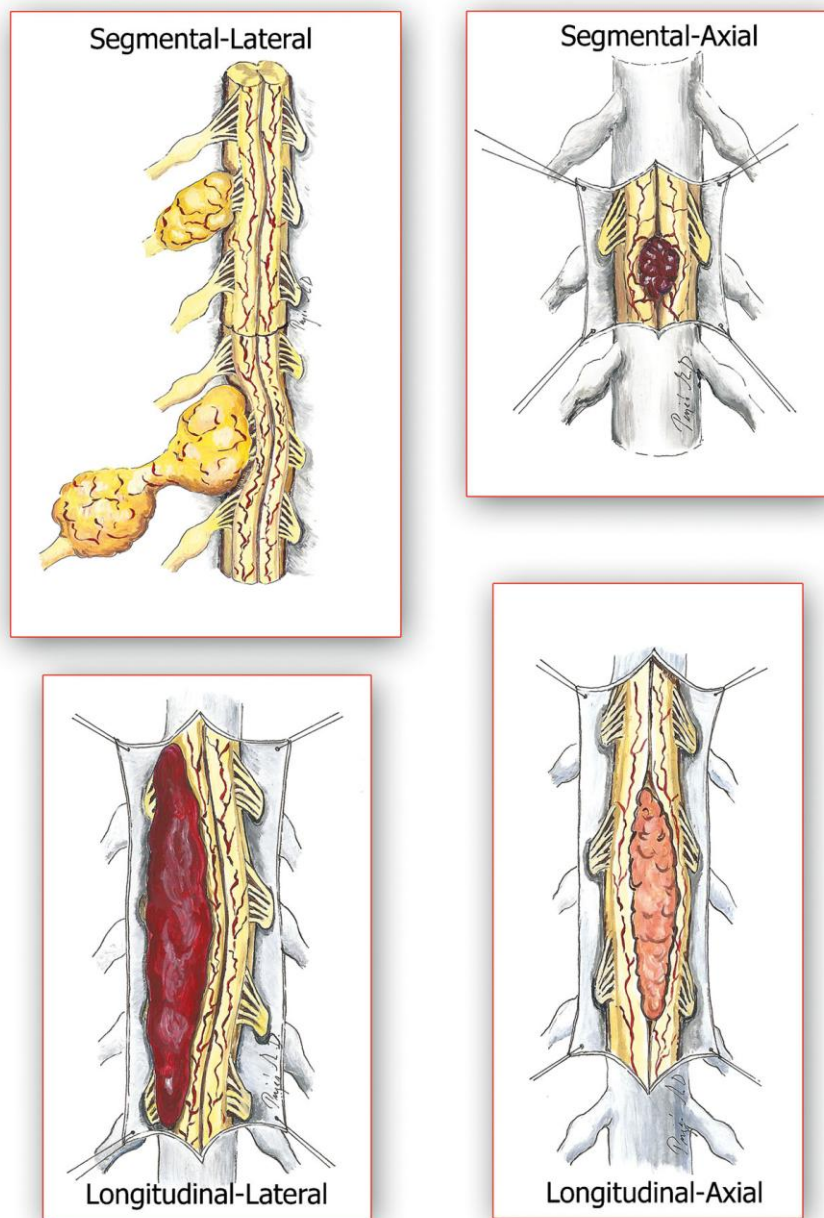
Ezen felosztásnak megfelelően a gerincvelőben elhelyezkedő kórfolyamatok tekinthetők axiálisnak, az attól oldalirányban elhelyezkedők nevezhetők laterálisnak.

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

A két dimenzió szerinti felosztás alapján négy jellegzetes lokalizációt különböztethetünk meg:

1. szegmentális- laterális (egy szegmentumban, a középvonaltól laterálisan)
2. szegmentális- axiális (egy szegmentumban, a középvonalban)
3. longitudinális- axiális (több szegmentumban, a középvonalban)
4. longitudinális- laterális (több szegmentumban, a középvonaltól laterálisan) **(51. ábra)**

Saját megfigyeléseink és rendszerezésünk alapján elmondható, hogy a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok többsége vagy szegmentális-laterális (pl. meningeoma, neurinoma) vagy axiális-longitudinális elhelyezkedésű (pl. intramedulláris astrocytoma, ependymoma). Vannak kivételek, például az intramedulláris cavernomák szegmentális-axiális, vagy pl. az epidurálisan terjedő metasztázisok laterális-longitudinális elhelyezkedésűek.



51. ábra. Különböző kórfolyamatok klasszifikáció szerinti lehetséges elhelyezkedése a lokalizáció alapján.

Az osztályozási rendszer szerinti lehetséges lokalizációk: balra-fent: szegmentális-laterális, jobbra- fent: szegmentális- axiális, balra-lent: longitudinális- laterális, jobbra-lent: longitudinális- axiális.

Ezen csoportosítás az intramedulláris, valamint a dorzális és dorzolaterális intra- és epidurális kórfolyamatok megközelítésére és eltávolítására a saját klinikai gyakorlatunkban jól alkalmazható, illetve hozzájuk kapcsolható a gyakorlatban kipróbált minimálisan invazív technika.

Első lépésben az általunk vizsgált, illetve újonnan fejlesztett technológiák besorolását végeztük el a műtéti tapasztalatok alapján. Összefoglalóan a **9. táblázatban** összesítjük az általunk alkalmazott, a kórfolyamat elhelyezkedését figyelembe vevő, annak megközelítésére és eltávolítására a klinikai gyakorlatban jól alkalmazható, kipróbált minimálisan invazív technikákat. Egyes technikák egymással kombinálhatóak.

9. táblázat A kórfolyamat elhelyezkedését figyelembe vevő dorzális minimálisan invazív feltárási technikák összefoglalása

	Laterális	Axiális
Szegmentális	hemi-semi laminectomy („szupraforaminális fűrt lyuk”, „nyitott csatorna” technika)	hemi-semi laminectomy split laminotomia
Longitudinális	hemi-semi laminectomy	split laminotomia („archbone”, cage technika) para-split technika (rescue)

Ezt követően az irodalomban található és általunk bevezetésre tervezett technológiák besorolását végeztük el (**10. táblázat**).

10. táblázat A kórfolyamat elhelyezkedését figyelembe vevő dorzális minimálisan invazív feltárási technikák kiegészített összefoglalása

	Laterális	Axiális
Szegmentális	Hemi-semi laminectomia Szupraforaminális fűrt lyuk technika Nytott csatorna technika Egyoldali és kétoldali laminotomia az ágyéki gerincszakasz szűkületének kétoldali dekompresziójára Hátsó foraminotomia tubuláris retractor rendszerrel Transuncalis és transzcorporális elülső microforaminotomia	Hemi-semi laminectomia [Split laminotomia] Egyoldali és kétoldali laminotomia az ágyéki gerincszakasz szűkületének kétoldali dekompresziójára
Longitudinális	Többszintű hemi-semi laminectomia	Split laminotomia és az „archbone” technika Para-split laminotomia

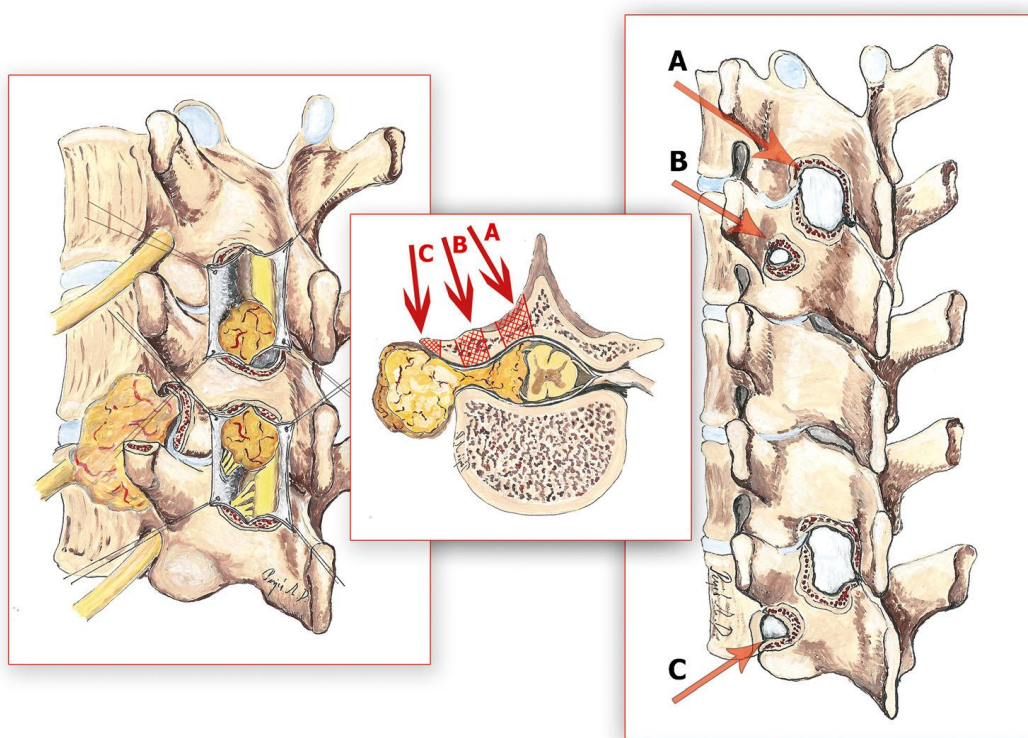
Tekintettel a kórfolyamatok elhelyezkedésének és az alkalmazható technikáknak a sokrétűségére, a következőkben ezen beosztásnak megfelelően - a kórfolyamat lokalizációját figyelembe vevő és az ehhez alkalmazható technika szerint - végeztük az újonnan fejlesztett és vizsgált minimálisan invazív beavatkozásokat Intézetünkben.

A besorolás előnyeihez tartozik, hogy *további minimálisan invazív technológiák is beilleszthetők, a rendszer nyitott és tovább fejleszthető.*

I/II/5. A saját fejlesztésű minimálisan invazív technikák helye az új osztályozási rendszerben

I/II/5.1. A kórfolyamat szegmentális-laterális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások

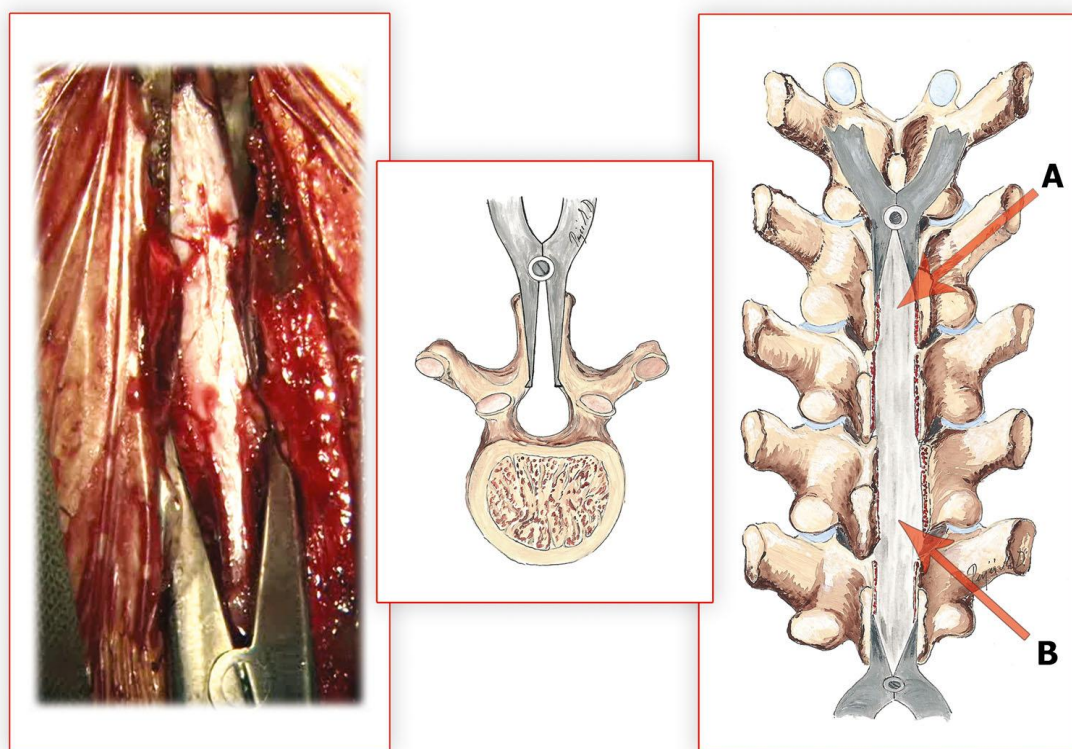
Ezen eljárások közé az *over the top dekompresszió*, a *hemi-semi laminectomia*, a „szupraforaminális fűrt lyuk” és a „nyitott csatorna” technológia sorolható (52. ábra). Ezen módszerek elsősorban a féloldali, dorso- vagy ventrolateralisan elhelyezkedő - akár a foramen felé, vagy extraforaminálisan terjedő -, intradurális daganatok (például meningeoma, neurinoma), dorzális vagy dorsolateralis intra- és extraduralis egyéb kóros elváltozások (például epiduralis haematoma, abscessus) eltávolítására alkalmasak, másrészt szegmentális-axiális intramedullaris kórfolyamatok eltávolítása (például cavernoma) is lehetséges (Koch-Wiewordt és mtsai 2007, Banczerowski és mtsai 2007, Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2009b, Banczerowski és mtsai 2009c, Banczerowski és mtsai 2012, Papp és mtsai 2013a, Banczerowski és mtsai 2014a, Banczerowski és mtsai 2015).



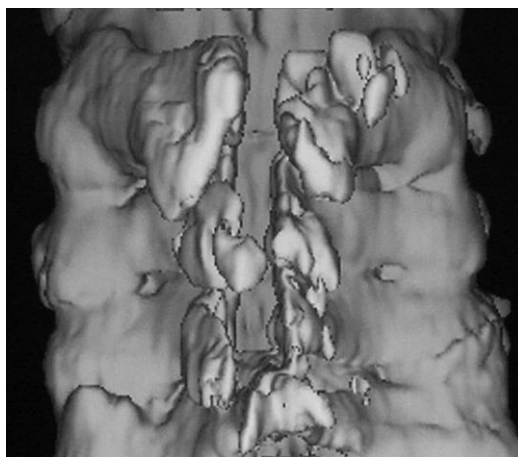
52. ábra. Szegmentális-laterális pozícióban elhelyezkedő kórfolyamatok foraminális és extraforaminális terjedéssel, valamint az egyes esetekben alkalmazható módszerek ábrája. **A:** hemi-semi laminectomia. **B:** „szupraforaminális fűrt lyuk” technika. **C:** „nyitott csatorna” technika.

I/II/5.2. A kórfolyamat axiális-longitudinális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások

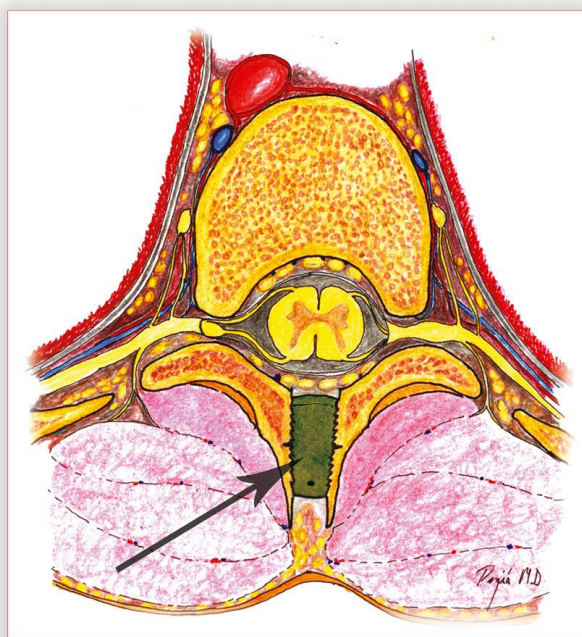
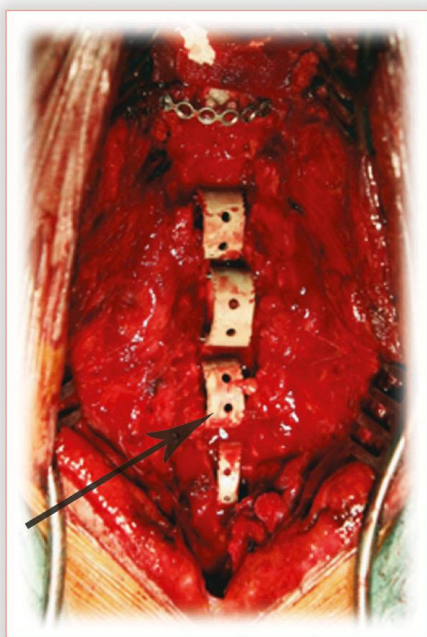
Ezen eljárások közé a *split laminotomia és annak módosításai* („archbone”, PEEK cage, tricalcium foszfát, Ti Mesh), valamint a *para-split* módszer sorolható (53., 54., 55. ábra). Döntően azoknak az intramedullarisán elhelyezkedő lézióknak az eltávolítására alkalmazott feltárási módszerek, amelyek a dorzális gerincvelő felszíne közelében lokalizálódnak (például cavernoma, haemangioblastoma), vagy dorzális myelotomián át érhetőek el (Papp és mtsai 2010, Papp és mtsai 2013b, Banczerowski és mtsai 2008b, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2014b, Banczerowski és mtsai 2015).



53. ábra. Az intraoperatív fénykép (bal), valamint az illusztrációk az axiális longitudinális elhelyezkedésű kórképek esetében használható feltárási módszereket ábrázolják. **A:** split laminotomia **B:** para-split laminotomia (a split laminotomia rescue technikája).



54. ábra. 3D CT rekonstrukciós felvételen a split laminotomia látható a nyaki gerincszakaszon.



55. ábra. Az intraoperatív fénykép (bal) és az illusztráció (jobb) a szétterpesztett processus spinosusok közé helyezett PEEK távtartókat mutatja (nyilak).

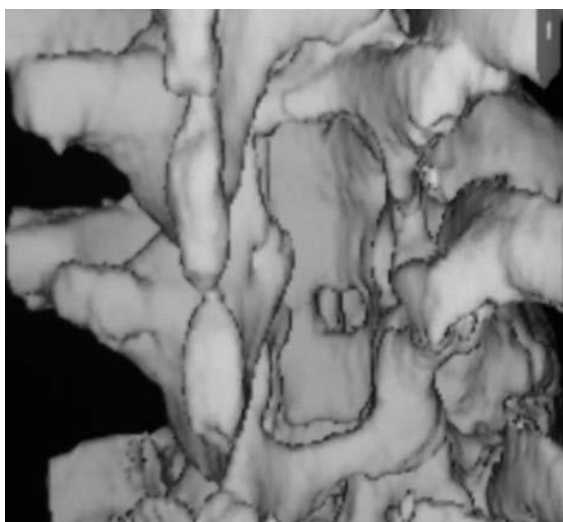
I/II/5.3. A kórfolyamat szegmentális-axiális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások

Saját tapasztalataink alapján azon kórfolyamatokban, amikor az intramedulláris pathológia nem haladja meg az egy szegmentumot és az interlamináris ablak közelében

helyezkedik el, a technikai kivitelezhetőség egyszerűbb és gyorsabb volta miatt a *hemi-semi laminectomiás feltárás ajánlható (56. ábra.)*. Ezen feltáráson keresztül a gerincvelő dorzális, dorzo-laterális felszíne rövidebb szakaszon jól látható.

Több szegmentumra kiterjedő intramedulláris folyamatok esetében csak többszörös interlamináris ablakon keresztül képzelhető el megfelelő hosszúságú gerincvelői szakasz áttekintése, amely az ablakok közötti határzónákban nehézséget jelent az eltávolítás során (Koch-Wiewrodt és mtsai 2007, Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski és mtsai 2012, Xie és mtsai 2013, Xie és mtsai 2014, Banczerowski és mtsai 2015).

A split laminotomia szintén alkalmas feltárás ezen lokalizációjú folyamatok elérésére, a középvonal hosszú szakaszon jól áttekinthető, ugyanakkor technikailag bonyolultabb, időigényesebb a kivitelezése (Banczerowski és mtsai 2008b, Banczerowski 2009a, Papp és mtsai 2010, Banczerowski és mtsai 2014b, Banczerowski és mtsai 2015).



56. ábra. Háromdimenziós CT rekonstrukciós felvételeken a két szomszédos laminát érintő hemi-semi laminectomia látható.

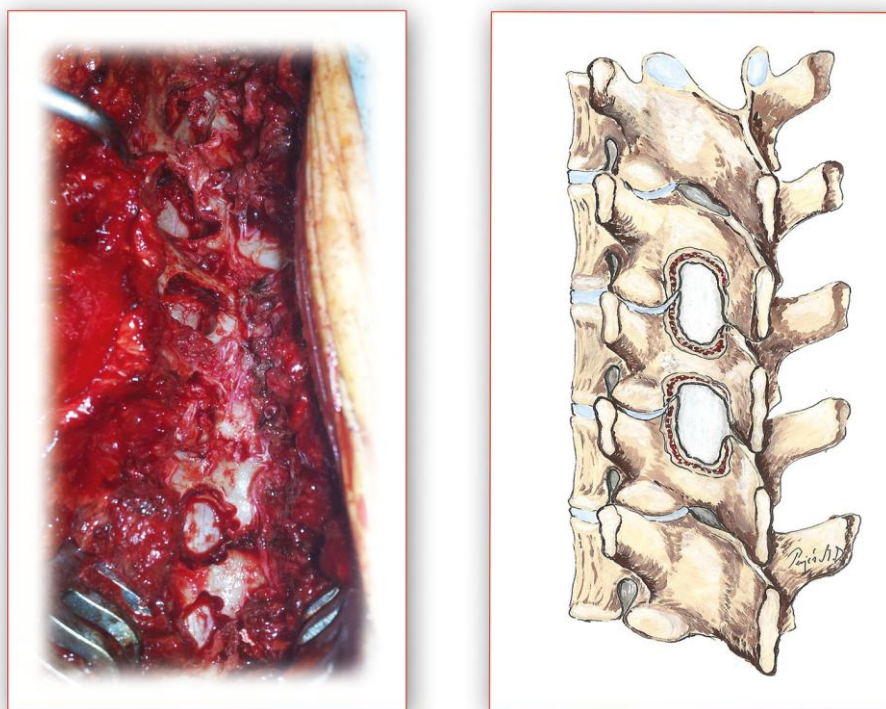
I/II/5.3.1. Új megállapítások összefoglalása

Új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk az intramedullárisan, *egy szegmentumra kiterjedő* térfoglaló folyamatok eltávolítását *split* laminotomiás középvonalas feltáráson keresztül. E mellett hazánkban elsőként vizsgáltuk az *intramedullárisan, egy szegmentumra kiterjedő* kórfolyamatok

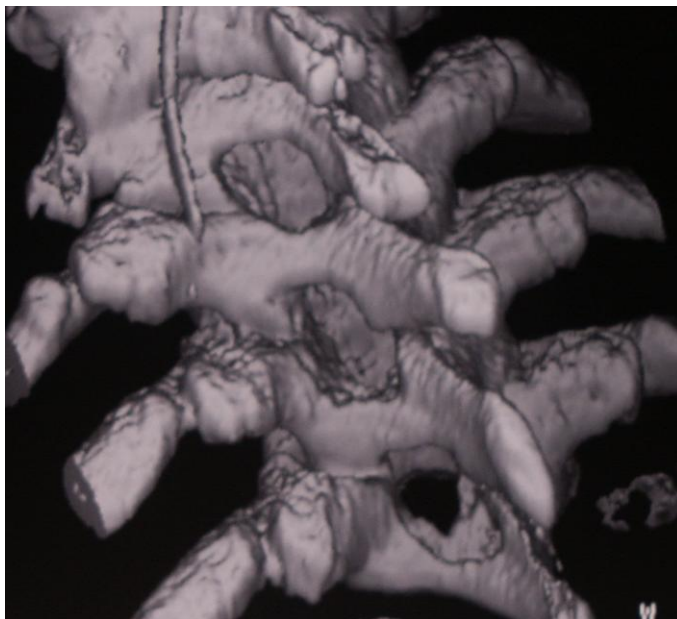
eltávolítását ún. „*hemi-semi laminectomiás*” féloldali feltáráson keresztül (Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski és mtsai 2008b, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2014b, Banczerowski és mtsai 2015).

I/II/5.4. A kórfolyamat laterális-longitudinális elhelyezkedése esetén alkalmazható műtétechnikai eljárások

Saját tapasztalataink alapján azon kórfolyamatokban, amikor a kórfolyamat laterális-longitudinális több szegmentumra kiterjedő, vagy dorzo-laterális-longitudinális elhelyezkedésű, akkor a laterális tér jobban áttekinthető volta miatt a *többszörös hemi-semi laminectomiás* feltárás ajánlható (57, 58. ábra). Ugyanakkor az intraspinalis tér nehezített áttekinthetősége miatt ezen technika alkalmazása nagyobb sebészi jártasságot igényel (Banczerowski és mtsai 2007, Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski 2009a).



57. ábra. Az intraoperatív fénykép (bal) és az illusztráció (jobb) a több laminát érintő hemi-semi laminectomiát (ún. interlaminaris fenestratio) ábrázolja.



58. ábra. 3D CT rekonstrukciós felvételen több laminát érintő hemi-semi laminectomia látható (ún. interlaminaris fenestratio).

I/II/5.4.1. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként vizsgáltuk és közöltük hazánkban a *laterális-longitudinális* elhelyezkedésű kórfolyamatok eltávolítását ún. *többszörös „hemi-semi laminectomiás”* féloldali feltáráson keresztül (Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski 2009a, Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2015).

I/II/6. Eredmények

Vizsgálataink alapján a gyakorlatban igazolható volt, hogy az általunk alkalmazott, illetve *kifejlesztett minimálisan invazív feltárási technikák alkalmasak* a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok döntő többségének dorzális irányból történő szövetkímélő megközelítésére és sebészi megoldására. Ezen technikai lehetőségeket *egységes szerkezetbe foglaltuk*.

Az egységes szerkezetbe foglalt gerincsebészeti szövetkímélő feltárárendszer a mindennapi gyakorlatban jól alkalmazható, *ajánlásként megfogalmaztuk*, szakmai folyóiratban közöltük. Megítélésünk szerint segítheti a *rendszerszemléletű gerincsebészeti gondolkodást*.

I/II/7. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a gerinccsatornában való *térbeli elhelyezkedésük alapján* a kórfolyamatok olyan *csoportosítási rendszerét*, amelyben *lokalizációhoz egyértelműen rendelkezhető* a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő *minimálisan invazív technika*. Ezen technikai lehetőségeket *egységes szerkezetbe foglaltuk és ajánlásként megfogalmaztuk*, amely segítheti a *rendszerszemléletű gondolkodást*. (Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2015).

I/III. Megbeszélés

A gerinccsatorna feltárására, az idegelemek felszabadítására a hagyományos sebészi megoldás hosszú ideig a laminectomia volt (Tandon és Vollmer 2000a, Iguchi és mtsai 2000, Kishan és Gropper 2006a), ugyanakkor degeneratív gerinccsatorna szűkülettel járó kórképekben a meta-analízis eredménye szerint a beavatkozás csak az esetek mintegy 64%-ában sikeres (Turner és mtsai 1992).

A nem kellően kielégítő eredményt főleg a megváltoztatott anatómiai és biomechanikai viszonyok következtében kialakuló másodlagos instabilitásnak (Fox és mtsai 1996) tulajdonították, amely a rögzítéssel együttjáró műtéttípusok elterjedéséhez vezetett (Turner és mtsai 1992). Ugyanakkor több tanulmány született arra vonatkozólag, hogy a rögzítéssel járó műtétek eredménye emelkedő gyakoriságuk ellenére nem haladja meg egyértelműen a rögzítés nélküli dekompreszióét (Lipson 2004).

A gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok eltávolítására is a laminectomia volt a leggyakrabban alkalmazott módszer. Elsősorban a többszörös laminectomiát követően a posztlaminectomiás kyphosis és az instabilitás kialakulásának esélye megnő, amelyek utólagos gerincsebészeti korrekciója sokszor nehéz és költségigényes feladat. Ezt megelőzendő, a primer műtétnél végzett egyidejű implantáció, rögzítés tekintetében az irodalom nem egységes, ugyanakkor további műtéti megterhelést, kockázatot és költséget jelent, általánosságban nem gyakran alkalmazott módszer.

A fent említett komplikációk kevésbé elfogadhatóak, mivel főleg a fiatalabb korosztályt érintik benignus intraspinalis tumorok feltárása következményeként. Ezen betegek esetében a

hosszú távú életkilátások romlanak, jelentős mértékű posztlaminectomiás kyphotikus deformitások alakulhatnak ki (**1. ábra**).

A paraspinális izomzat - elsősorban a m. multifidus - processus spinosusokról történő leválasztása, eltartása az izomzat sérüléséhez, atrófiájához vezethet, ez a későbbiekben a „failed back” szindróma egyik kiváltó oka lehet (Avellanal és mtsai 2014, Durand és mtsai 2015, Rigoard és mtsai 2015).

A m. multifidus beidegzése a nervus spinalis ramus dorzális ágából származik. Az idegág dorzális irányban haladva, a kisízület körül ívet leírva és több ágra oszolva idegzi be a m. multifidust, m. longissimust és m. iliocostalist. A m. multifidusnak az ízület középpontját meghaladó eltartása az ideg megfeszítésével jár, amely az izomzat denervációját eredményezheti. Az általunk alkalmazott technika nem teszi szükségessé az ízület középvonalát meghaladó azonosoldali izomeltartást, ugyanakkor ellenoldali feltárássra nincs szükség, így az izomzat iatrogén sérülése csökkenthető.

Az interspinalia és supraspinale szalagok sérülése hátrányosan befolyásolja az eleve károsodott biomechanikai környezetet. Saját műtéteink során a laminák interpedicularis része, a processus spinosus, valamint az interspinalia és supraspinale szalagok nem kerülnek eltávolításra, így a gerinc biomechanikai tulajdonságai kevésbé károsodnak.

A degeneratív gerinccsatorna szűkület megoldására alkalmazott féloldali feltáráson keresztül végzett, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálibrációs technika megfelel a minimális invazivitás követelményeinek, irodalmi adatok szerint munkacsoportoktól függően a beavatkozás hatásfoka 70-90% közöttire tehető (Thomé és mtsai 2005), amelyet saját eredményeink is megerősítenek. Az egyoldali laminotomia bizonyítottan hatékony és biztonságos módszer (Kim és mtsai 2009, Park és mtsai 2012) gerinccsatorna szűkületek kezelésében rövid (4 hét) (Deschuyffeleer és mtsai 2012), közepes (24 hónap) (Müslüman és mtsai 2012) és hosszú távon (4 év) (Oertel és mtsai 2006) is, valamint magas rizikójú páciensek esetében is, akiknél a szűkület több szinten jelentkezik (Papavero és mtsai 2009).

Sikeresen alkalmazható intradurális extramedulláris gerinc tumorok eltávolításában is, mivel a technika nagymértékű tájékozódást tesz lehetővé a gerinccsatornában (González-Martínez és mtsai 2012).

Saját anyagunkban progrediáló instabilitás nem volt észlelhető. Irodalmi adatok szerint a féloldali feltáráson keresztül végzett, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálibrációt

követően az esetek 5%-ában, az alávésést követően 9 %-ában volt szükség fúzió végzésére progresszív instabilitás miatt (Thomé és mtsai 2005).

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

A gerinccsatornában elhelyezkedő döntően szegmentális laterális kórfolyamatok eltávolításakor a hemi-semi laminectomiával járó feltárás során az „over the top” dekompreszióhoz hasonlóan a laminák interpedicularis része, a processus spinosus, valamint az interspinalia és supraspinale szalagok szintén nem kerülnek eltávolításra, így a gerinc biomechanikai tulajdonságai kevésbé károsodnak. A paraspinalis izomzat leválasztása féloldalon történik, és a pontos lokalizációnak köszönhetően a feltárás mérete az eltávolítandó lézióknak megfelelő. A műtéti üreg mérete számottevően kisebb a laminectomiához viszonyítva.

A hemi-semi laminectomia további előnye magasság tévesztéskor tapasztalható. Bármennyire pontos a perioperatív RTG-képerősítő magasság meghatározása, a fektetés, anesthesiológiai technikák, és/vagy aszimmetria következtében szomszédos spinalis rés kerülhet feltárásra. Ilyenkor a kiegészítő szomszédos hemi-semi laminectomia nem növeli számottevően a beavatkozás invazivitását.

Azon hemi-semi laminectomiából operált eseteinkben, ahol tumor recidiva miatt ismételt feltárás vált szükségessé, a gerinccsatorna megtartott hátsó csontos védelmi vonala rendkívül megkönnyítette és biztonságossá tette a korábbi ablak megnyitását, amely laminectomiák után komoly, rendszerint újabb, ép szegmentum feltárása felőli preparálást jelentett.

Véleményünk szerint gyakorlott kézben a többszörös interlamináris ablakon keresztüli behatolás során (szükség esetén mindkét oldalról, alkalmilag alternáló magasságban végezve), a gerinccsatornát kitöltő kiterjedtebb daganatok (pl. cauda ependymoma) eltávolítása is lehetséges - amely technikával az ismert posztoperatív komplikációk nagyrészt megelőzhetőek - ugyanakkor, amennyiben a feltárás elégtelennek bizonyul, az szükség szerint kiterjeszthető, növelhető.

A gerinccsatornában elhelyezkedő és a neuroforamenen keresztül extraspínálisan is terjedő homokóra tumorok eltávolítása, egyúttal a gerinc biomechanikai viszonyainak megőrzése komoly sebészi kihívást jelent (Ozawa és mtsai 2007, Nakamura és mtsai 2013).

A daganat elhelyezkedéséből adódóan a teljes eltávolításhoz korábban többségében kiterjedt csont és lágyrészdestrukcióval járó műtéti feltárások voltak alkalmasak. A minimálisan invazív idegsebészeti technika elterjedésével a gerincsebészetben is lehetőség nyílt a gerinc stabilitását megőrző, ugyanakkor az onkológiai elvárásoknak megfelelő műtéti eljárások kidolgozására.

A spinális tumorok egyötödét képező, legtöbbször benignus szövettanú tumorok leggyakrabban a fiatalabb, munkaképes korosztályban jelentkeznek. A műtéti kezelés során a teljes tumor eltávolítás ugyanolyan fontos, mint a gerinc stabilitásának megőrzése, a műtéti kockázat minimalizálása, valamint az intra- és posztoperatív szövődmények elkerülése. A neurofibromatosisban szenvedő betegeknél a többszörös spinális tumorok kialakulásának esélye az átlag népességhez képest jelentősen nagyobb (Braunsdorf 1988).

Ezen betegek kezelése során több, a gerinc különböző, vagy akár azonos területén végzett műtetre kell számítani, így előtérbe kerülnek a többszörös műtéti feltárások, beavatkozások hátrányai.

A hemi-semi laminectomiával kombinált „szupraforaminalis fűrt lyuk” és „nyitott csatorna” technika megfelel az egyéb minimálisan invazív módszerekkel kapcsolatos elvárásoknak. A klinikai gyakorlatban ezek gyors és hatékony eljárások (Banczerowski és mtsai 2008a, Banczerowski és mtsai 2009b, Banczerowski és mtsai 2014a).

A műtéti terület kisebb a laminectomiához és facetectomiához képest, de a kulcslyuk elv alkalmazása alapján elegendő a foramenben vagy canalis spinalisban elhelyezkedő elváltozás eltávolításához.

Mindkét módszer legnagyobb előnye az, hogy a daganat eltávolítható, ugyanakkor a kórfolyamatban részt nem vevő struktúrák - így a kisízület - nagyobb mértékben megőrizhetőek, így az ép szövetek szükségtelen károsítása, traumája jelentősen kisebb, mint a laminectomia és facetectomia során észlelt. Eddigi tapasztalataink alapján a kifejlesztett feltárások megfelelőnek bizonyultak a canalis spinálisban laterálisan és intraforaminalis elhelyezkedő, illetve extraforaminalisan terjedő daganatok eltávolítására.

Az axiális longitudinális, döntően a középvonalban elhelyezkedő kórfolyamatok megközelítésekor a gerinccsatorna megnyitása az áttekinthetőség szempontjából a középvonal felől a legkézenfekvőbb. Kurokawa és mtsai (1982) által fejlesztett open-door technika célja a nyaki gerinc megfelelő hátsó dekompressziója volt degeneratív esetekben, de a technikai nehézségek és a gerincvelő sérülés magas rizikója miatt nem terjedt el az általános gyakorlatban (Tomita és mtsai 1998, Edwards és mtsai 2000).

Tomita és mtsai (1998) általi módosítás vezetett a processus spinosusok kettéválasztásával járó laminotomia kifejlesztéséhez, amelyet elsősorban cervicális myelopathiás esetekben alkalmaztak. Ezen megközelítés előnye, hogy a hátsó ív szimmetrikusan rekonstruálható, a gerinccsatorna megnagyobbítása csontgrafttal biztosított és kisebb a vérzésveszély azáltal, hogy a hátsó középvonali epidurális térben kevesebb véna helyezkedik el (Tomita és mtsai 1998, Edwards és mtsai 2000).

Az általunk alkalmazott split laminotomiás technika fő előnye, hogy izomleválasztás egyik oldalon sem történik, a csontelvétel minimális, így a gerinc dorzális stabilizátorai nagymértékben megkímélhetőek.

A durasérülés gyakorisága nem volt magasabb, mint a hagyományos feltárások során. Tapasztalataink szerint az oszcilláló fűrész kevésbé alkalmas a gyakorlatban, mint a craniotom. Az oszcilláló fűrész nehezebben irányítható, így a dura és az idegképletek sérülésének esélye magasabb lehet. A split-laminotomia technika teljesíti a minimális invazivitás követelményeit, ugyanakkor gyors és hatékony feltárási mód. A műteti idő rövidebb a többi hasonló technikához viszonyítva, de ez nagymértékben függ a tumoreltávolítás idejétől (Wiedemayer és mtsai 2004, Hida és mtsai 2006). A vérveszteség hasonlóan alacsony a többi technikához viszonyítva (Wiedemayer és mtsai 2004, Hida és mtsai 2006).

A gerinccsatorna ezzel a módszerrel megfelelően megnyitható, mindkét laterális duraszél látótérbe hozható, a műteti terület szélessége megközelítőleg 1.5 cm, ami teljesíti a „kulcslyuk” koncepció elveit, és elégséges területet alakít ki elsősorban az intramedulláris kórképek eltávolításához. A feltárás nem befolyásolta a rezekció mértékét és a neurológiai kimenetelt.

Saját tapasztalataink összegzése alapján az újonnan kifejlesztett technika minden esetben alkalmas volt kórfolyamatok sebészi megoldására.

A módszer elvileg a gerinc teljes szakaszán alkalmazható, bármely életkorban. Felnőttekben a laminák kevésbé elasztikusak és törékenyebbek, mint gyermekekben, így a kettévágott processus spinosusok disztrakciója nehezebb, ugyanakkor kevésbé széles teret biztosít a mikroszkóp alatti sebési manipulációra. A nyaki gerincszakaszon az ívek vékonyabbak és elasztikusabbak, így a disztrakció könnyebben kivitelezhető, mint a háti, illetve ágyéki szakaszon. Mindazonáltal klinikailag tünetmentes processus spinosus törés az esetek 16%-ában, míg törésvonal létrejött a csigolyatestekben 5%-ban volt megfigyelhető, amelyek a későbbiekben spontán csontosodtak (Banczerowski és mtsai 2008b).

Érdekes megfigyelés, hogy a laminák sohasem törtek el az erősebb disztrakció során sem és az egyéb helyen letört darabok sosem kerültek a gerinccsatornába. Ha a retractorokat nem a csigolyaív belső cortexére pozícionáltuk közvetlenül a dura fölötti epidurális részben, a processusok törése gyakoribb volt a disztrakció során. A kisízületek az eljárás során érintetlenek maradtak, kontroll CT és MR felvételeken sem volt kimutatható károsodásuk.

Elméletileg az ívek, ízületek, szalagok elaszticitása elegendő mozgást engedélyez a disztrakció során. Bizonyos esetekben, fokozott disztrakció esetén traumás elváltozások alakulhatnak ki a csigolyatestek középvonalában klinikai jelentőség nélkül, amik csak a CT felvételen kerültek felismerésre.

A tumor eltávolításának feltétele műtét közben a cleavage felszín megtalálása. Amennyiben ez nem lehetséges, vagy nyilvánvalóvá válik a tumor infiltratív jellege műtét közben, az eltávolítást nem kell minden áron erőltetni, mivel sürgősségi és veszélyes a beteg számára (Brotchi 2002).

Azon esetekben, amikor az intramedulláris daganatok diffúz infiltratív jellegűek, nem távolíthatóak el teljesen - a gerinccsatornában lévő térszűkület csak átmenetileg oldható meg - a módszer kiegészítve alkalmas a gerinccsatorna relatív tágításra. Ezen metodika lehetséges a processus spinosusok közé ékelt saját csípőcsont felhasználásával, illetve heterológ vagy allograftok felhasználásával.

Az eljárás további bőrmetszést igényel a graft kivételéhez. A betegek ezt általában jól tolerálják, de néha fájdalmas lehet, megnövelheti a sebfertőzés valószínűségét, sebgyógyulási zavar, csípőcsont törés stb. alakulhat ki. Emiatt sok esetben megfontolandó heterológ vagy allograft használata, amelyek lehetnek speciális kerámia vagy hidroxipatit stb. spacer.

Alkalmazásuk hasonlóan történik, mint a csontgraftok esetén (Tomita és mtsai 1998, Shirashi 2002).

Saját csípőcsont esetében a csontos fúzió a kettévágott laminák 89.5%-ában volt megfigyelhető, amely hasonló értéket mutat PEEK cage alkalmazása esetén is (Banczerowski és mtsai 2008b, Papp és mtsai 2013b).

A donor csontkivétel helyén kialakuló komplikációk kiküszöbölése eredményeképpen, korai gyógyulás és rövidebb kórházi tartózkodás valószínűsíthető meg. A vérvesztés tovább csökkent és műtéti idő is jelentősen rövidült.

Az anatómiai variációk korlátozzák leginkább a processus spinosusokat szétválasztó technikák alkalmazását. Gracilis, vékony, eltérő alakú processusok esetén szinte lehetetlen szétválasztani a nyúlványokat a középvonalban és disztrakció során a törések is nagyobb eséllyel fordulnak elő. Ilyen esetekben mentő megoldás lehet a para-split laminotomia alkalmazása, amely során nem a középvonalban történik a nyúlványok szétválasztása.

Ugyanazon betegben ez a mentő technika kombinálható az alap split laminotomiával is különböző szinteken. A para-split laminotomia során az izomtapadások nagyobb mértékben sérülnek, de még így sem közelítik meg a hagyományos technikák során tapasztaltat és az intraspinalis, valamint supraspinalis szalagok is érintetlenek maradnak. Teoretikusan és tapasztalataink szerint a posztoperatív fájdalom és kyphotikus deformitás kialakulása kisebb valószínűséggel fordul elő. A cervicális és cervico-thoracalis görbület minimális mértékben változott meg az első posztoperatív évben és a műtét utáni fájdalom sem volt számottevő.

Gerincműtétek után kialakuló deformitások gyakorisága az irodalmi adatok alapján változó és több tényező szerepe is valószínűsíthető (Wiedemayer és mtsai 2004).

Vizsgálatainkban újonnan instabilitás, szubluxatio, kyphotikus deformitás nem alakult ki. A klinikai és radiológiai eredmények ígéretesek, a limitált utánkövetési időszak miatt egyelőre hosszútávú következtetéseket nem tudunk megfogalmazni, különösképpen kyphotikus deformitás kialakulása tekintetében. A gerinccsatorna hátsó védelmi vonalát és a paraspinalis izmok működését megőriztük, valamint szebb esztétikai eredményt értünk el a laminectomiához viszonyítva.

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

A canalis spinalis és a foramen megnyitása a kulcslyuk koncepciót alkalmazva elégséges betekintést eredményez, amelyben a csigolyaív és az ízület integritásának megbontása kisebb mértékű. Az operációs terület korlátozottabb a laminectomiához és facetectomiához viszonyítva, de a kulcslyuk koncepciónak megfelelően elegendő, hogy mikroszkóp alatt eltávolítsuk a gerinccsatornában, a foramenben és az extravertebrálisan elhelyezkedő daganatokat, illetve rekalibráljuk a gerinccsatornát.

Az általunk fejlesztett új minimálisan invazív technikák mellett fontos célkitűzésünk volt olyan egységes osztályozási rendszer kidolgozása, amelybe mind az általunk, mind az irodalomban fellelhető technikákat, annak alkalmazhatóságát rendszerezni tudjuk.

Kidolgoztuk a gerinccsatornában való térbeli elhelyezkedésük alapján a kórfolyamatok olyan csoportosítási rendszerét, amely lokalizációhoz egyértelműen rendelhető a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technika. Ezen technikai lehetőségeket egységes szerkezetbe foglaltuk (Banczerowski és mtsai 2012, Banczerowski és mtsai 2015).

Összefoglalóan a **9. táblázatban** összesítjük az általunk alkalmazott, a kórfolyamat elhelyezkedését figyelembe vevő, annak megközelítésére és eltávolítására a klinikai gyakorlatban jól alkalmazható, kipróbált minimálisan invazív technikákat. Egyes technikák egymással kombinálhatóak.

Az egységes szerkezetbe foglalt gerincsebészeti szövetkímélő feltárárendszer a mindennapi gyakorlatban alkalmazható, ajánlásként megfogalmaztuk. Ezen túlmenően segítheti a rendszerszemléletű gerincsebészeti gondolkodást.

II. fejezet: A csigolyák destrukcióját okozó egyes kórfolyamatok új idegsebészeti kezelésének lehetőségei

II/1. Általános bevezetés

A tumoros és degeneratív gerincbetegek növekvő száma miatt, egyre gyakrabban találkozunk a mindennapok során a csigolyák szerkezeti destrukciójával. Sok esetben a kiterjedt károsodás miatt a kezelés nem valósítható meg minimálisan invazív módon, de a fő cél továbbra is, hogy a lehető legnagyobb mértékben megőrizzük a még ép struktúrákat a kórfolyamat egyidejű kezelése mellett.

Időszerűvé vált, hogy a korábban alkalmazott hagyományos módszerek hatékonyságát vizsgáljuk és növeljük, új eljárásokat dolgozzunk ki, valamint egyes kitüntetett betegcsoportok esetében ajánlásokat fogalmazzunk meg a lehető legoptimálisabb kezeléshez.

A fejezet célja annak bemutatása, hogy a csigolyákat érintő különböző destruktív kórfolyamatok, - adott esetben ritka kórképek esetén - idegsebészeti szempontból milyen kezelési lehetőségek állnak rendelkezésre. A téma bemutatása három csoportban kerül tárgyalásra:

1. az axist érintő metasztatikus tumoros folyamatok
2. az oszteoporózis talaján összeroppant csigolyák sebészeti kezelési lehetőségei,
3. az atlasz, valamint az axis gyulladásos destrukciójának kezelése csecsemőkorban.

A modern onkológiai kezelés fejlődésével párhuzamosan a rosszindulatú daganatos megbetegedésekben szenvedők túlélése folyamatosan növekszik, emiatt a gerinc áttétek előfordulási gyakorisága is folyamatos növekedést mutat. Olyan betegek esetében, akik kórtörténetében rosszindulatú daganatos megbetegedés szerepel, 30-90%-ban fordulnak elő gerincet érintő metasztázisok. A metasztatikus gerincbetegek 20%-ában jelennek meg gerincvelő kompresszióval összefüggő neurológiai tünetek (Lee és Jung 2012).

A betegek számának növekedése a gerincsebészeket is új kihívások elé állítja. Egyes speciális területek sebészeti kezelése, - ilyennek tekinthető a cranio-cervicális átmenet -, nehézséget jelenthet a kezelést végző idegsebészek számára.

A következőkben bemutatásra kerülnek a C II (axis) csigolyát érintő - leggyakrabban metasztatikus- tumoros folyamatok eredményeként kialakuló csontdestrukciók sebészi kezelési lehetőségei, saját fejlesztésű módszerrel kiegészített eszköztára. A modern sebészi kezelés felöleli a perkután vertebroplasztikai eljárásokat, valamint az occipito-cervicális rögzítési lehetőségeket. Ezen régió sebészi kezelése a folyamatosan fejlődő eszköztár és a növekvő tapasztalat ellenére továbbra is kihívást jelent a kezelést végző orvosok - elsősorban az idegsebészek - számára.

Az osteoporózis gyakorisága egyre növekszik világszerte és Magyarországon is, a lakosság közel 10%-át érinti. 50 éves kor felett minden 3. nő és minden 5. férfi szenved az osteoporózis okozta tünetek miatt (Melton LJ 1997).

A dolgozatban a porotikus gerincbetegségek talaján fellépő csigolyatest destrukció kialakulásában szerepet játszó tényezőket, ill. gerinccsatorna szűkület esetén új módszerekkel történő sebészi kezelési lehetőségeket tárgyaljuk saját tapasztalataink alapján. A módszer ötvözi a vertebroplasztikai eljárásokat, valamint a csavaros-rudas transzpediculáris rögzítést. Mivel a beavatkozás jelentős invazivitással bír, nagy műtéti megterhelést jelent, így szigorú indikációs kritériumok felállítása szükséges.

A csigolya destrukciót okozó gyulladásos folyamatok kezelése esetenként nagy kihívást jelent. Nehézséget okozhat, ha a folyamat az atlaszt (CI) és az axist (CII) érinti, különösen csecsemőkorban. A dolgozatban ismertetésre kerülnek azok az új, részben konzervatív kezelési lehetőségek, amelyeket C I-II csigolyatesteket érintő gyulladás esetén alkalmaztunk csecsemőkorban, majd kitérünk a sebészeti kezelés indikációjára és szükségességére.

II/2. Célkitűzések

A csigolyákat érintő különböző eredetű destruktív kórfolyamatok, - adott esetben ritka kórképek - idegsebészeti szempontból jelentős kihívást jelentenek. Olyan új módszerek, eljárások, műtéti technikák kidolgozása, fejlesztő módosítása, kipróbálása és gyakorlati bevezetése volt a célunk, amelyek segíthetik egyes kórképek kezelését.

Ezen elvet követve az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. A C II (axis) csigolyát érintő - leggyakrabban metasztatikus - tumoros folyamatok eredményeként kialakuló csontdestrukciók új sebészi kezelési lehetőségei.

2. Az osteoporózis talaján kialakuló vagy tumoros és porotikus csigolyatest destrukció esetén alkalmazható sebészi kezelési lehetőségek klinikai alkalmazhatóságának meghatározása. Ajánlás megfogalmazása.

3. C I-II csigolyatesteket érintő gyulladás kezelési lehetősége csecsemőkorban.

II/3. A CII csigolyatesteket érintő tumoros folyamatok sebészi kezelése, különös tekintettel az atlantoaxiális átmenetre

II/3.1. Bevezetés és irodalmi háttér

A gerincet érintő tumoros folyamatok általában másodlagosak, primer neoplasma (benignus és malignus együtt) összesen 10%-a a gerinc csigolyáit érintő daganatoknak (Hatrack és mtsai 2000, Choi és mtsai 2010).

A gerincoszlop a csontmetasztázisokat adó malignus folyamatoknál a leggyakoribb célpont, az összes metasztázis előfordulása esetében pedig a harmadik leggyakoribb. A gerincen belüli lokalizációt tekintve a leggyakrabban a thoracális szegmentumok érintettek (70%), amelyet a lumbális (20%), majd a cervicális és végül a sacralis régió követ (Bartels és mtsai 2008).

Az orvostudomány fejlődésével az áttétképzésre hajlamos primer tumorok esetében az 5 éves túlélési arány fokozatosan növekszik, emiatt a gerinc metasztázisok előfordulási gyakorisága is növekedést mutat (Bailar és Gornik 1997, Hatrack és mtsai 2000, Heary és Bono 2001).

Leginkább a 40-65 éves korosztály érintett. Legnagyobb valószínűséggel a tüdő, az emlő, a vese, a prostata és a pajzsmirigy daganatok adnak áttétet a gerincbe (Jacobs és Perrin 2001, Ibrahim és mtsai 2005, Sciubba és mtsai 2010).

A terjedés módjai közül a haematogén út a legvalószínűbb mód, köszönhetően a gerinc vérrellátási sajátosságainak (csigolyák érellátása, Batson plexus).

A nyaki szakasz metasztatikus érintettsége viszonylagosan ritka, különösen az atlantoaxiális régióé (Joshi és mtsai 2002, Fourny és mtsai 2003, Fung és Law 2005).

Legnagyobb valószínűséggel az említésre került primer tumorok adnak ezen területre is áttétet, de egyre gyakrabban tapasztaljuk hematológiai betegségek (myeloma multiplex vagy lymphoma) kóroki szerepét is (Kotil K. 2007, Kaloostian és Gokaslan 2014).

A CI-es csigolya massa laterálisának, az odontoid nyúlványnak vagy a CII csigolyatestnek az érintettsége patológiás törésekhez, progresszív szubluxációhoz és gerincvelői kompresszióhoz vezethet. Neurológiai tünetek ritkán alakulnak ki, köszönhetően a C I-II magasságban mérhető relatív széles gerinccsatorna átmérőnek, azonban az instabilitás következtében jelentős nyaki fájdalom szinte minden esetben jelentkezik. Műtéti indikációt leggyakrabban az instabilitás vagy a gerincvelői kompresszió képez (Tomita és mtsai 2001, North és mtsai 2005).

Ezekben az esetekben a kezelési lehetőségek között említhető a műtéti megoldás, a radioterápia, a vertebroplasztika vagy az immobilisatio külső rögzítéssel. A leggyakoribb műtéti megoldás transzorálisan történik, amelyet hátsó occipito-cervicális rögzítés követ. A transzorális műtét számos kockázatot rejt magában, tapasztalt sebészt és személyzetet feltételez, gyakran nehéz feladat a transzorális implantátum beültetése, magas a fertőzésveszély, különösen azokban az esetekben, ha együtt fordul elő a beteg terhelt belszervi állapotával vagy társuló megbetegedéseivel. A kiegészítő hátsó fixálás legfőképpen azokban az esetekben ajánlott, amelyekben instabilitás vagy fenyegető patológiás törés jelei látszódnak. Bizonyos esetekben a kezelés további adjuváns radioterápiával vagy kemoterápiával egészülhet ki (Fourney és mtsai 2003, Fung és Law 2005).

Olyan, a CII csigolyát érintő metasztatikus esetekben, ahol epidurális tumor propagáció nem figyelhető meg, a vertebroplasztika alternatív kezelési lehetőség. Az eljárás lényege, hogy percutan, tű segítségével az érintett csigolyatestbe juttatott folyékony polimer (polimetil-metakrilát, PMMA) csontcement kitölti az összeroppant csigolyatesten belüli teret. Az injectált cement a mechanikai stabilitást növeli, csökkenti a fájdalmat és megelőzheti a csigolya patológiás törését (Anselmetti és mtsai 2012, Evans és mtsai 2015, De la Garza-Ramos és mtsai 2016).

A vertebroplasztika további hátsó rögzítéssel is kiegészíthető (Fourney és mtsai 2003).

Figyelembe véve a transzorális beavatkozás magasabb kockázatát, olyan sebészi kezelési lehetőséget kerestünk, amely kellő biomechanikai stabilitást képes kialakítani, ugyanakkor a betegek számára elfogadható kockázattal jár.

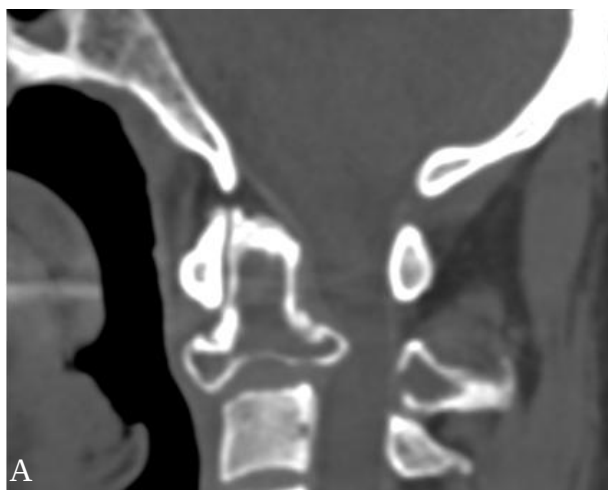
Vizsgálatunk során *transzorális vagy transzpediculáris vertebroplasztikát és hátsó occipito-cervicális rögzítést végeztünk CII metasztatikus kórképek szelektált eseteiben* (Papp és mtsai 2014).

II/3.2. Anyag és módszer

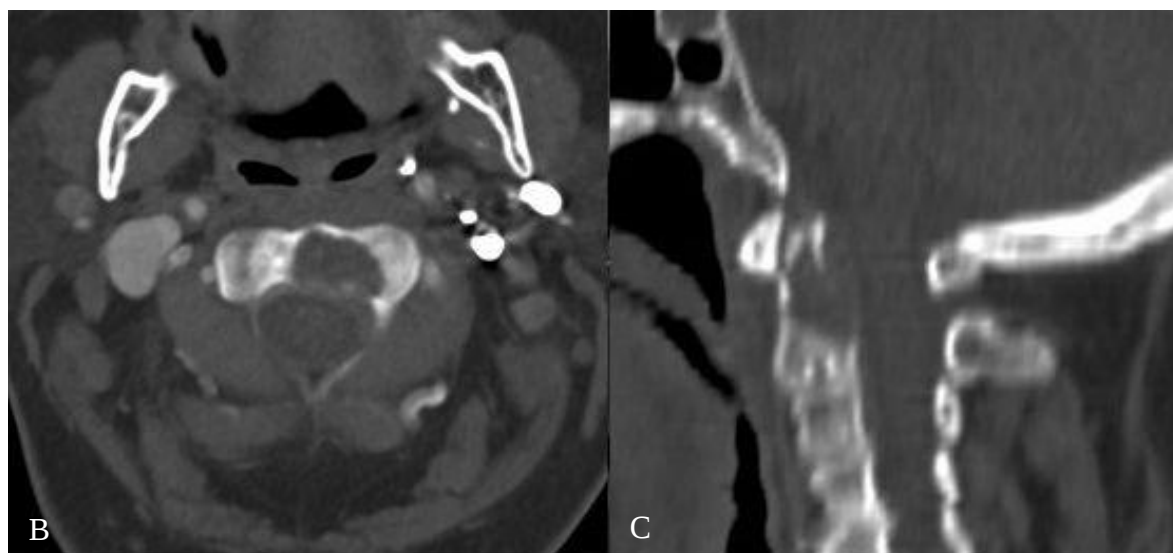
Kórházi adatbázisunkból 2009. január és 2012. december között Intézetünkben CII-es csigolyát érintő szoliter metasztatikus tumoros (**59. ábra**) betegeket kerestük ki (**11. táblázat**). Csak szövettanilag igazolt eseteket választottunk, és azokat a pácienseket kizártuk, akiknél epidurális propagáció vagy myelonkompresszió is megfigyelhető volt. Kor és nembeli megkötések nem voltak. Mindegyik beteg neurológiailag tünetmentes volt, ugyanakkor erős nyaki fájdalmat panaszolt. A szoliter CII metasztázist preoperatív gerinc MR-rel igazoltuk minden esetben, valamint CT vizsgálat történt a csontos viszonyok megítélése céljából.

Minden beteg részletes onkológiai kivizsgáláson esett át, a primer tumor biopsziás mintavétellel vagy sebészi eltávolítás után szövettanilag igazolt volt. Minden esetet onkoteam felügyelt és alakította ki az onkológiai kezelési tervet az aktuális kezelési protokollok alapján.

Osteolytikus CII tumoros áttétek esetében a vertebroplasztika és a C0-CV hátsó rögzítés indikációs területei a következők voltak: fenyegető vagy kialakulóban lévő csigolya kollapszus gyanúja, instabilitás, jó vagy kielégítő általános- és stabil onkológiai állapot, hosszú távú életkilátások, alacsony sebészi kockázat.



59. ábra. Preoperatív axiális és szagittális CT szeletek ábrázolják az osteolytikus CII metasztatikus csigolyatest és dens elváltozásokat. Myeloma multiplex **A**, tüdő carcinoma **B**, **C** (következő oldal). A csontos hátsó fal a gerinccsatorna felé részben hiányzik (**B**, **C**).



59. ábra. Preoperatív axiális és szagittális CT szeletek ábrázolják az osteolytikus CII metasztatikus csigolyatest és dens elváltozásokat. Myeloma multiplex **A** (előző oldal), tüdő carcinoma **B, C**. A csontos hátsó fal a gerinccsatorna felé részben hiányzik (**B, C**).

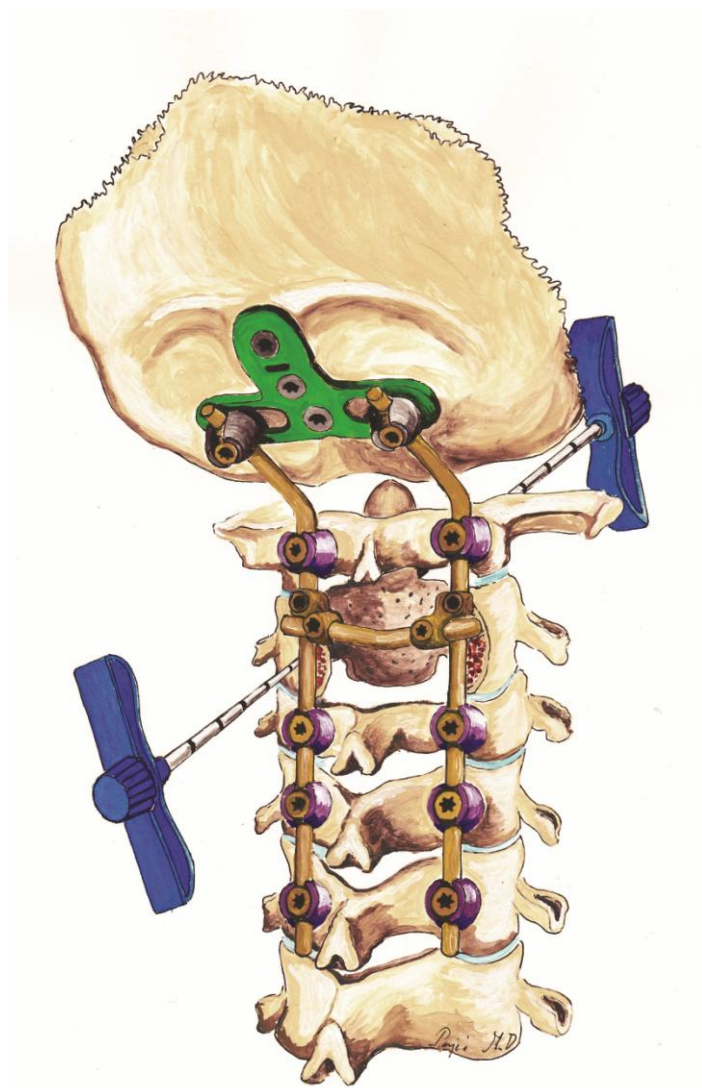
11. táblázat Osteolytikus C II metasztázissal kezelt betegek összefoglaló adatai

Beteg	Kor	Nem	Primer daganat	Megközelítés	Injektált PMMA mértéke (ml)
1.	43	nő	mell	transpediculáris	3.1
2.	52	nő	mell	transpediculáris	3.4
3.	74	nő	tüdő	transoralis	4.2
4.	48	ffi	tüdő	transpediculáris	5.0
5.	47	ffi	Myeloma multiplex	transoralis	4.5

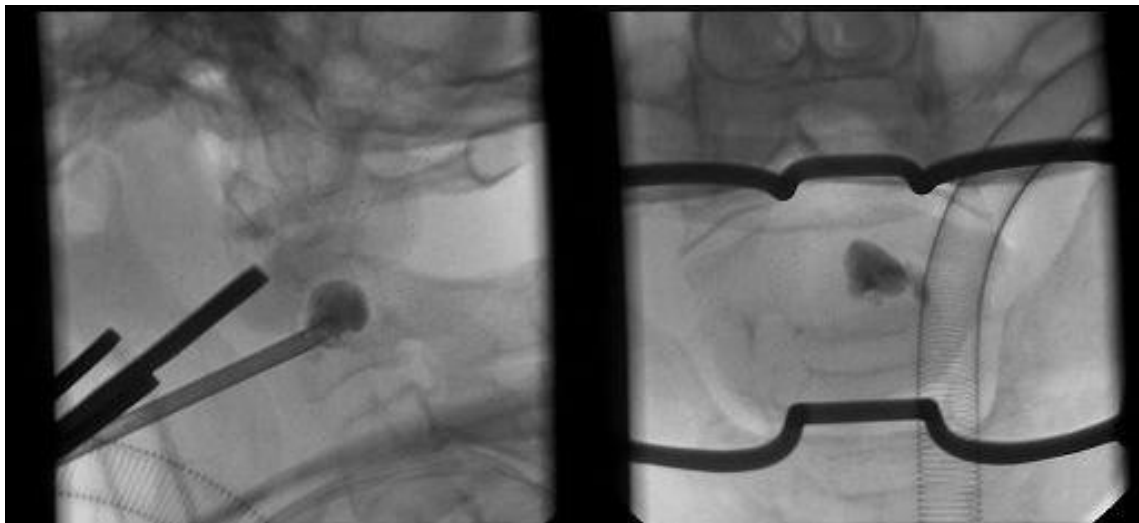
Technika. Műtét előtt a beteg fejét HALO eszközben rögzítettük, a beavatkozások ebben történtek. A transzorális biopszia és a vertebroplasztika (**60. ábra, 61. ábra**) a neurointervenciós laboratóriumban történt, digitális szubtrakciós angiográfia egységet felhasználva (GE LCV+). A beavatkozás altatásban történt, folyamatos képerősítő ellenőrzés alatt, hogy a csontcement injectálása alatt az esetleges szövődmények észlelhetőek legyenek. Ezt követően a betegeket a műtőbe szállítottuk a hátsó fixatio (**60. ábra, 62. ábra**) elvégzése céljából. A transzpediculáris vertebroplasztika (**63. ábra**) nyitott műtét során történt képerősítő kontroll mellett (BV Pulsera, Philips Medical Systems), hogy elkerüljük a perivertebrális intravénás cement penetrációt.

Tapasztalataink szerint a transzpediculáris PMMA (polimetil-metakrilát) injekció megfelelő metódus a CII osteolytikus metasztázisok és akár az alsóbb csigolyák kezelésében is. A transzorális PMMA injekció olyan esetekben ajánlott, amikor mind a dens axis, mind a CII csigolyatest tumorosan infiltrált. A hátsó megközelítés a denshez rendkívül bonyolult és veszélyes, éppen ezért nem ajánlott.

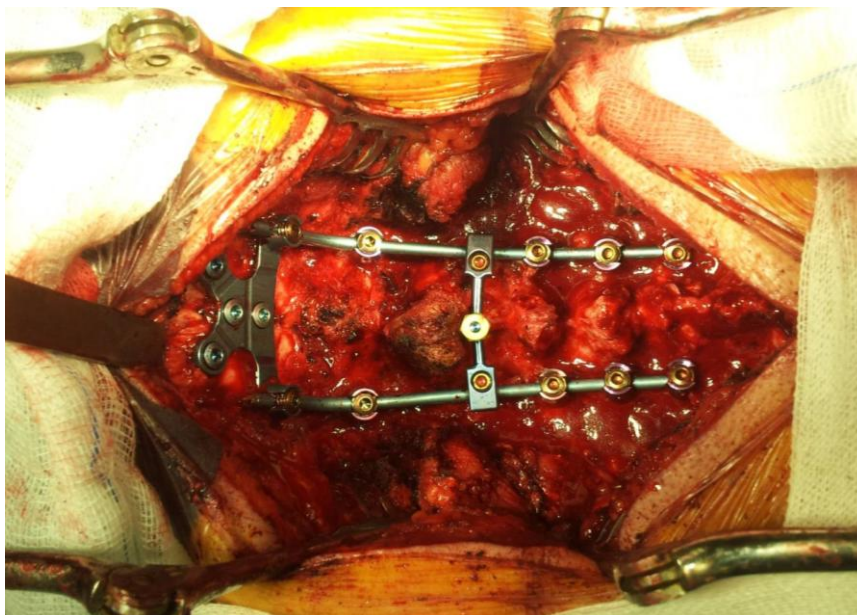
A műtét után közvetlenül RTG és CT, valamint két és hat hónappal később minden esetben MR- és CT vizsgálatot végeztünk a műtét eredményének kontrollálása, valamint a csontos struktúrák ellenőrzése céljából. Ezt követően félévente vagy állapotváltozástól, illetve neurológiai állapottól függően történt ismételt MR vizsgálat.



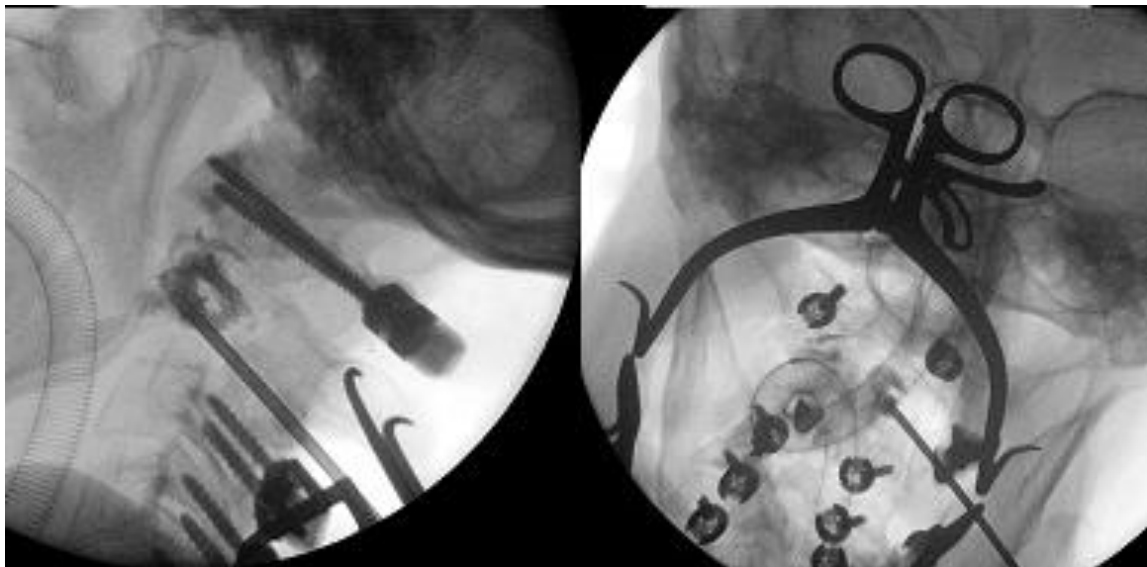
60. ábra. A sematikus rajz a transzorális és a transzpediculáris vertebroplasztikát lehetővé tévő injectáló eszköz elhelyezkedését mutatja, valamint az occipito-cervicális rögzítés látható.



61. ábra. Az intraoperatív RTG a transzorális vertebroplasztikát mutatja, AP (jobb) és oldalirányú (bal) nézetből.



62. ábra. Az intraoperatív fénykép a hátsó occipito-cervicális rögzítést ábrázolja.



63. ábra. Az intraoperatív RTG a transzpediculáris vertebroplasztikát mutatja, AP (jobb) és oldalirányú (bal) nézetből, valamint a hátsó rögzítés csavarpárjai láthatóak.

II/3.3. Eredmények

Vizsgálatunkba 5 beteget választottunk be, 3 nőt és 2 férfit, akiknél osteolytikus CII metasztázis került felismerésre. Az átlagos életkor 58,2 év volt (43-74 év). Szövettanilag bizonyítottan 2 esetben a primer daganat emlő, 2 esetben tüdő és 1 esetben myeloma multiplex volt. Az átlagos utánkövetési időszak 13 hónap volt (8-19 hónap).

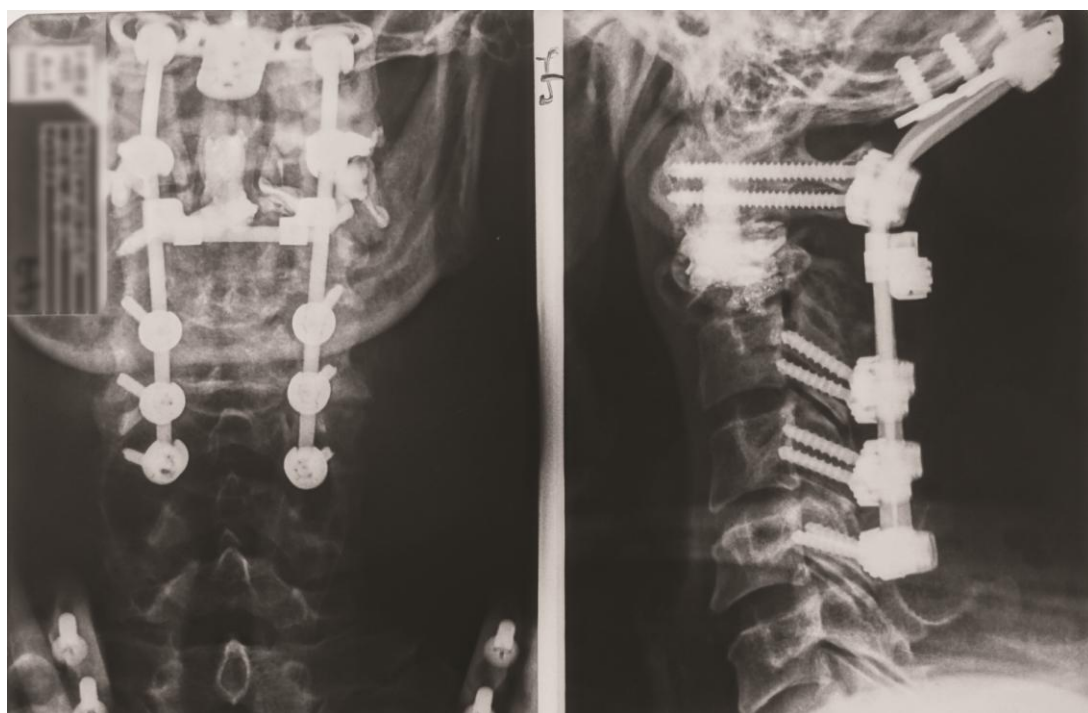
Két beteg transzorális CII biopszián, vertebroplasztikán és hátsó occipito-cervicális fixáción (C0-V) esett át. A másik 3 esetben nyitott hátsó CII biopsziát és transzpediculáris vertebroplasztikát végeztünk C0-V hátsó occipito-cervicális fixációval kombinálva (Axon, CerviFix, Synthes GmbH Switzerland; Vertex Select, Medtronic Sofamor Danek USA Inc.).

A posztoperatív nyaki fájdalom incidenciája alacsonyabb volt, mint a preoperatív fájdalomé. A preoperatív vizuális analóg skála (VAS) átlag érték 7 volt (tartomány: 6-8), míg a posztoperatív átlag 3,5 volt (tartomány: 2-5). A műtétek után sem sebészi, sem neurológiai szövődmény nem alakult ki.

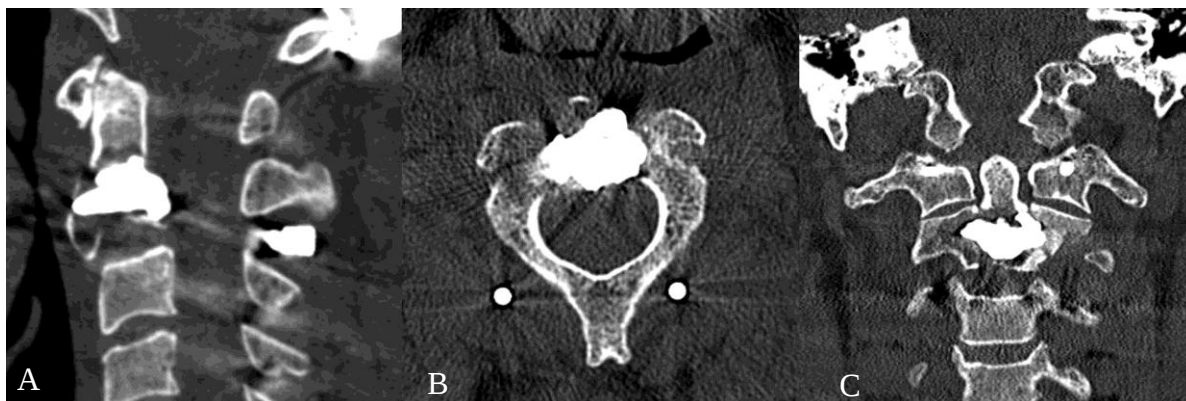
Az átlag injektált PMMA térfogat 4,0 ml volt (tartomány: 3,1-5 ml) (11. táblázat). Az injektált PMMA mennyiségét intraoperatíván mértük a fecskendőben megmaradó térfogat alapján. Az átlagos dens és CII csigolyatest feltöltés több mint 60%-os volt. A térfogatmérés rekonstruált többsíkú CT felvételek alapján történt.

Egy esetben figyeltük meg cement megjelenését a CI-II ízületben, a többi esetben cementfolyás nem történt a gerinccsatornába vagy a paravertebrális régióba. A cement kifolyásának hátterében több tényező állhat: nem megfelelő zárólemez integritás, kiterjedt porckorong destrukció, a csigolya hátsó falának károsodása. Minden esetben az injectálás folyamatos röntgen ellenőrzés mellett történt a komplikációk elkerülése érdekében.

A HALO szerkezetek az első posztoperatív kontroll CT vizsgálatok után eltávolításra kerültek, ezen vizsgálatok a harmadik posztoperatív napon történtek. A kontroll RTG, CT felvételek a PMMA és az occipito-cervicális fixációs csavarok megfelelő helyzetét mutatták (64., 65., 66., 67. ábra). A csontos viszonyok megítélésére, esetleges instabilitás kialakulásának utánkövetésére rendszeresen CT felvételeket készítettünk, de ez egyetlen esetben sem volt megfigyelhető a kontroll időszakban.



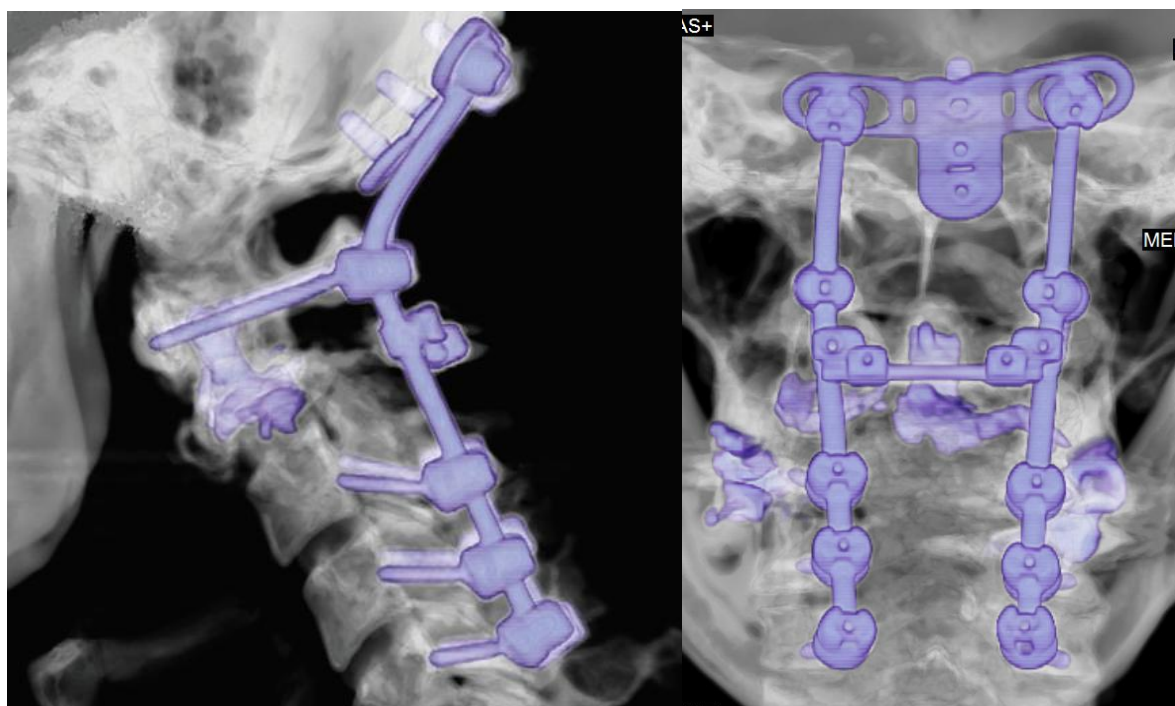
64. ábra. A posztoperatív RTG a CII vertebroplasztikát mutatja, oldalirányú (jobb) és AP (bal) nézetből, valamint a hátsó occipito-cervicális rögzítés látható.



65. ábra. Posztoperatív szagittális (A) axiális (B) és koronális (C) CT rekonstrukció a CII csigolyatest PMMA vertebroplasztikáját mutatja.



66. ábra. Posztoperatív szagittális CT rekonstrukció (A) és axiális metszet (B) a CII dens és csigolyatest PMMA vertebroplasztikáját mutatja, valamint a hátsó occipito-cervicális rögzítés látható.



67. ábra. Posztoperatív 3D CT rekonstrukció (laterális nézet (bal) és AP nézet (jobb)) a CII dens és csigolyatest PMMA vertebroplasztikáját mutatja, valamint a hátsó occipito-cervicális rögzítés látható.

II/3.4. Megbeszélés

A gerincoszlop legmobilisabb, ugyanakkor legkevésbé stabil része az atlantoaxiális ízület. Az occiput-CI-CII komplex felelős a nyaki rotáció 60 %-áért, valamint a nyaki flexió-extenzió 45 %-áért (Fourney és mtsai 2003, Du JY és mtsai 2015).

A megfelelő stabilitást döntően a ligamentum transversum, az odontoid nyúlvány és a CI-II laterális ízület biztosítja. Ezen struktúrák destrukciója instabilitás és subluxatio kialakulásához vezethet. Jellegzetes tünetei a nyak és fejmozgások fájdalom általi korlátozottsága, főleg rotáció során. Sokszor egyedüli tünetként a nyaki gerinctáji fájdalom jelenik meg és ennek háttérében kerül felismerésre a metasztatikus betegség. Amennyiben korábban primer daganat ismert volt, ezen tünet hívhatja fel a figyelmet az áttét megjelenésére (Joshi és mtsai 2002, Fourney és mtsai 2003, Fung és mtsai 2005).

Konzervatív terápia részeként a nyaki szakasz immobilisatiója vagy sugárkezelés jöhet szóba. A sugárkezelés átlagosan 10-14 nap után fejti ki fájdalomcsillapító hatását, maximum 2-

5 hónapig (Gilbert HA és mtsai 1977, Barnes és mtsai 2015, De Bari és mtsai 2016, Wolanczyk és mtsai 2016).

Fő komplikációja a késleltetett csontosodás lehet, amely a csigolya összeroppanásának esélyét növelheti. Kiegészítésként nyaki rögzítő gallér viselése javíthatja az életminőséget. Korábban besugárzott daganatos betegek esetében ismételt sugárterápia korlátozottan jön szóba, továbbá rossz prognózis és rövid életkilátások fennállása esetén is kerülendő.

A perkután vertebroplasztika osteolytikus csontmetastasisok esetében jól tolerálható kezelési módszer, még rossz általános állapot esetén is (Sun és mtsai 2014, Xie és mtsai 2015). Az injektált cement véd a patológiás törés, csigolya összeroppanás és a következményesen kialakuló fájdalom ellen is.

Sebészi kezelés atlanto-axiális instabilitás, epidurális tumor terjedés, következményes gerincvelő kompresszió jelenléte vagy veszélye, valamint az életminőség javítása esetén indikált. A várható túlélés az alapbetegség stádiumától és kiterjedtségétől függ, azonban a sebészi kezelés az életminőséget javíthatja. Sok esetben a metasztázis nem izoláltan a CII-es csigolyában fordul elő, hanem más csigolyák is érintettek lehetnek (Fourney és mtsai 2003).

Ventrális tumorpropagáció esetén transzorális feltárás és csavaros-rudas rögzítés ajánlott a gerincvelő kompresszió megszüntetéséhez, a maximális biomechanikai stabilitás biztosításához, ugyanakkor a transzorális feltárás és kezelés technikailag nehéz és potenciálisan veszélyes. Számos szövődménnyel kell számolni, mint a sebgyógyulási zavar, fertőzés, retropharyngeális haematoma, agyvízfolyás.

A szűk és limitált méretű operációs terület az elülső fixálást nehezzé teszi, ezért a transzorális/transzpediculáris PMMA injekció kiegészítve hátsó fixációval optimális alternatíva lehet a CII-es csigolyát érintő egyes osteolytikus metasztatikus tumorok esetén, ahol az epidurális tumor propagáció nincs jelen. A cement csorgás esélye kisebb, ha a CII-es csigolya hátsó fala intakt. A vertebroplasztika mellett a transzorális és transzpediculáris punkció lehetővé teszi a szövettani vizsgálatához való mintavételt is.

Tapasztalataink szerint a transzpediculáris PMMA injekció főleg a CII-es csigolyatestet érintő metasztázis esetén, míg a transzorális injekció mind a dens, mind a CII-es csigolyatest elválása esetén megfelelő eljárás. A hátsó feltárás a dens eléréséhez nehéz és bonyolult

eljárás, ennek megfelelően nem ajánlott. A vertebroplasztika ventrálsan stabilizálja az atlantoaxiális régiót és véd a patológiás törések ellen.

Betegeink folyamatos onkológiai kezelésben részesültek. Vertebroplasztika és hátsó fúzió jó általános állapotban lévő, hosszútávú életkilátásokkal rendelkező és stabil onkológiai státuszban lévő betegek esetében alkalmazandó. A kezelés ellenére előfordulhat a tumoros betegség progressziója, egyidejű oszteoporózis is jelen lehet. Amennyiben a tumoros progresszió érinti az atlantoaxiális ízületet, vagy a C1 massa laterálisát, az instabilitás kialakulásának valószínűségét jelentősen megnöveli. A CII csigolya és a CII pediculusok tumoros érintettsége miatt a csavarok behelyezése sokszor nem lehetséges, így „úszó” (floating) CII szegmentum alakulhat ki. Egyidejű oszteoporózis tovább rontja a stabilitást, ami nem csak idősokban, hanem kemoterápia után is gyakrabban észlelhető.

A szubaxiális cervicális massa laterális csavarok kevésbé tartanak jól, mint a CII transzpediculáris és CI massa laterális csavarok.

Betegeink esetében az eleve tumorosan infiltrált CII és a potenciálisan oszteoporotikus csigolyák jelenléte - a magas rotációs és szagittális irányú erőbehatásokat figyelembe véve - szükségessé tették a kiterjesztett (C0-CV) fixatio végzését a maximális stabilitás biztosításához.

Ezen beavatkozást azon betegeknél végeztük el, akiknél kezdődő vagy zajló CII csigolyatest tumoros összeroppanás volt megfigyelhető, a betegeket stabil onkológiai állapot, jó klinikai általános állapot és hosszútávú életkilátások jellemezték alacsony sebészi kockázat mellett. Epidurális tumor propagációval rendelkező betegeket vizsgálatunkba nem vontunk be.

Fontos észrevétel, hogy a kisebb méretű (C0-CIII) fixatio helyett a kiterjesztett (C0-CV) fixatio ajánlott az esetek nagy részében, mivel hosszabb életkilátások esetén a tumoros folyamat progressziójára lehet számítani az onkológiai kezelés ellenére, amely az atlanto-axiális strukturális elemek destrukciójához vezet, így a kisebb méretű stabilizálás a jövőben elégtelen lehet és reoperáció válhat szükségessé. A reoperáció magasabb kockázatú ismételt beavatkozást jelenthet a komplikációk növekedésével, amely a beültetett fémanyagok lazulása, a hegyszövet kialakulása, a radio- vagy kemoterápia után kialakuló sebgyógyulási zavar valószínűségének növekedése miatt jön létre.

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

Vizsgálatunkat relative kis beteganyagon végeztük, a klinikai és radiológiai eredmények nagyon ígéretesek, de hosszabb távú következtetések megfogalmazásához nagyobb betegszámú vizsgálatok szükségesek.

II/3.5. Összefoglalás

Az orvostudomány fejlődésével az áttétképzésre hajlamos primer tumorokban az 5 éves túlélési arány növekszik, emiatt a gerinc metasztázisok előfordulási gyakorisága is nő. A nyaki szakaszon viszonylag ritkábban fordulnak elő metasztázisok, az atlantoaxiális régió érintettségével egyre gyakrabban találkozunk. A gerincoszlop legmobilisabb része az atlantoaxiális ízület, de ezzel egyidőben a legkevésbé stabil is. Ezen struktúrák osteolytikus destrukciója instabilitás és subluxatio kialakulásához vezethet.

A vertebroplastika kiterjesztett (C0-CV) hátsó fixációval, kezdődő vagy zajló CII csigolyatest tumoros összeroppanás esetén, a stabil onkológiai és jó klinikai általános állapotban, hosszútávú életkilátások esetén alacsony sebészi kockázat mellett megfelelő kezelési módszert biztosít.

II/3.6. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk, valamint publikáltuk a *transzorális és transzpediculáris vertebroplastika módszerét egyidejű hátsó hosszú csavaros rudas rögzítéssel* CII csigolyatest osteolytikus metasztázisa esetén, amely a meggyőző klinikai eredmények hatására rendszeresen alkalmazott új módszerré vált az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben (Papp és mtsai 2014).

II/4. A csigolyatesteket érintő oszteoporotikus folyamatok kezelése augmentált csavaros rudas rendszerrel

II/4.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Az oszteoporózis gyakorisága egyre növekszik, világszerte körülbelül 200–250 millió embert érint. Amint már korábban említettük, a magyar epidemiológiai adatok szerint a magyar lakosság közel 10%-a szenved csontritkulásban. Hazánkban 50 éves kor felett minden 3. nő és minden 5. férfi szenved valamilyen formában az oszteoporózis okozta tünetek, illetve szövődmények miatt. Nők esetében a csonttömeg akár 30%-kal is csökkenhet a 40. és 60. életév között. Prediszponáló tényezők között az öregedő társadalomnak és a megváltozott életkörülményeknek, valamint D-vitamin-hiánynak lehet szerepe, amely az 50 évesnél idősebbek több mint 30%-ánál okoz patológiás csontelváltozást (Poór 1999, Felsenberg és mtsai 2002, Bączyk és mtsai 2012, Sanfélix-Gimeno és mtsai 2013). Magyarországon évente mintegy 80 000 oszteoporózis okozta csonttörést regisztrálnak, amelyből körülbelül 30 000 csigolyatörés. A törések egy része jelentős canalis stenosisal és instabilitással is jár (Tzermiadianos és mtsai 2008).

Az adatok becslésnek tekinthetők, mivel a csigolyatörések egy részét véletlenül fedezik fel röntgenfelvétel vagy egyéb képalkotó vizsgálat során, míg a betegek egy része panaszmentes, illetve időszakosan jelentkező háti vagy ágyéki fájdalomra panaszskodik.

Megközelítőleg az esetek 10%-ában ismerik fel azonnal az akut csigolyatest-kompressziót. Egy csigolyatest törése utáni következő törés a szomszédos szegmentekben körülbelül 4–5-ször gyakrabban fordul elő, egyszerre több csigolyát érintő elváltozásnál ez 12–20-szoros kockázatot jelenthet (Magyar Oszteoporózis és Osteoarthrológiai társaság szakmai ajánlása 2008).

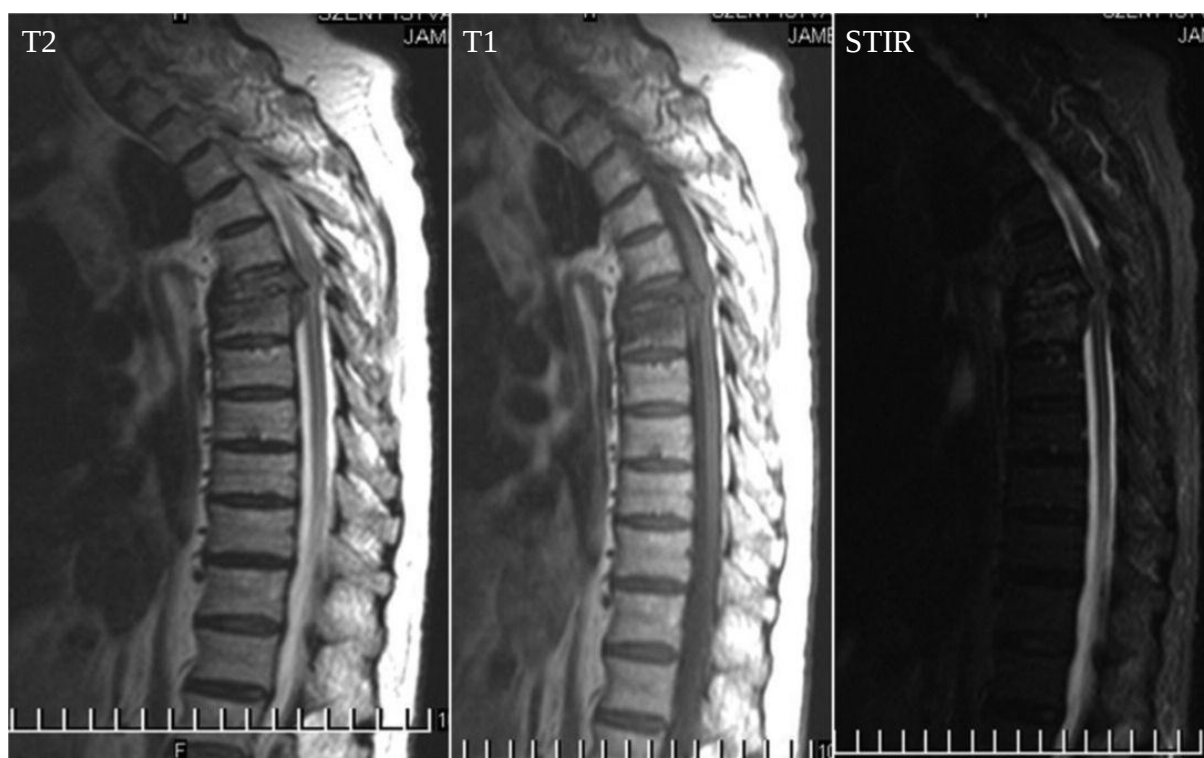
A porotikus kompressziós csigolyatesttörések legelterjedtebb minimálisan invazív kezelési módja a mai napig a kypho- vagy vertebroplastica (Guglielmi és mtsai 2005).

Az eljárás lényege, hogy percutan, tű segítségével transzpediculárisan az érintett csigolyatestbe juttatott folyékony polimer (polimetil-metakrilát, PMMA) csontcement kitölti az összeroppant csigolyatesten belüli teret – kyphoplastica esetén –, részben visszaállítva a premorbid anatómiai viszonyokat (Chiras és mtsai 1997, Kim és mtsai 2012, Chu és mtsai 2013).

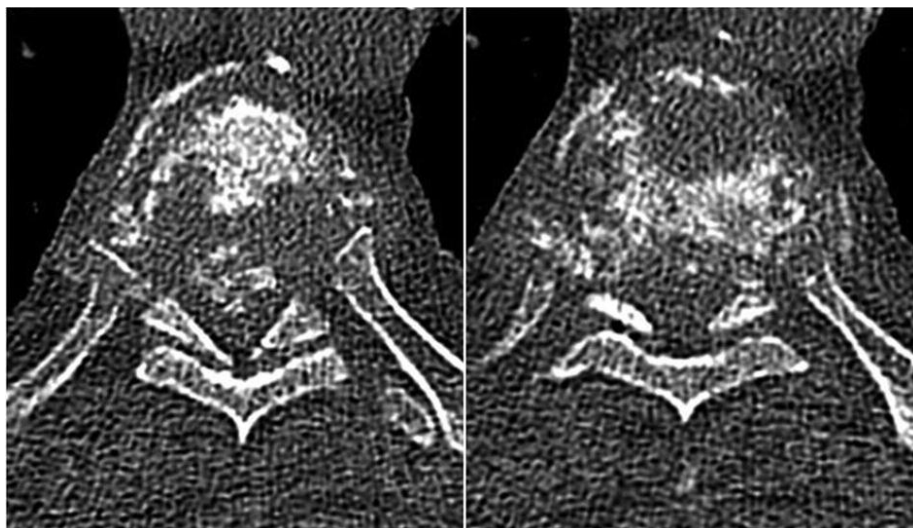
Myelonkompresszió esetén módosított változata, a nyílt vertebroplastica használható. Ebben az esetben a műtéti feltárás során megtörténik a dekompreszió, illetve ezzel egy időben a csontcement poroticus testbe történő direkt, képerősítő alatt kontrollált injektálása is. Mindkét eljárás során, illetve a posztoperatív vizsgálatok alapján észlelt szövődmények közül a canalis spinalisba, illetve foramenbe folyó PMMA okozta gerincvelő-kompresszió, durazsák-, ideggyök- vagy gerincvelő-sérülés, psoashaematoma, légmell, nyelési nehezítettség vagy a praevertebralis vénákba kilépő csontcement okozta tüdőembólia emelhető ki (Health Quality Ontario 2010).

A pulmonalis embolisatiót – az irodalom szerint – okozhatja a csontcement kilépése a prae- és paravertebralis vénás hálózaton keresztül, vagy pedig zsírembólia az injektálást követően a spongiosából kipréselt zsírszövet révén (Sifuentes és mtsai 2013, Makary és mtsai 2015).

Kifejezett cauda- vagy myelonkompresszió esetén, jelentős diszlokációval és canalis szűkülettel járó patológiás törésnél (**68., 69. ábra**), instabilitásnál, illetve a gerincet érintő tumor és jelentős osteoporózis együttes fennállása esetén önmagukban a percutan plasztikák nem eredményeznek a betegek állapotában hosszútávú javulást, így ezekben az esetekben szükségessé válik kellő rögzítéssel kombinált direkt gerincsebészeti beavatkozás a megfelelő stabilitás, illetve dekompreszió eléréséhez.



68. ábra. Canalis spinalis szűkülettel és myelonkompresszióval járó poroticus csigolyatörés különböző súlyozású MR felvételeken (balról-jobbra: T2, T1, STIR).



69. ábra. Súlyos canalis szűkülettel járó poroticus csigolyatörés axiális CT képe.

Az utóbbi évtizedekben több olyan műtéti eljárás is napvilágot látott, amelyek során a kívánt stabilitás eléréséhez transzpediculárisan behelyezett csavarokat használnak. A standard csavarozási technika esetében azonban jelentős problémát jelent a poroticus, gyenge csontszerkezet limitált csavarmegtartó képessége, amely az esetek jelentős százalékában – az implantátumok körüli csontállomány további felszívódása, felritkulása révén – egy idő után a csavarok kilazulásához, ennek következtében a gerinc statikus stabilitásának elégtelenné válásához és progresszív kyphosishoz, fájdalomhoz, súlyosabb esetekben neurológiai tünetek kialakulásához vezethet (Soshi és mtsai 1991, Wittenberg és mtsai 1993).

A csavar rögzítő ereje néhány egyszerűbb technikai fogással is fokozható, de ez általában további szövődménnyel is jár. Nagyobb átmérőjű csavarok esetén nagyobb stabilitás érhető el, viszont ebben az esetben a pediculus törése nagyobb valószínűséggel következhet be. Tovább fokozható a csavarok rögzítőszilárdsága a csavarok számára kialakított járat feltöltésével csontcementtel közvetlenül annak behelyezése előtt, vagy a standard módon behelyezett csavar utólagos „körbeöntése” direkt vagy percutan vertebroplasticás technikával. *Ez utóbbi technológia jelenleg kifejlesztés és kipróbálás alatt áll Intézetünkben.* A járat feltöltése során az injektált csontcement időnkénti kifolyása következtében létrejövő exotermikus reakció, illetve a neurológiai struktúrák kompressziója miatt bekövetkező súlyosabb szövődmények miatt a PMMA ily módon történő használata széles körben nem terjedt el (Wilkes és mtsai 1994).

A *poliaxiális perforált kanülált csavarok PMMA-val való együttes alkalmazása* azon korábbi technikák továbbfejlesztett műtéti eljárása volt, amelyeknek célja a hosszú távú stabilitás elérése, illetve az említett szövődmények csökkentése az oszteoporotikus csigolyatörésben szenvedő betegeknél (Becker és mtsai 2008, Lattig 2009).

Az eljárás alatt bekövetkező szövődmények tekintetében a kilépő Cemex (Tecres, Verona, Olaszország) vagy zsír okozta tüdőembólia jelenti a legnagyobb veszélyt, így fontos, hogy a bevezetett csavarok helyzete megfelelő legyen és csak a stabilitáshoz feltétlenül szükséges mennyiségű csontcementet fecskendezzünk a poroticus corpusba (maximum 2–3 ml), illetve az, hogy a Cemex viszkozitása megfelelő legyen. Jó minőségű képerősítőn már 0,2 ml Cemex kilépése is észlelhető az operáció alatt.

Saját tapasztalatainkat foglaljuk össze az új eljárással kapcsolatban, amelyet 2009-től 2012-ig intézetünkben 12 beteg esetében alkalmaztunk.

II/4.2. Anyag és módszer

Intézetünkben 2009 és 2012 között 12 beteg 15 kompressziós csigolyatörését kezeltük PMMA augmentált kanülös transzpediculáris csavarokkal. A kilenc nő és három férfi átlagéletkora 71 év volt (65–76 év). Mind a 12 beteg esetében a csigolyatestet, illetve a kisízületeket érintő kórfolyamatok jelentős mértékben rontották a gerinc elsősorban statikus stabilitását, jelentős életminőségbeli romlást eredményezve.

A poroticus folyamatok következményeként az egy vagy több csigolyatestet érintő kompressziós törés, valamint a canalis spinalis stenosis jelentős fájdalmat, az esetek egy részében neurológiai károsodást okozott. A betegek röntgenképanyagának áttekintése során a kompressziós csigolyatöréseket a Genant és munkatársai által leírt szemikvantitatív módszerrel osztályoztuk (Genant és mtsai 1993).

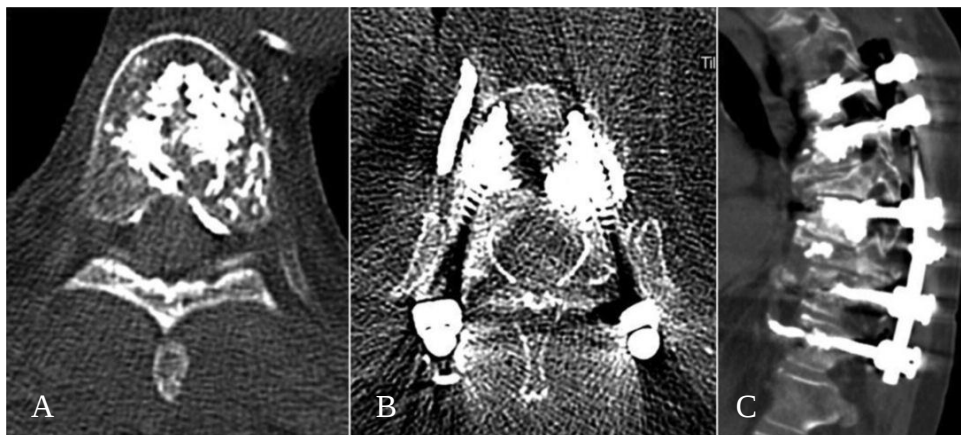
A klasszifikáció a kompresszió mértéke alapján megkülönböztet enyhe (grade 1.), közép súlyos (grade 2.) és súlyos (grade 3.) fokú poroticus törést, ezen belül a deformitás alakjának megfelelően ékképződést, bikonkáv deformitást és zömítéses törést. A grade 1. fokozat <25% magasságcsökkenést jelent az elülső, középső, vagy hátulsó csigolyamagasságban, grade 2. esetén 25–40% közötti, míg grade 3-nál >40% a magasságredukció.

A 12 betegünk 15 csigolyatöréséből 13 a legsúlyosabb, grade 3., míg a maradék kettő a grade 2. csoportba volt besorolható. A két enyhébb fokozatú (grade 2.) törés esetében nem

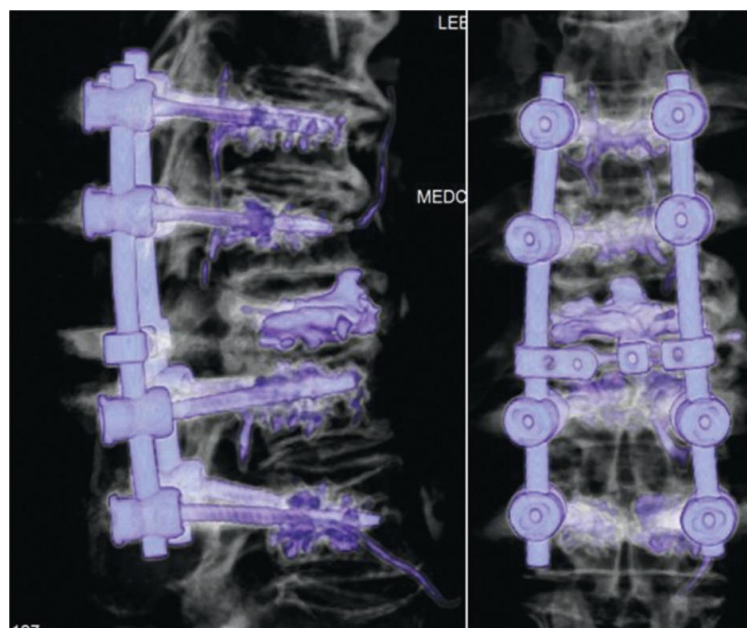
annyira a kompresszió mértéke, hanem a canalis, illetve neuroforamen szűkítettsége és a szomszédos idegelem kompressziója szerepelt műtéti indikációként. A sikertelen konzervatív terápia vagy neurológiai tünetek megjelenése miatt került sor műtéti beavatkozásokra.

Technika. A PMMA-augmentált csavaros transzpediculáris fixálás során a hagyományos csavarok helyett distalisan négy vagy több lyukkal rendelkező kanülált csavarokat használunk, amelyeken keresztül a megfelelően előkészített csontcementet (PMMA) a csigolyatestbe juttatjuk. Intézetünkben TANGO (Tango RS, Fa. Ulrich Medical, Germany) és PANGEA (DePuy Synthes) rendszereket használtunk. Altatás alatt a beteg hason fekvő testhelyzetében a dorzális paravertebralis izomzat leválasztását követően röntgenképerősítő segítségével meghatározzuk az érintett szegmentumokat, illetve a megfelelő csavar entry pointokat. A csavarok helyének előkészítése során kutasszal ellenőrizzük, hogy a járat fala nem penetrálja-e a pediculus vagy a csigolyatest corticalisát, amely később esetleg a Cemex kicsorgásához vezethetne. Ezt követően szintén képerősítő ellenőrzése mellett a kanülált csavarokat transzpediculárisan a poroticus csigolyatestbe csavarozzuk. A megfelelő szögben bejuttatott kanülált csavarok méreténél figyelembe kell vennünk, hogy a csavar hozzávetőlegesen a csigolyatest 80%-án át kell érjen a megfelelő stabilitás eléréséhez. A csavarok átmérője 6,5–7,5 mm között változott, hossza 45–55 mm, míg a belső átmérője 2,5–3,0 mm volt. A behelyezésüket követően Cleaning Stylettel megtisztítjuk a csavarok belső kanülált részét, mivel a testbe történő bejuttatásuk során a distalisan lévő pórusokon keresztül a csigolyatest belső poroticus állománya eltömítheti a csavar kanülált részét. Miután a csontcement elérte a megfelelő viszkozitást, fecskendő segítségével felszívjuk a kívánt mennyiséget, amely műtétjeink során átlag 2,2 ml volt. A fecskendő végére felcsavart sima adapterrel, illetve a transzpediculáris csavarok fejébe csatlakozó tűadapter segítségével lehetőség nyílik a PMMA csontcement tizedmilliliternyi adagolására a transzpediculáris csavar distalis pólusain keresztül a poroticus csigolyatestbe. Az injektálás közben képerősítő alatt figyeljük a csontcement csigolyatestben történő megjelenését és terjedését. A csavarvég körül megjelenő „felhősödés” jelzi a cement megfelelő kiáramlását a csavar oldalsó pórusain keresztül. A „pókláb”-szerűen, a corpus szélei felé hirtelen meginduló Cemex vonalak jelentkezése esetén a további cementinjektálást felfüggesztjük, ugyanígy azonnal megállunk, ha a pediculus vagy corpus bármely felszínén Cemex extravasatio megjelenését tapasztaljuk (70., 71. ábra). Amennyiben az injektálást ezt követően is folytatnánk, úgy az nagy valószínűséggel idegelemek kompressziójához vagy tüdőembóliához vezetne. A csontcement megszilárdulásához szükséges idő körülbelül 10-15 perc, ez idő alatt az adaptereket nem

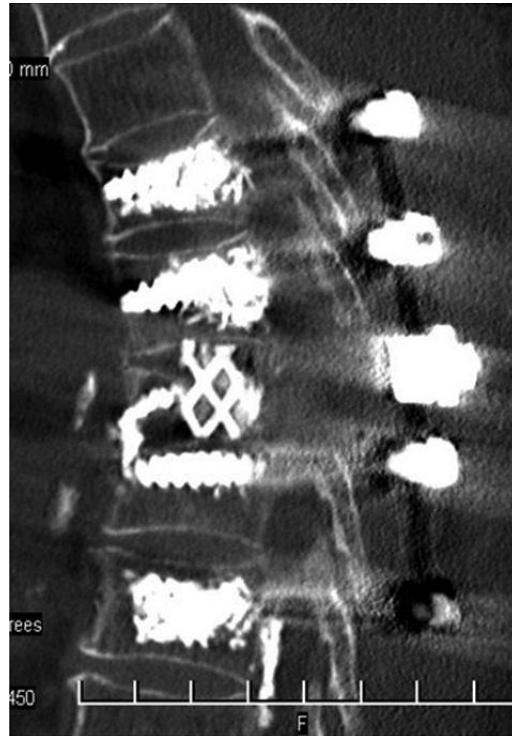
távolítjuk el a csavarok fejéről a későbbi fixálás miatt. A csavarok behelyezését követően eltávolítjuk és pótoljuk (csontcement vagy fémháló/MESH) a térszűkületet okozó törött vagy daganatos csigolyatestet, illetve érdemi térszűkület hiányában elvégezzük a komprimálódott csigolyatest vertebroplasticáját (**70.-74. ábra**). A szükséges számú szegmentbe a csavar, illetve a csontcement bejuttatását követően általában 6 mm átmérőjű titániumrudakkal történik a csigolyák fixálása.



70. ábra. Axiális síkú kontroll CT felvételek, amelyek kismértékű, különböző irányú PMMA-kilépést mutatnak: **A:** dorzális, canalis felé történő, illetve **B,** **C:** ventralis, ventrolateralis irányú extravasatio.



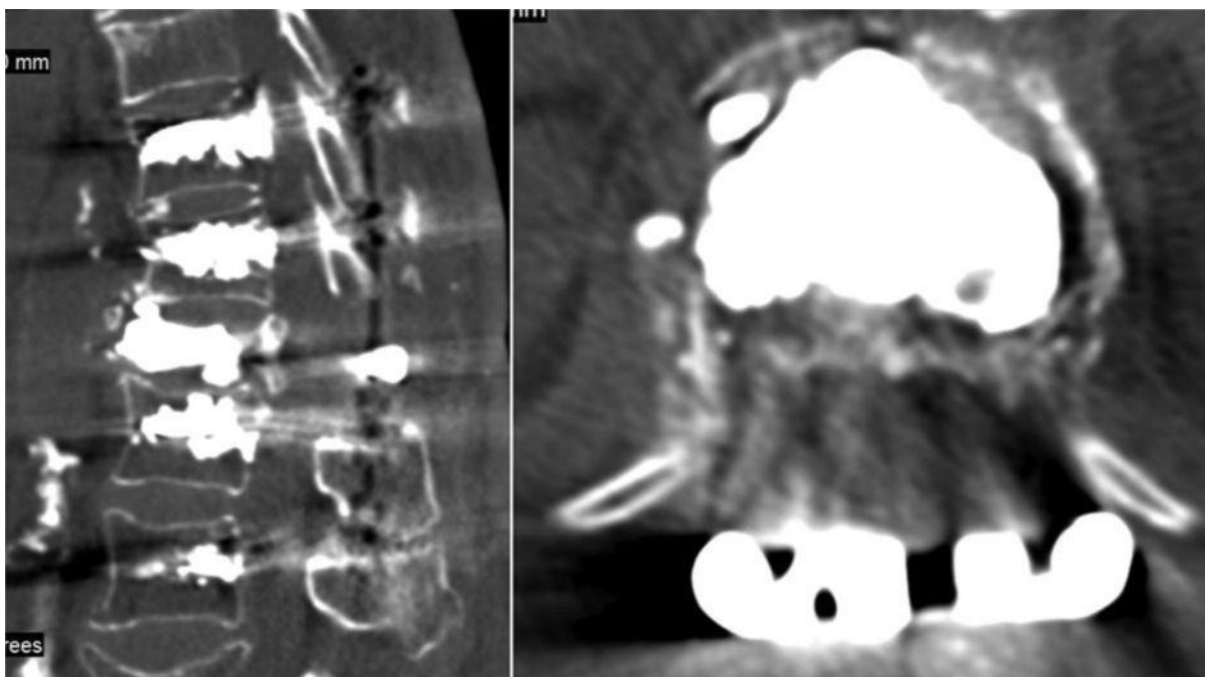
71. ábra. Műtét utáni kontroll CT 3D képei. Több irányból megfigyelhetjük a kanülált csavarok helyzetét, a csavarvégeket rögzítő csontcementet, valamint a törött csigolya plasztikáját. Az oldalirányú képen (bal) jól látható az epiduralis vénás plexus felé, illetve a prae- és paravertebrális vénák felé kilépő, a vénákat fonalszerűen kitöltő, megszilárdult Cemex. Túlságosan híg konzisztenciájú vagy nagy mennyiségű PMMA beadása esetén ezen vénákon keresztül a beavatkozás súlyos szövődményét eredményező tüdőembólia következhet be.



72. ábra. Posztoperatív sagittális CT rekonstrukciós kép: a felvételen jól megfigyelhető a kanülált csavarok körül elhelyezkedő csontcement, valamint a corpectomizált csigolyatest helyére behelyezett MESH cage, minimális ventralis PMMA extravasációval. Sikeres kyphosiskorrekció.



73. ábra. Posztoperatív kontroll CT axiális képei, megfigyelhető a csavarvégek körül elhelyezkedő PMMA, illetve a corpectomiát áthidaló MESH cage keresztmetszete.



74. ábra. Műtét utáni kontroll CT, sagittalis rekonstrukció (bal): a kanülált csavarokat rögzítő csontcementen kívül megfigyelhető a törött, de canalis szűkületet nem okozó csigolyatest PMMA-val történő feltöltése. Axiális kép (jobb) a vertebroplasztikázott csigolyatestről.

II/4.3. Eredmények

A műtétet követően a betegek átlagos követési ideje 22 hónap (12–39) volt. Ez idő alatt a 6. héten, a 3., a 6., és a 12. hónapban kontroll CT-, röntgen-, illetve klinikai vizsgálatokat végeztünk. A műtetre kerülő törések osztályozása alapján megállapítható, hogy a kanülált csavaros rögzítést minden esetben csak súlyos fokú (két esetben grade 2, 13 esetben grade 3), kifejezett instabilitással és/vagy neurális kompresszióval járó csigolyatörések esetén alkalmaztunk. Az enyhe (grade 1), illetve a legtöbb közepes (grade 2) fokú kompressziós törések jól kezelhetők vertebro- vagy kyphoplasticával, illetve külső ortézissel és konzervatívan.

A korábban leírt műtéti eljárást követően mind a 12 beteg esetében sikerült az érintett idegelemek dekompressziója, illetve a törött poroticus csigolyatest feltöltése vagy pótlása, ezáltal csökkentek a gyöki tünetek és a poroticus, komprimált csigolyatestek okozta jelentős, gyakran elviselhetetlen fájdalmak.

A klinikai és radiológiai kontrollvizsgálatok során implantátumkilazulást, -törést, -elmozdulást, illetve neurológiai progressziót nem észleltünk. Négy esetben a rögzített szakasz alatti vagy feletti szomszédos csigolyákban bekövetkező új kompressziós fractura miatt

szükség volt ismételt beavatkozásra (a rögzítés kiterjesztése vagy vertebroplastica). A posztoperatív CT felvételeken hat esetben észleltünk kismértékű PMMA-extravasatiót, klinikai relevancia nélkül (**70., 71. ábra**). Szövődményként egy beteg esetében intraoperatív pulmonális embólia jelentkezett, három betegnél észleltünk sebgyógyulási zavart, egy beteg a posztoperatív időszakban stroke-ot kapott.

A betegek egy része hónapokkal a beavatkozást követően is jelentős mozgáskorlátozottságról számolt be, ami megfelel az irodalmi adatoknak (Wilkes és mtsai 1994). A nehéz rehabilitálhatóság miatt a gyógyulási folyamat jelentősen elhúzódott, a műtét során leválasztott paravertebralis izomzat elsősorban az idősebb életkor és a kevés mozgás (torna) miatt nehezen regenerálódott. *Jelentősebb életminőség javulás csak megfelelő utókezeléssel, gyógytornával, rehabilitációval érhető el hosszú távon, így minden egyes beavatkozás előtt szükséges a várható előnyök és hátrányok mérlegelése a beteg általános állapotát figyelembe véve.*

II/4.4. Megbeszélés

A csontritkulás, ahogy a világ legtöbb fejlett országában, így Magyarországon is népbetegségnek tekinthető. A betegség okozta csigolyatörések száma hazánkban körülbelül évi 30 000-re tehető. A kórfolyamat jellegéből adódóan az esetek egy részében a csigolyatest-összeroppanás ideggyök- vagy myelon kompresszióval, illetve jelentős gerincinstabilitással járhat. A csigolyatörések által okozott fájdalom, a kialakuló neurológiai tünetek, a gerinc alaki deformitásai, a következményes testmagasság csökkenés, a test statikai egyensúlyának megváltozása jelentős életminőségromlást eredményez a beteg számára, illetve a várható élettartam a további szövődmények következtében rövidülhet.

A poroticus csigolyatestek okozta instabilitás és esetleges myelonkompresszió megszüntetése a mai modern gerincsebészetben még mindig komoly kihívást jelent a gerincsebészek számára, mivel az utóbbi évtizedekben megjelent eljárások többségével a dekompreszió mellett csak részben sikerült visszaállítani a gerinc premorbid morfológiáját és statikáját.

Manapság is széles körben alkalmazott technika a vertebroplastica, amelynek során az érintett csigolyatestbe bejuttatott csontcementtel próbálják visszaállítani a csigolyatest szilárdságát. Az eljárás azonban nem minden esetben használható önállóan, mivel kifejezett instabilitás, diszlokáció, canalis spinalis vagy foramen szűkület, illetve tumor esetén szükségessé válik az érintett csigolyaszakasz direkt feltárása és hátsó transzpediculáris

csavaros rögzítése is. A beavatkozás eredményeképp azonban tovább fokozódhat az instabilitás, gyakran a poroticus test és a pediculus további roncsolása következik be, nem eredményezve hosszú távú javulást a betegeknél, illetve a gyenge csontszerkezet miatt igen gyakori a későbbi csavarkilazulás és kyphosisprogresszió. A nem megfelelő stabilitás és a korábban említett szövődmények minimalizálása érdekében ötvözték a két technikát továbbfejlesztett kanülált csavarokkal. Az így alkalmazott augmentációs, kanülált transzpediculáris csavaros eljárással operált betegeinknél a myelon és/ vagy gyöki dekompresszió mellett sikerült javítanunk a gerinc statikus stabilitásán. Az átlag 22 hónapos követés alatt elvégzett kontrollvizsgálatok során nem észleltünk csavarkilazulást vagy neurológiai progressziót. Négy esetben a rögzített szakasz alatti vagy feletti szomszédos csigolyákban bekövetkező új kompressziós fractura miatt szükség volt ismételt beavatkozásra (a rögzítés kiterjesztése vagy vertebroplastica).

A magas átlagéletkor és a gyakran már meglévő súlyos belszervi alapbetegségek miatt a műtéti javallat felállítása kellő mérlegelést tesz szükségessé a nehéz és hosszú rehabilitálhatóság miatt.

II/4.5. Összefoglalás

A fentiek figyelembevételével az alábbi esetekben ajánljuk a PMMA-augmentált transzpediculáris csavaros technika alkalmazását:

1. Jelentős canalis spinális szűkületet, myelon- vagy caudakompressziót okozó poroticus törés.
2. Kifejezett instabilitás, kyphosis, diszlokáció esetén, amikor önmagában a vertebroplastica nem oldja meg a dekompressziót.
3. Tumor és oszteoporózis együttes jelenléte. Az alapvetően a tumoros csigolyaérintettség miatt szükségessé váló dekompressziós-stabilizáló műtétnél, oszteoporózis fennállása esetén.
4. Első beavatkozásként végzett PVP során bekövetkező, tünetet okozó Cemex kilépés vagy a későbbi kontrollok során észlelt kyphosis progresszió esetén.

5. Tekintettel a beavatkozások invazivitására, a betegek általános belszervi és neurológiai állapotára, a *posztoperatív rehabilitálhatóság* nagyban befolyásolja a műtét hosszú távú sikerességét, így e tényezők felmérése nélkül a *beavatkozás jelentős kockázatot jelent* a betegek számára.

6. A műtéti indikáció végleges felállítását minden esetben a várható előnyök és kockázatok gondos mérlegelése alapján, az egyedi esetek adott körülményeinek figyelembevételével lehet elvégezni.

II/4.6. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy vizsgáltuk, valamint publikáltuk a csigolyatesteket érintő oszteoporotikus folyamatok kezelését augmentált csavaros rudas rendszerrel, amely rendszeresen alkalmazott új módszerre vált az Országos Klinikai Idegtudományi Intézetben.

Tekintettel a módszer jelentős kockázatára, *indikációs kört és javaslatot határoztunk meg* az alkalmazhatóságot illetően, amelyet *ajánlásként megfogalmaztunk*. (Padányi és mtsai 2015)

II/5. A CI-II csigolyatesteket érintő gyulladásos folyamatok kezelése csecsemőkorban

II/5.1. Bevezetés és irodalmi háttér

Nomenklátúra szempontjából több fogalmat különböztetünk meg. Ha a gyulladás érinti a csigolyatestek közötti porckorongot, akkor spondylodiscitisről beszélünk. Amennyiben a gyulladás a csigolya zárólemezeire terjed vagy beterjed a csigolyatestbe, a kórkép megnevezése osteomyelitis vagy spondylitis. A gyulladás következményeként az epidurális térben tályog is kialakulhat. Bármely esetről is legyen szó, a kezdeti tünetmentesség miatt a diagnózis és a következményes kezelés késik, ami a klinikai kimenetelt nagymértékben ronthatja.

Az összes olyan gyulladásos esetet tekintve, amelyben a csontváz és az izomrendszer érintett, annak 2-7%-a érinti a gerincoszlopot (Tyrrell és mtsai 1999). Ritka entitásnak számítanak, ugyanakkor az utóbbi időben incidenciájuk nő. Fejlett országokban a betegség incidenciája 1/100.000-1/250.000 között mozog, mortalitása 2-4% közé esik (Butler és mtsai 2006, Fragen 2006, Rui és mtsai 2013).

Általában a középkorúakat érintő megbetegedés (Butler és mtsai 2006), de gyermekkorban sem számít ritkának. A férfiakat 2-5x gyakrabban érinti, mint a nőket (Rui és mtsai 2013, Mylona és mtsai 2009).

Predisponáló tényezőként ugyanazok a megbetegedések említhetők, mint bármely más gyulladás esetében, diabetes mellitus, HIV fertőzés, idősebb életkor, immunszuppresszió stb.

A fertőzések hematogén terjedése más módon játszódik le gyermekekben és felnőttekben. Gyermekek esetében kiterjedt artériás anastomosisok penetrálják az intervertebrális porckorongokat. Ennek eredményeképpen egy szeptikus embólus általi artériás elzáródás nem okoz kiterjedt csont infarktust, köszönhetően a bő anastomosis hálózatnak, így a fertőzés a porckorongra lokalizált marad az esetek nagy részében (Ratcliffe 1982).

Felnőttekben a kor előrehaladásával az intervertebrális porckorongok avaszkularizált szövetekké alakulnak át, az anastomosis teljes regressziója körülbelül a harmincadik életévre alakul ki (Wiley 1959, Ratcliffe 1985, Rui és mtsai 2013).

Szeptikus embólus általi artériás elzáródás kiterjedt csontinfarktust képes okozni, amely a környező struktúrákra (csigolya zárólemezek, csigolyatest) képes terjedni. Ha a gerinccsatornába tör a fertőzés, subdurális tályog, meningitis is kialakulhat (Wiley 1959, Ratcliffe 1985).

Hematogén terjedés következtében kialakuló gyulladás leggyakrabban az ágyéki régiót érinti (48-60%), amit a háti szakasz követ (23%-36%), legkisebb valószínűséggel pedig a nyaki régióban alakul ki (kb. 10%-18%) (Silber 2002, Quinones-Hinojosa és mtsai 2004, Gouliouris és mtsai 2010, Carsten és mtsai 2013).

Külső direkt fertőzés, inokuláció általában iatrogén esetekben fordul elő, például lumbalpunctio esetén (Silber 2002) vagy gerincsebészeti beavatkozások után. Környező szövetekből való gerincoszlopra terjedés ritkább kórképek esetében fordulhat elő, például nyelőcsőruptura vagy légzőszervi megbetegedések következtében kialakuló felső légúti tályogok kapcsán.

A fertőzések etiológiáját tekintve a spinális fertőzések többsége *Staphylococcus aureus*, amelynek incidenciája 30-80 % között mozog (Hadjipavlou és mtsai 2000, Rui és mtsai 2013).

Escherichia coli és más Gram-negatív baktériumok megközelítőleg 25%-ban felelősek a fertőzésért (Sobottke és mtsai 2008).

Anaerob fertőzések kisebb arányban és főleg gerincet érő traumák esetében alakulnak ki (Lim és mtsai 2006). Mindezen eredményeket ismerve az esetek majdnem egyharmadában nem derül ki a kórokozó eredete (Sapico 1996).

A gerincoszlopot érintő gyulladásos folyamatok diagnózisa sokszor nehéz, mivel nincsenek specifikus tünetek és egyértelmű kórlefolyás. A tünetek között kiemelhető a főleg éjszaka erősödő gerincfájdalom az érintett gerincszakasznak megfelelően lokálisan, láz, az esetek egy részében neurológiai deficit. A Röntgen vizsgálat specifitása igen alacsony, csak előrehaladott esetekben nyújthat információt (zárólemez felmaródás, csigolyatest destrukció stb.). A csontdestrukció kimutatásában a CT pontos képet adhat, ugyanakkor a diagnózis felállításában az elsődlegesen választandó modalitás az MR, amelynek specifitása és szenzitivitása is igen magas.

Míg felnőtt korban a gyulladások kezelésével kapcsolatban az irodalomban számos kezelési elv jelent meg (Darouiche 2006), addig a csecsemő- és gyermekkori CI-II csigolyák gyulladásos kezelését illetően csak esetleírásokra lehet hagyatkozni (An és Munk 1993, Buxton és Punt 1997, Dimaala és mtsai 2006).

A vertebrális osteomyelitis gyermekkorban nem ritkán fordul elő, ugyanakkor a CI-II-es csigolyák érintettsége nagyon ritka. A csigolyák osteomyelitisének fő oka retropharyngeális tályog kialakulása és direkt ráterjedése a gerincre.

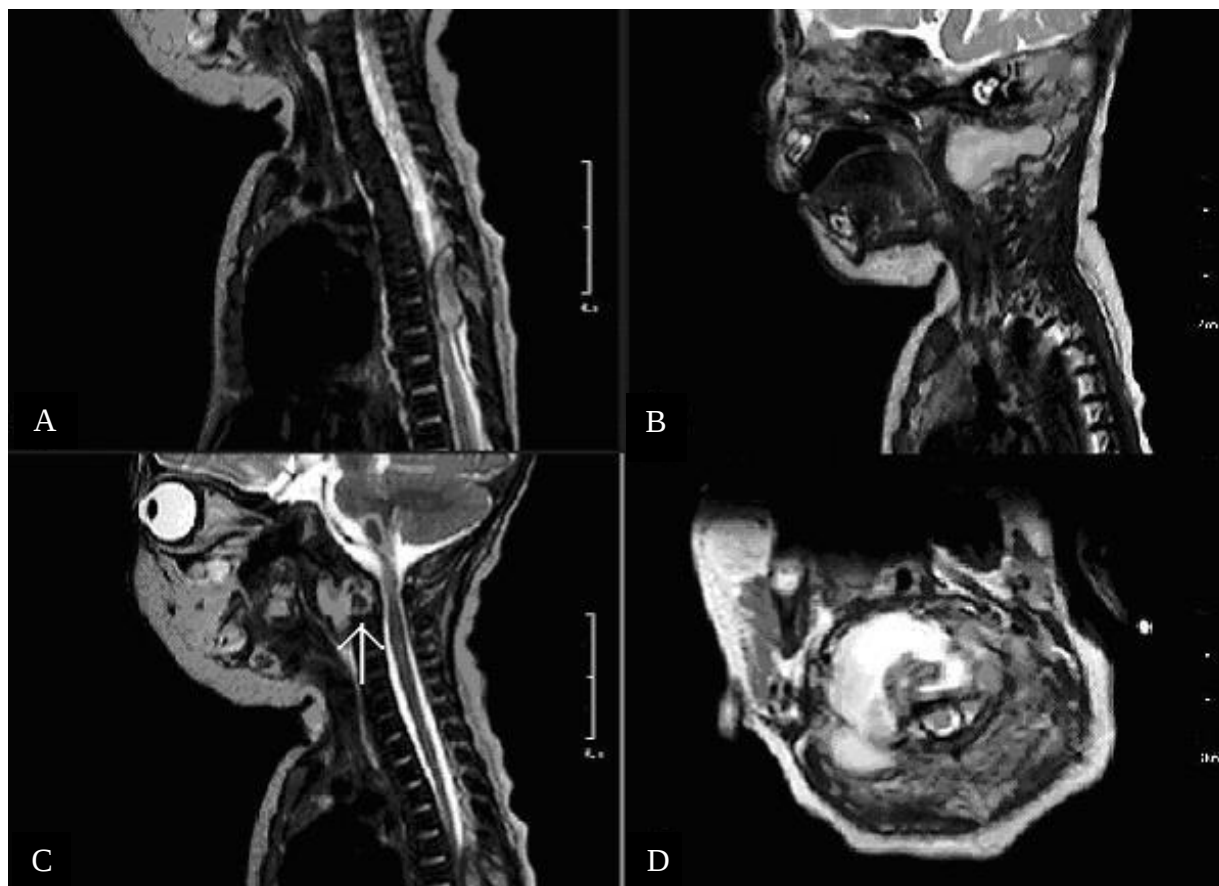
A gyermekkorban ritkán előforduló CI-II-es csigolyák érintettsége esetén nincsen elég tapasztalat a kezelési elveket illetően a világirodalomban.

A C I-II csigolyatestek destrukcióját okozó gyulladásos folyamatok esetében a terápiás lehetőségeket saját tapasztalatok alapján mutatjuk be, tárgyalva egy, az irodalomban is egyedülálló speciális esetet (Papp és mtsai 2013c).

II/5.2. Anyag és módszer

A nem specifikus tünetekkel (láz, tachycardia, nyáladás, izom hypotenzió) jelentkező egy hónapos gyermek neuroinfekció gyanújával intenzív osztályra került kivizsgálásra. Mind a terhesség, mind a perinatalis időszak eseménytelenül zajlott. Kivizsgálása során MR felvétel többgócú tályogot ábrázolt a jobb mastoidális régióban, amely a nyaki régióba is penetrált a

CI-II csigolya destrukcióját okozva (75. ábra). E mellett a ThV-VII magasságban myelonkompressziót okozó epidurális abscessus ábrázolódott. A gyermek 7 hetes korában került Intézetünkbe szeptikus állapotban, encephalomyelitissel. Vizsgálatakor bal oldali hemiparesis volt észlelhető.



75. ábra. Preoperatív MR vizsgálat. **A** szagittális felvétel a ThV-VII magasságában elhelyezkedő epidurális tályog látható myelonkompressziót okozó jelekkel. **B, C, D** szagittális és axiális felvételek multilobuláris tályogot mutatnak a mastoid területén destruálva a CI-II csigolyákat (nyíl).

II/5.3. Eredmények

Tekintettel a neurológiai tünetekre és a többszörös tályogüregekre, műtéti beavatkozás vált szükségessé. Hason fekvő helyzetben először a retropharyngeális tályog megnyitását végeztük el. Laterális, suboccipitális bőrmetszést végeztünk jobb oldalon, majd a mastoid rendszer kortikálisának megnyitása után elértük a tályog laterális falát. Antibiotikus öblítést végeztünk, draint hagytunk hátra. Második lépésben a thoracalis tályog eltávolítását végeztük. Röntgen képerősítő segítségével határoztuk meg a ThV-VII magasságot. Középvonali

bőrmetszés után a paraspínális izmokat leválasztottuk, a felső és alsó csigolyák lamináit részlegesen elfűrtük. A módszer a már korábban ismertetett *minimálisan invazív hemi-semi laminectomiának* felel meg. A műteti látótér kiszélesítéséhez a processus spinosusok és a kisízületek mediális részét is elfűrtük. A ligamentum flavum elvétele után az epidurális térségben lévő letokolt tályogot egészében eltávolítottuk. Antibiotikus öblítés és drainage után a sebet rétegesen zártuk. A műteti területből származó tenyésztés penicillin és tetracyclin rezisztens *Staphylococcus aureus* fertőzést igazolt.

A sebészi kezelés után antibiotikus terápiát indítottunk. Meropenemet (200mg 2x/nap) iv. 6 héten keresztül, vancomycint (75mg 4x/nap) iv. 2 napon keresztül (kiegészítve a kezelés előtti 5 napot) adtunk. A posztoperatív CT felvételek a paraspínális és mastoideális tályogok gyógyulását, valamint az atlas és axis részleges pusztulását és a terület fibroplasiás átalakulását mutatták (**76. ábra**). Szükségessé vált, hogy a fej és nyakmozgásokat minimálisra csökkentsük a lehetséges súlyos következmények elkerülése céljából. Egy *speciális, egyedileg gyártott rögzítő eszközt állítottunk össze (77. ábra)*, amelyben a csecsemő 8 hétig feküdt. Ilyen kis méretben HALO eszköz nem áll rendelkezésre.

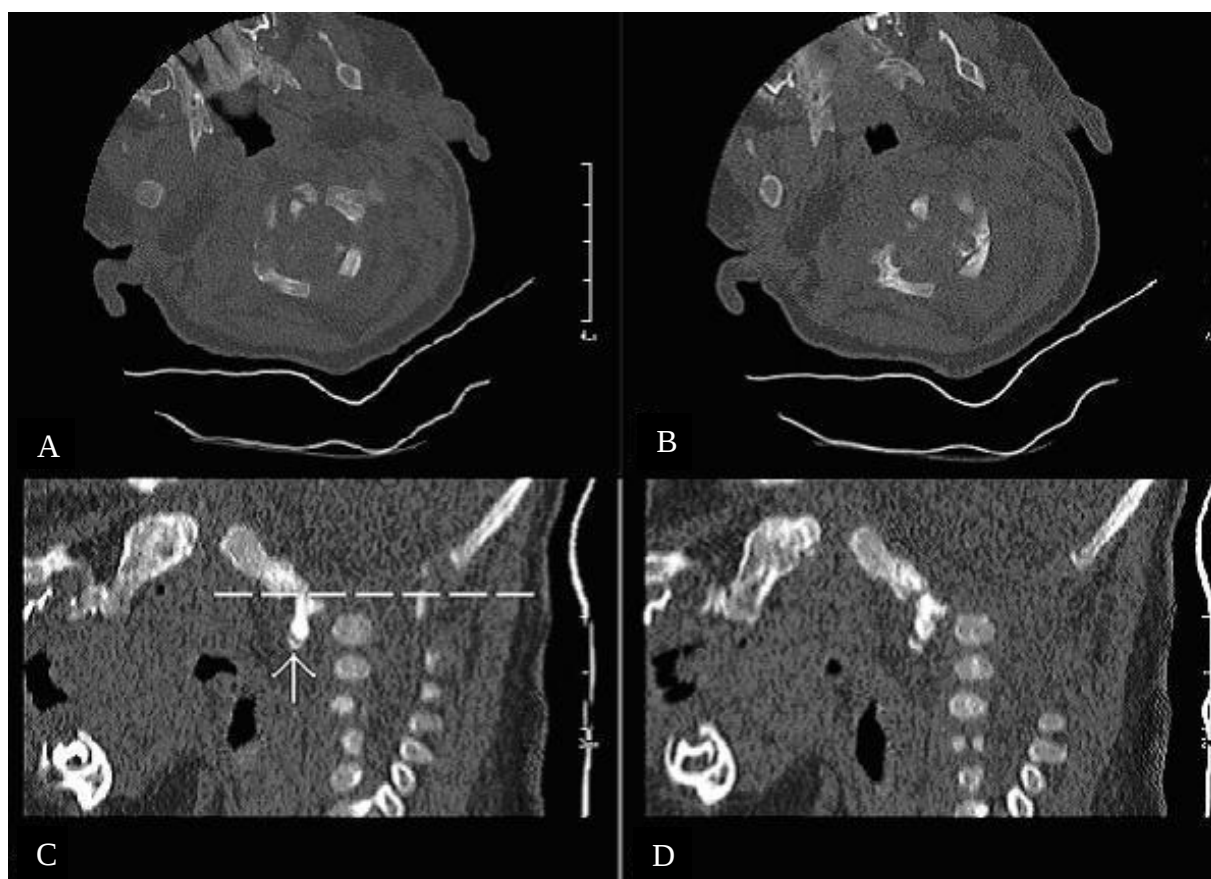
2 hónap múlva a szerkezet eltávolításakor nem volt észlelhető neurológiai diszfunkció jele. A nyakmozgások enyhén korlátozottak, de fájdalommentesek voltak. Funkcionális RTG vizsgálattal nyaki gerinc instabilitás nem volt kimutatható. A 3 dimenziós rekonstrukcióval készült CT felvételeken a normál csontszerkezet hiánya volt látható a craniospínális régióban, míg az alsóbb csigolyák szintjén normális csontosodási központok látszódtak (**76., 78. ábra**).

A gyermeket fokozatosan mobilizáltuk, majd a későbbiekben szoros ellenőrzés mellett közösségbe engedték.

5 év elteltével neurológiai károsodás továbbra sem volt kimutatható. A gyermek panaszmentes volt, leszámítva a minimális korlátozottságot a nyaki mozgások terjedelmében. Fejlődése zavartalanul telt, felzárkózott társaihoz.

A továbbiakban folyamatos MR kontroll (**79. ábra**) vizsgálatok indokoltak eleinte évente kétszer, majd évente egyszer legalább 12 éves korig, mert a csontosodás ebben az életkorban fejeződik be.

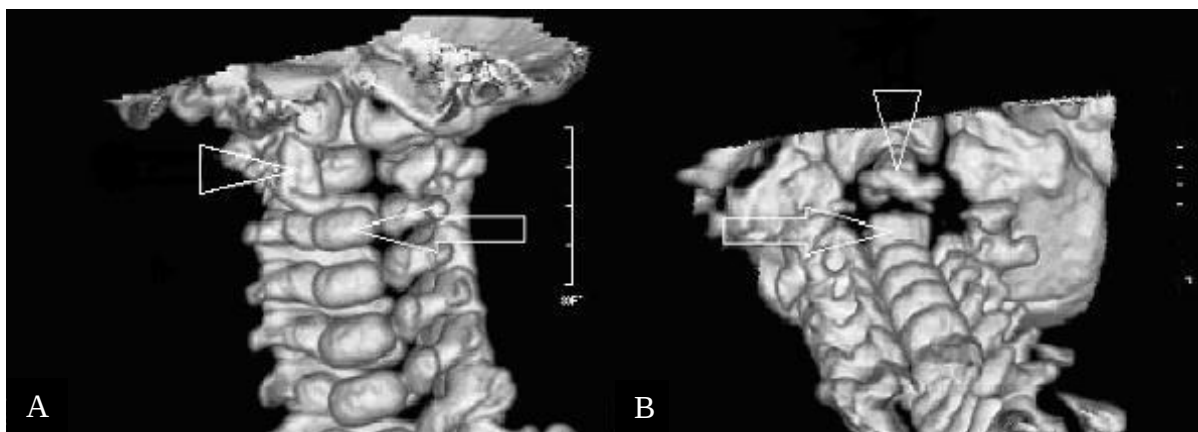
Szoros radiológiai és klinikai követés szükséges, műtét (rögzítés) a későbbiekben akkor jön szóba, amennyiben instabilitás jelei mutatkoznának.



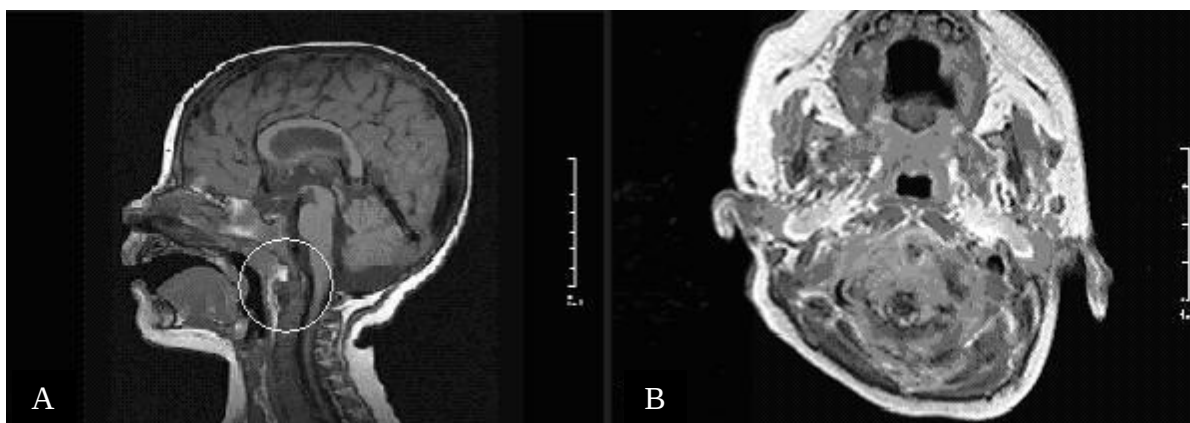
76. ábra. Posztoperatív CT felvételek. **A, B** Axiális felvételek a destruált atlas és axist ábrázolják. **C, D** Szagittális rekonstrukciós felvételek. Az occiput és a clivus a CIII csigolyán helyezkedik el (szaggatott vonal), az atlas és az axis maradványai a III. nyakcsigolya előtt láthatóak (nyíl).



77. ábra. Speciális egyedileg gyártott eszköz, amelyhez a csecsemő rögzítve van.



78. ábra. 3D CT rekonstrukció. Hiányzó csontos struktúrák láthatóak a craniospinális régióban (nyílhegy) és sértetlen csontosodási központok a CIII alatt (nyíl).



79. ábra. Posztoperatív kontrasztanyag adásával készült MR felvételek. **A** Szagittális képeken a paraspinális tályog megszűnése és a destruált CI-II csigolyák láthatóak (gyűrű). **B** Axiális képek a masszív kötőszövet kialakulását ábrázolják a craniospinális régióban.

II/5.4. Megbeszélés

A gerincoszlopot érintő gyulladásos betegségek kezelésében alapvető elvként említhetők a következő megfontolások. Antibiotikus terápia szükséges a háttérben lévő infekció eradikálásához. Gerinc instabilitás esetén műtéti fixatio válhat szükségessé. Amennyiben neurológiai deficit vagy epidurális tályog alakul ki, debridement és a gerinccsatorna dekompessziója válhat indokolttá (Rui és mtsai 2013).

Amennyiben nem áll fenn neurológiai deficit, gerincoszlop instabilitás, csillapíthatatlan fájdalom vagy magas a műtéti kockázat, konzervatív terápia kísérelhető meg. A konzervatív terápiának két fő része van. Az immobilizálás, amely az érintett szegmentum nyugalmat szolgálja. Eszköze a nyaki csigolyáknál nyakmerevítő gallér vagy HALO, thoracális és lumbális szakaszon fűző használata. Másik tényező az antibiotikus terápia bevezetése. Bizonyos ajánlások szerint először parenterálisan 2-4 hétig, majd legalább per os 4-8 hétig szükséges a megfelelő antibiotikum alkalmazása (Butler és mtsai 2006).

Neurológiai deficit, szepszis, gerinc instabilitás, kiterjedt csont destrukció, súlyos kyphosis, intracanalis kompresszió, tályog képződés, csillapíthatatlan fájdalom esetén műtéti kezelés válik indokolttá (Rui és mtsai 2013).

Alapvető elvek a sebészi feltárás során a gerincsatorna megfelelő mértékű dekompressziója, a gerincoszlop stabilizációja, kiterjedt debridement, tályog drainage és mikrobiológiai tenyésztéshez mintavétel.

A vertebrális osteomyelitis gyermekkorban gyakori, de a CI-II-es csigolyák érintettsége nagyon ritka. A csigolyák osteomyelitisének fő oka a retropharyngeális tályog kialakulása és direkt ráterjedése a gerincre. A fertőzések általában a felső légúti rendszerből származnak főleg 6 hónapos és 4 éves kor között, a leggyakoribb kórokozó *Staphylococcus aureus*. A nem traumás eredetű retropharyngeális tályogok kialakulásának kockázata 3-4 éves kor fölött kezd csökkenni, mivel ilyenkor történik meg a regionális nyaki nyirokcsomók regressziója, így eddig a korig a gyermekek fokozott veszélynek vannak kitéve az esetlegesen nyirokcsomókban lappangó felső légúti fertőzések miatt.

A bemutatott eset egyedi a beteg fiatal életkora és a CI-II-es csigolyákat egyidejűleg érintő osteomyelitis miatt. Az atlas és az axis nagymértékű pusztulása ellenére a gyermek nyakmozgásai fájdalommentesek (**80., 81. ábra**), csak enyhén korlátozottak és az 5 éves utánkövetés során neurológiai diszfunkció vagy jelentős instabilitás nem volt kimutatható.

Feltételezéseink szerint a nyakmozgások a csigolyák csontos maradványain és a kialakult masszív hegszöveten keresztül lehetségesek.



80. ábra. A gyermek 4 éves korában (középen).



81. ábra. A gyermek 5 éves korában.

II/5.5 Összefoglalás

A gerincoszlopot érintő gyulladásos folyamatok száma az utóbbi időben növekszik. Fontos, hogy meghatározott esetekben a gyakorló orvos gondoljon gyulladás lehetőségére, mivel a diagnózis késlekedése rontja a klinikai kimenetelt. Ezen betegségek főleg a középkorúakat érintik, de gyermekekben sem ritkák. A csontos struktúrákat érintve kiterjedt destrukciót képesek okozni, amely megbomlott gerinc stabilitáshoz és következményesen neurológiai deficit kialakulásához vezethetnek.

Saját tapasztalataink alapján mutattuk be ezen betegségcsoport jelentőségét. A CI-CII csigolya egyidejű, gyulladásos eredetű károsodása nagyon ritka, főleg kisgyermekkorban. Az irodalomban tudomásunk szerint nem publikáltak hasonló esetet, így a tapasztalatok a kezeléssel kapcsolatban korlátozottak.

Alapvető elvekként ajánlható a tályogok sebészi kezelése, a nyaki mozgások akár speciális szerkezettel való immobilizálása és szoros kontroll vizsgálatok. Sebészi rögzítés csak instabilitás kialakulása esetén válik szükségessé. Mindezen tapasztalatokat a gerincoszlop ezen régiójának károsodása esetén az irodalomban mi közöltük először.

II/5.6. Új megállapítások összefoglalása

Összefoglalva új tudományos eredményként kiemelhető, hogy elsőként vizsgáltuk és kezeltük sikeresen, valamint publikáltuk a *CI-II* csigolyatesteket érintő *gyulladásos eredetű* destrukciót *csecsemőkorban*, hosszan követve a beteg állapotát (Papp és mtsai 2013c).

III. Új tudományos eredmények összefoglalása

1. Kidolgoztuk a kórfolyamatok olyan, a gerinccsatornában való térbeli elhelyezkedése alapján történő hiánypótló *csoportosítási rendszerét*, amelyben lokalizációhoz rendelhető a kórfolyamat sebészi megoldását dorzális irányból lehetővé tevő minimálisan invazív technika.
2. Elsőként vizsgáltuk és publikáltuk a degeneratív gerinccsatorna szűkület féloldali feltáráson keresztüli, a gerinccsatorna mindkét oldalát érintő rekálibráció („*over the top*” *technika*) alkalmazását és kiterjesztési lehetőségeit hazai betegeken.
3. Elsőként vizsgáltuk és publikáltuk a gerinccsatornában döntően szegmentális-laterálisan elhelyezkedő kórfolyamatok sebészi eltávolítását féloldali feltáráson keresztül (*hemi-semi laminectomia*) hazai betegeken.
4. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a gerinccsatornából a neuroforamenbe terjedő daganatok esetében a kombinált feltárások lehetőségeit (hemi-semi laminectomia és a „*szupraforaminális fűrt lyuk*” *technika* fejlesztése).
5. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a gerinccsatornából a neuroforamenen keresztül extraforaminálisan terjedő daganatok esetében a kombinált feltárások lehetőségeit (hemi-semi laminectomia és a „*nyitott csatorna*” *technika* fejlesztése).
6. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a gerinccsatornában döntően axiálisan-longitudinálisan elhelyezkedő kórfolyamatok sebészi eltávolításának lehetőségeit középvonalas minimálisan invazív feltáráson keresztül (*split laminotomia*).
7. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a split laminotomia kiterjesztési lehetőségeit - intramedulláris infiltratív kórfolyamatok esetében - a gerinccsatorna egyidejű tágításával („*archbone*” *technika* saját csípőcsont graft felhasználásával).

8. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a split laminotomia kiterjesztési lehetőségeit a gerinccsatorna egyidejű tágításával előre preformált implantátumok felhasználásával (*interspinosus cage, trikalcium-foszfát és TiMesh alkalmazásával járó technika*).
9. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a split technika kivitelezési nehézségei esetén alkalmazható alternatív, ún. *para-split technikát*.
10. Vizsgálataink alapján igazolható volt, hogy az általunk alkalmazott, illetve kifejlesztett minimálisan invazív feltárási technikák alkalmasak a gerinccsatornában elhelyezkedő kórfolyamatok döntő többségének dorzális irányból történő szövetkímélő megközelítésére és sebészi megoldására. Ezen technikai lehetőségeket *egységes szerkezetbe* foglaltuk.
11. Az egységes szerkezetbe foglalt gerincsebészeti szövetkímélő feltárárendszer a mindennapi gyakorlatban jól alkalmazható, *ajánlásként megfogalmaztuk*, szakmai folyóiratban közzétettük. E mellett segítheti a *rendszerszemléletű gerincsebészeti gondolkodást*.
12. Elsőként fejlesztettük ki, vizsgáltuk és publikáltuk a *transzorális és transzpediculáris vertebroplasztika módszerét egyidejű hátsó hosszú csavaros rudas rögzítéssel CII csigolyatest osteolytikus metasztázisa esetén*.
13. Vizsgáltuk és publikáltuk oszteoporotikus csigolya összeroppanással járó folyamatok kezelését Magyarországon, augmentált csavaros rudas rendszerrel, valamint tekintettel a módszer jelentős kockázatára, *indikációs kört és ajánlást* határoztunk meg az alkalmazhatóságot illetően.
14. Elsőként vizsgáltuk tudományosan és kezeltük sikeresen, valamint publikáltuk a *CI-II csigolyatesteket érintő gyulladásos eredetű destrukciót csecsemőkorban*.

IV. Új innovatív fejlesztéseink az idegsebészet más területein és a további fejlesztések irányvonalai

Az Intézetünkben követett és a mindennapi gyakorlatban alkalmazott minimális invazivitás elve, valamint innovatív eljárások kidolgozása nemcsak a gerincsebészeti, hanem intracraniális idegsebészeti beavatkozások során is használatosak. Ennek részeként két egyedülálló műtéti megoldást dolgoztunk ki, valamint a betegeket hosszútávon nyomon követtük, hogy megítélhető legyen a technológia késői eredményessége. Az egyik módszer az idegsebészek számára nagy kihívást jelentő, a ventromediális hídban elhelyezkedő kórfolyamatok (cavernomák) kezelésében nyújthat alternatívát. A másik műtéti megoldás a megadolichobasilaris éranómia által okozott trigeminus neuralgiák mikrovaskuláris dekompresziós kezelésében alkalmazható.

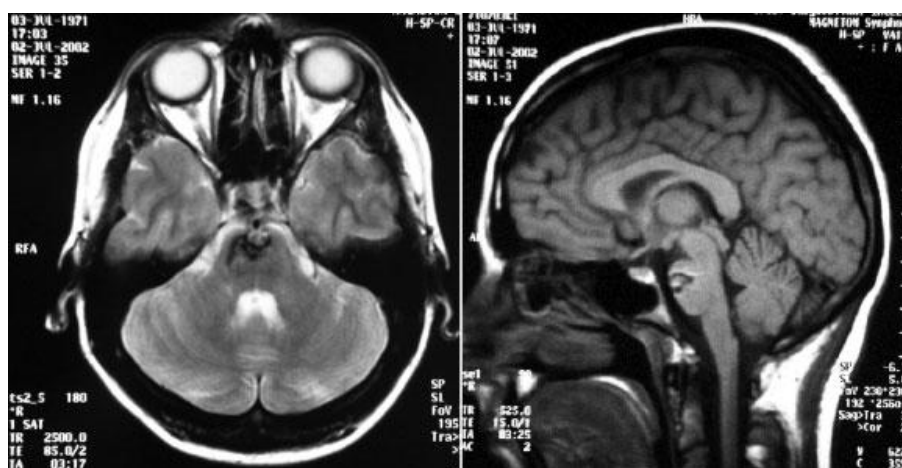
Transznazális, transsphenoidális feltárás a hídban ventromedialisan elhelyezkedő cavernomák szövetkímélő eltávolítására (11 év nyomonkövetés)

Bevezetés

Az agyi cavernosus malformációk benignus vaszkuláris elváltozások. A központi idegrendszeri cavernomák 18%-a található az agytörzsben (Gross és mtsai 2011, Del Curling és mtsai 1991). Az agytörzsi cavernomák általában akkor igényelnek sebészi ellátást, ha vérzést okoznak. Számos sebészi feltárási módszer létezik az eltávolításukra, de ennek ellenére nagy kihívást jelentenek, különösen ha ventromedialisan helyezkednek el a hídban. Ezzel a problémával szembesültünk betegünk kezelése kapcsán Intézetünkben, amely során transznazális, transsphenoidális feltárást alkalmaztuk ezen kórkép sebészi kezelésére.

Esetbemutató

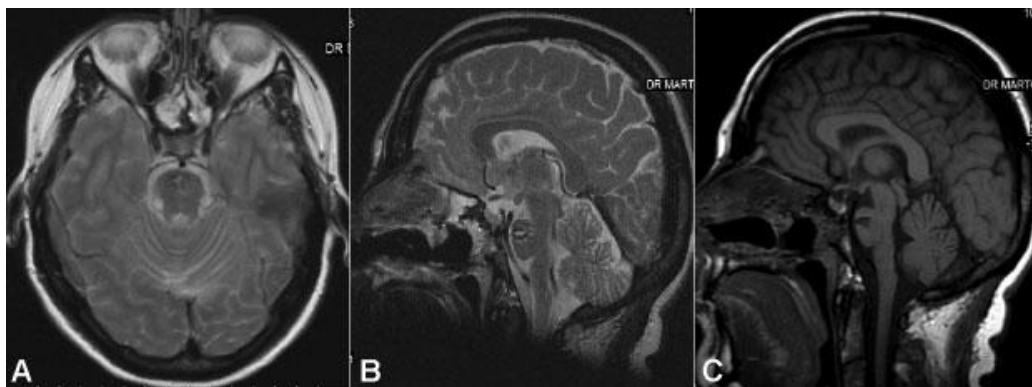
Egy 31 éves nőbeteg hirtelen kialakuló bal oldali hemiparesissel, hányingerrel és fejfájással került Intézetünkbe. Az elvégzett MR vizsgálat jobb oldali állományi vérzést mutatott a híd ventralis részében. 6 héttel később tünetei teljes mértékben megszűntek. 4 hónappal később ismételt MR vizsgálatot végeztünk, amely a hídban ventralisan a középvonalban elhelyezkedő cavernosus malformációt mutatott felszívódó vérzés jeleivel (**82. ábra**). Figyelembe véve, hogy az elváltozás a piális felszínhez közel helyezkedett el, eltávolítására a transznazális, transsphenoidális feltárás tűnt a legalkalmasabbnak.



82. ábra A preoperatív axiális T2 (bal) és a sagittális T1-súlyozott (jobb) MR képek a cavernomát és a felszívódóban lévő vérzést mutatják a pons ventrális részén a jobb oldalon.

A beteget háton fekvő helyzetben fektettük. A transznazális feltárás során a szeptumot és a vomert rezekáltuk és a nasopharynxot eltartottuk. A sinus sphenoidális széles megnyitása után a clivust gyémántmaróval feneztráltuk. A műtét során neuronavigációt (Vector-Vision v.3.7, Brainlab AG, Feldkirchen, Germany) alkalmaztunk a folyamatos orientáció segítésére, valamint hogy a feltárás méretét csökkenteni tudjuk a csonton való áthaladáskor. A dura megnyitása után a basilaris artéria és tőle jobbra a szederszerű megjelenésű cavernoma került látótérbe a piális felszín alatt. 5-6 mm-es bemetszés elégségesnek bizonyult a kórfolyamat teljes eltávolításához. A beavatkozás során a sebészi manipulációt a rendkívül szűk tér jelentősen nehezítette. A zárást izomlebennyel és szövetragasztóval végeztük. Profilaktikusan lumbális drainage-t alkalmaztunk, hogy a liquorcsorgást megakadályozzuk.

Műtét után a beteg állapota kielégítő volt. 3 héttel később a lumbális drainage ellenére a betegnél liquorcsorgás és meningitis alakult ki, amelyet kombinált antibiotikumokkal (penicillin, gentamycin, vancomycin) sikeresen kezeltünk. A clivuson lévő csontablakot ismételt műtét során nagyméretű izomlebennyel és polimetil-metakriláttal (Cemex TECRES S.P.A, Sommacampagna, Verona, Italy) zártuk. Ismételt lumbális drainage-t alkalmaztunk, amely mellett liquorcsorgás nem alakult ki. 2 hét múlva a beteg panaszmentesen otthonába távozott. A 10 hónapos kontroll MR vizsgálat a korábbi elváltozásnak megfelelően rezekációs üreget ábrázolt residuális cavernoma jelei nélkül. 11 évvel a beavatkozás után végzett kontroll vizsgálat során sem voltak neurológiai tünetei a betegnek és a cavernoma sem recidivált (**83. ábra**).



83. ábra Hosszú távú nyomonkövetés (11 évvel a műtét után). Axiális (A), sagittális T2-súlyozott (B) és sagittális T1-súlyozott (C) MR képek jobb oldalon a rezekciós üreget mutatják a pons ventrális részén a reziduális cavernoma jelei nélkül.

Megbeszélés

Az agytörzsben elhelyezkedő cavernomák vérzési kockázata viszonylagosan magas, átlagosan 5-6,6%/év/fő és az újravérzés kockázata 26-30% (Ohue és mtsai 2010, Porter és mtsai 1997). Amennyiben két vagy több szimptómás vérzés alakul ki, valamint az elváltozás a piális felszínhez közel helyezkedik el, műtéti eltávolításuk javasolt (Gross és mtsai 2009). A műtét során szükséges a cavernomák teljes eltávolítása az újbóli vérzés kialakulásának elkerülése céljából, amelynek kockázata reziduális cavernomák esetén kifejezetten magas (~40 %) (Cenzato és mtsai 2008). Intézetünk gyakorlata nem különbözik a nemzetközi trendektől. Tünet nélküli cavernomák esetén a wait and see (nyomonkövetés) stratégiát követjük, a beteget obszerváljuk, különösképpen, ha a cavernoma eloquens régióban helyezkedik el.

Egyszer már vérzett cavernoma nagyobb eséllyel vérzik újra, ezért szimptómás, felületesen elhelyezkedő agytörzsi cavernomák esetében mi is a sebészi eltávolítást javasoljuk.

A műtétnek magas a morbiditási aránya, de az ismételt agytörzsi vérzések súlyos maradandó neurológiai tüneteket és életminőségromlást okozhatnak. Ha a vérzés eléri a piális felszínt, a kórfolyamat sebészi eltávolítása is könnyebb, ugyanakkor a vérzés elfedheti a cavernoma valódi kiterjedését, így nagyobb eséllyel maradhat residuum, különös tekintettel arra, hogy a műtéti feltárás mérete limitált. A vérzés felszívódásával és ismételt MR vizsgálat végzésével a malformáció helyzete pontosabban megállapítható, így a teljes sebészi eltávolítás esélye is nagyobb lehet a korlátozott műtéti terület ellenére. Ezen szituáció állt fenn saját betegünk esetében is.

Az agytörzsi cavernomák teljes eltávolítása mindig jelentős sebészi kihívást jelent a környező struktúrák károsodásának veszélye miatt, így a technika hatékonysága csak hosszútávú klinikai utánkövetés alapján állapítható meg. Az optimális rezekciós feltárás irányát

a 2-pontos metodika írja le (Brown és mtsai 1996), amely egy virtuális vonalat jelent a lézió középpontja és azon pont között, amely legközelebb van a felszínhez. A feltárásnak ezt a virtuális vonalat kell követnie (Ohue és mtsai 2010), valamint az agyszövet és egyéb képletek traumatizációját a lehető legnagyobb mértékben csökkenteni kell. Ezen alapelveket követve többféle módszer létezik, az ún. presigmoid, retrosigmoid, lateralis transzpeduncularis, transzpetrosalis, transzorális és transzclivalis feltárások (Hauck és mtsai 2010, Quiñones-Hinojosa és mtsai 2006, Hebb és Spetzler 2010, François és mtsai 2010, Steiger és mtsai 2006, Reisch és mtsai 2001). Néhány ezek közül kiterjedt manipulációt, az agytörzs eltartását igényelheti vagy nem biztosít megfelelő rálátást a híd ventralis felszínére (Hauck és mtsai 2010, Quiñones-Hinojosa és mtsai 2006, Hebb és Spetzler 2010).

Az endonasalis, transssphenoidális feltárás kínálja az egyik legjobb megoldást a hídban ventromediálisan elhelyezkedő kórfolyamatok eltávolítására. Direkt rálátást biztosít a pons ventralis felszínére, ugyanakkor csak minimális az idegszövet eltartása és sebészi traumatizációja. A neuronavigáció alkalmazása a térbeli orientáció megtartását, a cavernoma látótérbe hozását és eltávolítását segíti a szűk műteti terület mellett is. A leggyakoribb posztoperatív komplikáció ebben és más hasonló esetekben is a liquorcsorgás lehet. Számos lehetőség (nasoseptális lebeny, autológ szöveti graftok alkalmazása) áll rendelkezésre ennek kezelésére (Kimball és mtsai 2012, Sanborn és mtsai 2012, Giovannetti és mtsai 2013, Munich és mtsai 2013).

11 éves utánkövetéses eredményeink bizonyítják, hogy a transznazális, transssphenoidális feltárás alternatívát jelent a hídban ventromedialisan a felszínhez közel elhelyezkedő képletek szövetkímélő biztonságos eltávolításában (Banczerowski és mtsai 2016).

Megadolichobasilaris éranómia által okozott trigeminus neuralgia mikrovaskuláris innovatív dekompressziós kezelése (9 éves nyomonkövetés)

Bevezetés

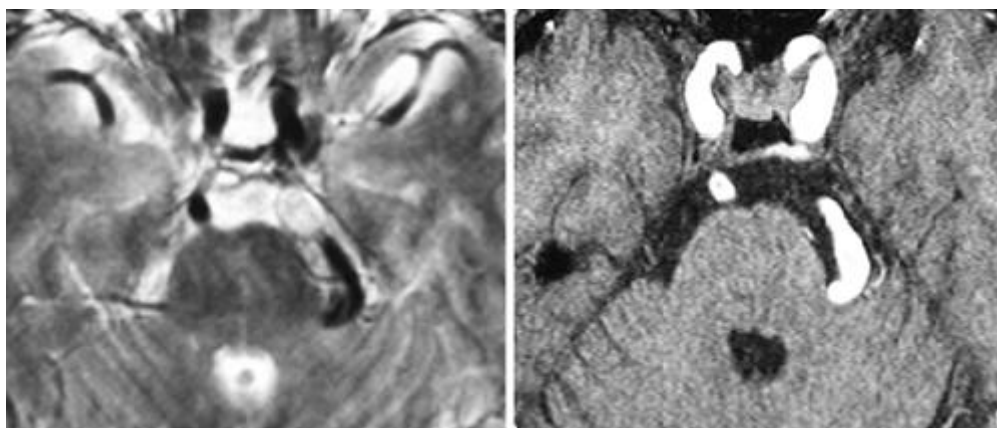
A vertebrobasilaris rendszer megnagyobbodott, megnyúlt, szklerotikus elváltozása az irodalomban megadolichobasilaris artériás anomáliaként ismert (Linskey és mtsai 1994). Éranómia a nervus trigeminus kompressziója által gyakran szerepel kiváltó faktorként a trigeminus neuralgia patogenezisében (Dandy 1934, Gardner 1962). Általában kisebb erek (pl. az artéria cerebelli superior, artéria cerebelli anterior inferior) okoznak neurovasculáris kompressziót, de a vertebrobasilaris rendszer anomáliájának mechanikai disztorziója is szerepelhet kórokként. Elsővonalbeli kezelésként a gyógyszeres terápia ajánlott, de gyógyszer-

rezisztens esetekben a különböző sebészi kezelések (pl. Gasser dúc thermokoaguláció, microvasculáris dekompresszió) hatékonysága bizonyított.

Esetünkben a megadolichobasilaris éranómia által okozott nervus trigeminus kompresszió egyedileg kialakított fémlemez segítségével került megoldásra a műtét során.

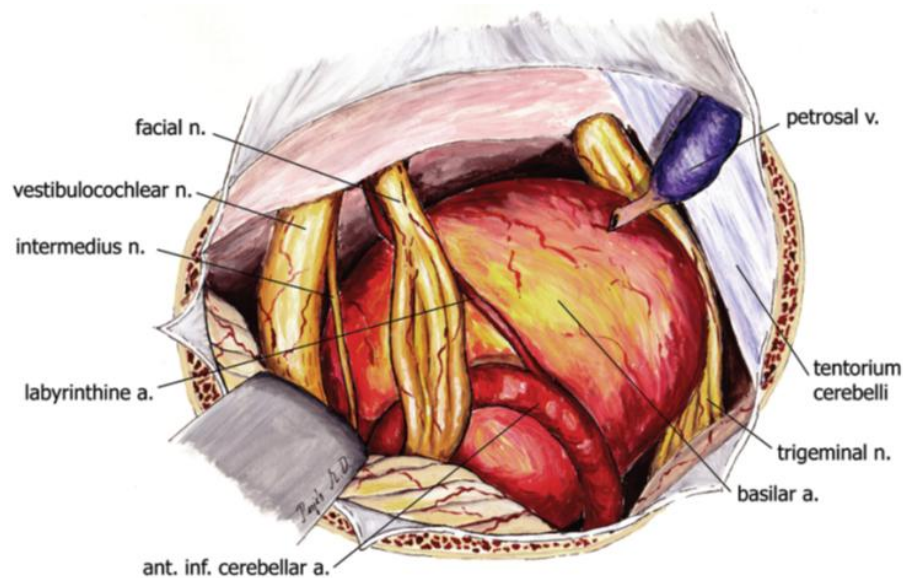
Esetbemutató

Egy hipertóniás 65 éves férfi 7 éve tartó bal oldali trigeminus neuralgiával jelentkezett Intézetünkben. Az intermittáló fájdalmat elsődlegesen a nervus maxilláris és nervus mandibularis ellátási területén jelezte. A gyógyszeres terápia (carbamazepin, baclofen, tiaprid és clomipramin) bevezetése ellenére a fájdalmas epizódok kisebb mértékben, de megmaradtak, azonban a beteg azokat tolerálta. 5 évvel a gyógyszeres terápia elkezdése után a beteg rosszabbodó, gyógyszer-rezisztens és az egész bal oldali arcfélre kiterjedő fájdalom miatt került felvételre. Az MR felvételek a nervus trigeminus kompresszióját mutatták, amelyet a megnagyobbodott, megnyúlt, szklerotikus artéria basiláris okozott. Vaszkuláris dekompresszió mellett döntöttünk (**84. ábra**).



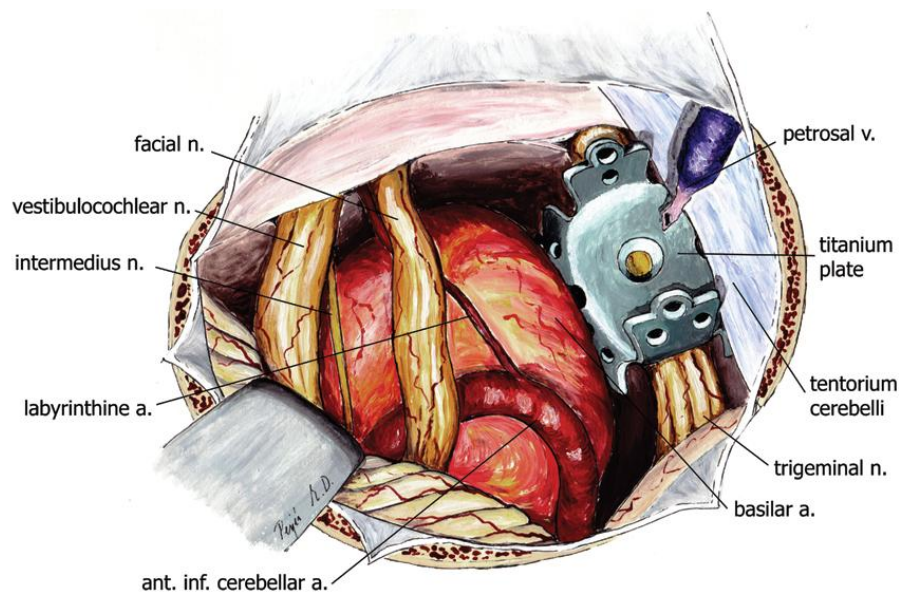
84. ábra A preoperatív axiális T2 (bal) és a T1-súlyozott kontrasztos (jobb) MR képek a nervus trigeminus kompresszióját ábrázolják az atherosclerotikus artéria basiláris által a bal oldalon.

Bal oldali laterális suboccipitális craniotomia és a dura megnyitása után, a cerebellum eltartásával egy megnagyobbodott, szklerotikus artéria megadolichobasilaris vált megfigyelhetővé, amely mediális irányba diszlokálta a pontst és a nervus trigeminus kompresszióját okozta azáltal, hogy azt a tentoriumnak nyomta (**85. ábra**).



85. ábra Az illusztráció az atherosclerotikus megadolichobasilaris artéria általi nervus trigeminus kompressziót mutatja azáltal, hogy a tentoriumnak nyomja az ideget. a. = artéria; ant. inf. = anterior inferior; n. = ideg; v. = véna.

Az egész szklerotikus érkomplexum immobilis volt és nyilvánvalóvá vált, hogy a hagyományos módszerek nem alkalmazhatóak a megfelelő és tartós dekompresszióhoz. Egy, a helyszínen egyedileg kialakított rozettaszerű mikrolemez (Bioplate, Inc.) U alakban meghajlítva és a tentoriumnak támasztva került behelyezésre úgy, hogy a nervus trigeminus a kialakított fémcsatornában, fizikailag elválasztásra került az érkomplexumtól. A meszes, megnagyobbodott artéria basiláris a távtartót a tentoriumnak nyomva helyben tartotta (**86. ábra**).



86. ábra Az illusztráció a nervus trigeminus dekompresszióját ábrázolja azáltal, hogy a távtartó behelyezésre került.
A kép a *Journal of Neurosurgery* 2014;121(6) szám címlapján megjelent.

A fémfelszíneket izomlebennyel és Spongostannal (Spongostan; Ethicon, Inc.) fedtük be, hogy az esetleges érsérüléseket megelőzzük.

A műtét után sem komplikáció, sem neurológiai diszfunkció nem lépett fel. A posztoperatív röntgen és MR felvételek a nervus trigeminus megfelelő dekompresszióját mutatták a titán implantátum által. A 9 éves utánkövetés során a beteg tünetmentes volt. A CT angiographiás felvételek az implantátum megfelelő helyzetét és a nervus trigeminus intaktóságát mutatták.

Megbeszélés

A mikrovaszkuláris dekompresszió egy hosszú távú, hatékony sebészi kezelési lehetőség, ha a trigeminus neuralgiát vertebrobasiláris kompresszió okozza és a gyógyszeres terápia eredménytelen (Barker és mtsai 1996). Számos anyag alkalmas a nervus trigeminus komprimáló értől történő izolációjához (pl. fenestrált aneurysma klipek, cuff clippek, Teflon stb.) (Suzuki és mtsai 1990, Takamiya és mtsai 1985, Yamahata és mtsai 2011, Klun 1992). A szklerotikus, megnagyobbodott artéria basiláris által okozott idegi kompresszió műtéti megoldása során a kiterjedt neurovaszkuláris manipuláció jelentős posztoperatív komplikációkat okozhat, és néhány implantátum súlyosbíthatja a nervus trigeminus kompresszióját.

Esetünkben a feltárt meszes, mozdíthatatlan érkomplexum nyilvánvalóvá tette, hogy az eddig alkalmazott anyagok és módszerek nem lennének megfelelőek a dekompresszióhoz és az immobilis érkomplexum sebészi manipulációja jelentős komplikációkat okozhatna. A műtét során alkalmazott egyedileg kialakított titán lemez azonban a szklerotikus artéria megfelelő eltartását biztosította a nervus trigeminustól. A fémfelszíneket réteges izomlebenyekkel fedtük be, hogy az erek esetleges uzurációját megakadályozzuk. Feltételeztük azt is, hogy idővel az izomlebenyek kötőszövetté alakulnak át, amely további védelmet és stabilitást fog biztosítani. A 9 éves utánkövetés bizonyította az alkalmazott technika hatékonyságát és a kontroll képalkotó felvételek is az implantátum változatlan helyzetét mutatták. A beteg végig tünetmentes maradt és neurológiai diszfunkció jelei nem mutatkoztak.

Tudomásunk szerint ez az egyetlen eset az irodalomban, amikor egyedileg kialakított fém implantátum került felhasználásra megadolichobasiláris által okozott nervus trigeminus kompresszió izolálására. Szeretnénk azonban hangsúlyozni, hogy a bemutatott módszer használata inkább extrém, egyéb módon nem kezelhető esetekben megfontolandó és nem rutinszerűen ajánlott eljárás (Banczerowski és mtsai 2014c).

A fejlesztés további irányai

A technikai lehetőségek folyamatos fejlődésével (pl. neuronavigáció spinális alkalmazása) további lehetőség mutatkozik a minimálisan invazív irányú fejlesztésekre a gerincsebészetre fókuszálva.

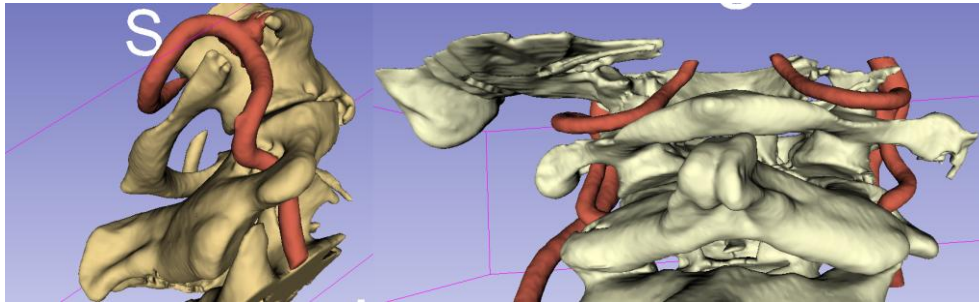
Ennek főbb irányai a következők:

1. A neuronavigáció alkalmazási lehetőségeinek meghatározása a pontosabb lokalizáció és a feltárás méreteinek további csökkentése céljából
2. A szegmentális-laterális technikák transzmusculáris irányú megközelítésének fejlesztése.
3. Egyedi távtartó és feltáró rendszer műszerfejlesztés a split laminotomia technikához.
4. További bioanyagok felhasználási lehetőségeinek feltérképezése az „archbone” technikához.

A csigolya destrukciót okozó kórfolyamatok kezelésében is további lehetőségek mutatkoznak:

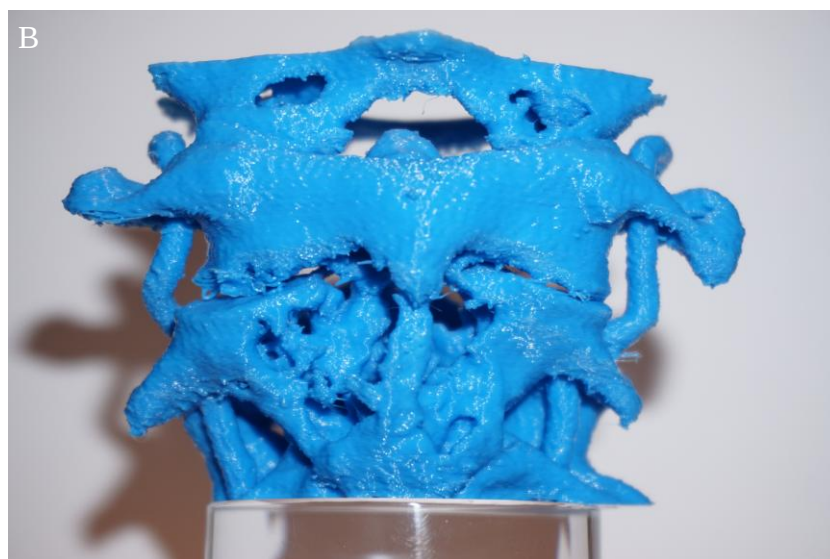
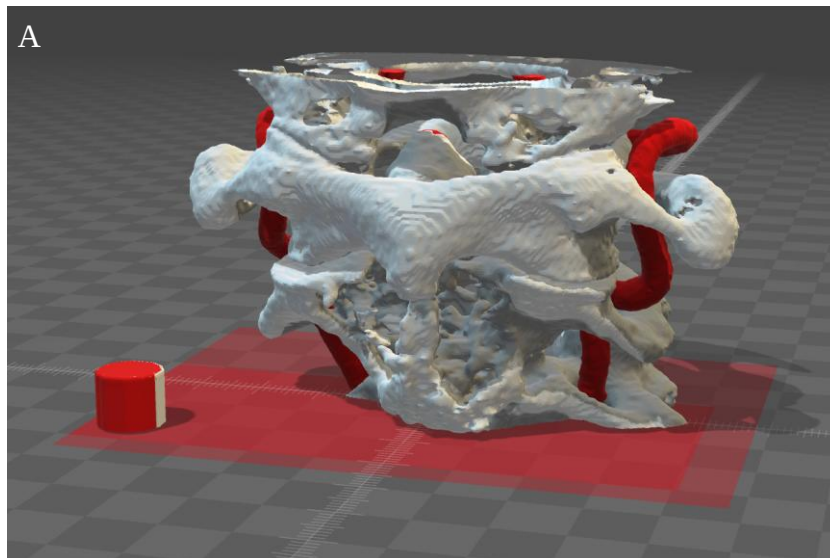
1. 3D modell készítése 3D nyomtató segítségével a CI-II terület pontos anatómiai megértéséhez **(87., 88. ábra)** a kórfolyamatok által destruált környezetben.

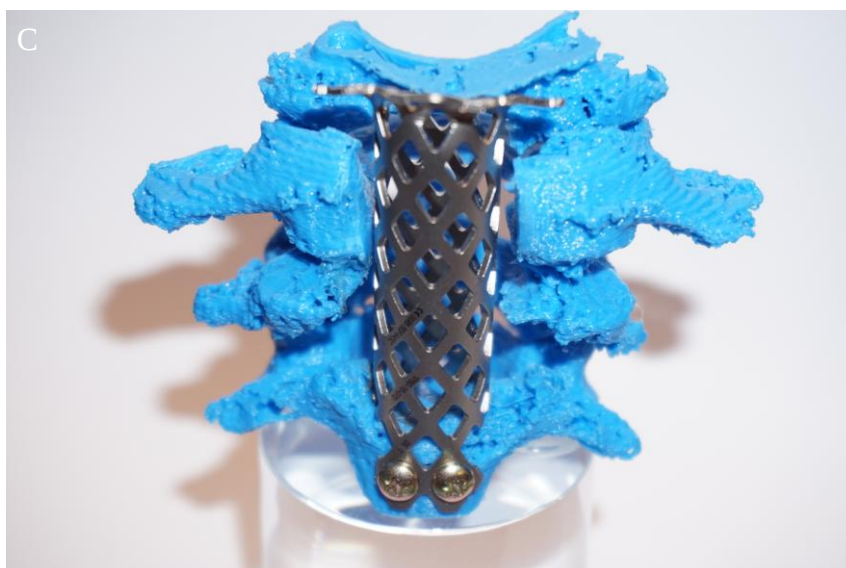
A modellkészítés és nyomtatás az operációt megelőző műtéti tervezést könnyebbé teszi. A kinyomtatott gerincmodellbe beillesztett beültetendő implantátum illeszkedését, és a környező struktúrákhoz való viszonyát könnyebben ellenőrizhetjük **(87.ábra)**. Valószínűsíthetően a jövőben az egyre szélesebb körben ismert és alkalmazott 3D-s megjelenítés módok és a 3D nyomtatás az orvosi diagnosztika és terápia területén egyre jelentősebb segítséget fog nyújtani.



87. ábra. Példa a 3D-s hálóillesztés után kapott nyomtatható modellekre. (Bal és jobb ábra: nyaki csigolyák és az artéria viszonya).

(Dr. Németh Bence anyagából: Preoperatív 3D modellezés és nyomtatás az idegsebészeti műtétek vonatkozásában-OKITI szakmai gyakorlat beszámoló, Témavezető: Banczerowski-Papp)



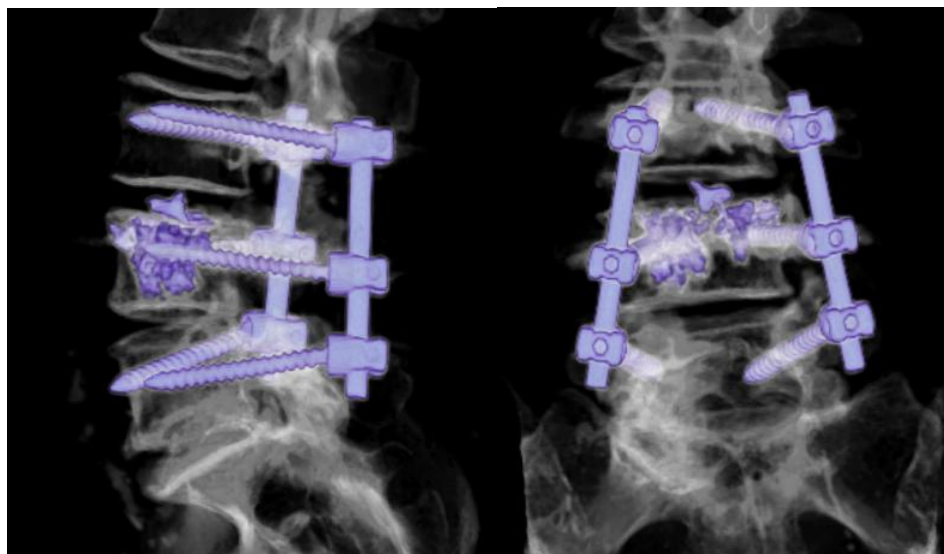


88. ábra. 3D-s modell nyomtatás előtt a CII csigolyatestet érintő tumor esetében (A), nyomtatás után (B) és a tervezett műtéti implantátum modellbe helyezése próbaként műtét előtt (C).

2. Felismerve az augmentált csavaros rendszer használatának jelentős kockázatát osteoporotikus betegek kezelésében, jelenleg vizsgálatok folynak a *csavaros rendszer utólagos percután vertebroplastikai PMMA „körbeöntéses” metodikájával* (89., 90. ábra). Ilyen jellegű beavatkozás eddig 27 betegnél történt, az eredmények feldolgozása folyamatban.



89. ábra. Utóaugmentált csavarok anteroposterior RTG képen.



90. ábra. Utóaugmentált csavarok oldalirányú (bal) és anteroposterior (jobb) 3D CT képen.

Intézetünkben folyamatosan értékeljük a minimálisan invazív és egyéb technikák alkalmazása és fejlesztése terén szerzett tapasztalatokat, a sebészeti protokollokat rendszeresen fejlesztjük, ezek eredményeként az elmúlt évek során számos új módszer került bevezetésre és további módszerek állnak kifejlesztés és kipróbálás alatt.

Irodalomjegyzék

1. An HS, Munk R. Osteomyelitis of the posterior elements of the cervical spine in an infant. *Orthopedics* 1993;16:618-620.
2. Anselmetti GC, Manca A, Montemurro F, Tutton S, Chiara G, Battistella M, Savojardo M, Marcia S, Masala S, Regge D. Vertebroplasty using transoral approach in painful malignant involvement of the second cervical vertebra (C2): a single-institution series of 25 patients. *Pain Physician* 2012;15:35-42.
3. Avellanal M, Diaz-Reganon G, Orts A, Soto S. One-year results of an algorithmic approach to managing failed back surgery syndrome. *Pain Res Manag* 2014;19(6):313-316.
4. Baba H, Maezawa Y, Furusawa M, Imura S, Tomita K. Flexibility and alignment of the cervical spine after laminoplasty for spondylotic myelopathy. A radiographic study. *Int Orthop* 1995;19(2):116-121.
5. Bączyk G, Opala T, Kleka P, Chuchracki M. Multifactorial analysis of risk factors for reduced bone mineral density among postmenopausal women. *Arch Med Sci* 2012;8(2):332-341.
6. Bailar JC III, Gornik HL. Cancer undefeated. *N Eng J Med* 1997;336:1569-1574.
7. **Banczerowski P.** Minimálisan invazív gerinc-sebészeti feltárások. *Orvosképzés* 2009a;S6:461-464.
8. **Banczerowski P,** Bognár L, Rappaport HZ, Veres R, Vajda J. Novel surgical approach in the management of longitudinal pathologies within the spinal canal: the split laminotomy and “archbone” technique. Alternative to multilevel laminectomy or laminotomy. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery (Adv Tech Stand Neurosurg)* 2014b;41:47-70.
9. **Banczerowski P,** Czegléczi G, Gádor I, Nyáry I. Long-term outcome of endonasal, transsphenoidal approach for the treatment of pontine cavernous malformation: case report with 11 years follow up. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2016;77(3):269-273.
10. **Banczerowski P,** Czegléczi G, Nyáry I. Long-term effectiveness of an ad hoc tailored titanium implant as a spacer for microvascular decompression in the treatment of trigeminal neuralgia caused by megadolichoectatic basilar artery anomaly: 9-year follow-up. *J Neurosurg* 2014c;121(6):1492-1496.

11. **Banczerowski P**, Czigléczy G, Papp Z, Veres R, Rappaport HZ, Vajda J. Minimally invasive spine surgery: systematic review. *Neurosurgical Review* 2015; 38:11-26.
12. **Banczerowski P**, Lipóth L, Veres R. A gerinccsatorna kétoldali „over the top” rekálbrációja féloldali feltáráson keresztül degeneratív háti és ágyéki gerinccsatorna-szűkület esetén. (Bilateral “over the top” decompression through unilateral laminotomy for lumbar and thoracic spinal canal stenosis.) *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2007;60(11-12):467-473.
13. **Banczerowski P**, Misik F, Varga Á, Vajda J. A gerinccsatornából a neuroforamenbe terjedő neuromák eltávolításának új minimál invazív sebészi lehetőségei (Noi posibilități de abord chirurgical minim invaziv ale tumorilor intrarahidiene cu extensie în neuroforamen, New minimally invasive surgical removal of spine tumors extending into the neuroforamen from the spinal canal). *Orvostudományi Értesítő (Buletin de “tiință Medicală, Bulletin of Medical Sciences)* 2009c;82(4):244-247, 2009;S6:461-464.
14. **Banczerowski P**, Vajda J, Veres R. A gerinccsatornában elhelyezkedő térfoglaló folyamatok eltávolítása féloldali parciális feltárásból, a „hemi-semi laminectomy”. (Removal of intraspinal space-occupying lesions through unilateral partial approach, the „hemi-semi laminectomy”.) *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2008a;61(3-4):114-122.
15. **Banczerowski P**, Vajda J, Veres R. Exploration and decompression of the spinal canal using split laminotomy and its modification, the “archbone” technique. *Neurosurgery* 2008b;62(5 suppl 2):ONS 432-440, discussion 440-441.
16. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Modified minimal invasive surgical approach to cervical neuromas with intraforaminal components: hemi-semi-laminectomy and supraforaminal burr hole (modified foraminotomy) technique. *Minim Invasive Neurosurg* 2009b;52(1):56-58.
17. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Új műtétechnikai eljárások a gerincsebészetben, különös tekintettel a minimál invazivitásra. (New minimal invasive surgical techniques in spine surgery.) *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2012;65(5-6):169-180.
18. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Modified surgical approach to cervical neuromas with intraforaminal components: minimal invasive facet joint sparing “open tunnel” technique. *J Neurol Surg A* 2014a;75:16-19.
19. Barker FG II, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD: The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *N Engl J Med* 1996;334:1077-1083.

20. Barnes M, Tiwana MS, Kiraly A, Hutchison M, Olson RA. Incidence of distal bone metastases in patients treated for palliative radiotherapy and associations with primary tumour types. *J Bone Oncol* 2015;4(4):107-109.
21. Bartels RH, Donk R, van Azn RD. Height of cervical foramina after anterior discectomy and implantation of a carbon fiber cage. *J Neurosurg* 2001;95(Suppl 1):40-42.
22. Bartels RH, Van Der Linden YM, Van Der Graaf WT. Spinal Extradural Metastasis: Review of Current Treatment Options. *CA Cancer J Clin* 2008;58:245-259.
23. Becker S, Chavanne A, Spitaler R, Kropik K, Aigner N, Ogon M, Redl H. Assessment of different screw augmentation techniques and screw designs in osteoporotic spines. *Eur Spine J* 2008;17(11):1462-1469.
24. Bognár L, Madarassy G, Vajda J. Split laminotomy in pediatric neurosurgery. *Child Nerv Syst* 2004;20:110-113.
25. Braunsdorf WE. The neurofibromatosis Recklinghausen and its central manifestation. *Zentralbl Neurochir.* 1988;49(2):77-85.
26. Brooke NS, Rorke AW, King AT, Gullan RW. Preliminary experience of carbon fiber cage prostheses for treatment of cervical spine disorders. *Br J Neurosurg* 1997;11:221-227.
27. Brotchi J. Intrinsic spinal cord tumor removal. *Neurosurgery* 2002;50:1059-1063.
28. Brown AP, Thompson BG, Spetzler RF. The two-point method: evaluating brain stem lesions. *BNI Q* 1996;12:20-24.
29. Butler JS, Shelly MJ, Timlin M, Powderly WG, O'Byrne JM. Nontuberculous pyogenic spinal infection in adults: a 12-year experience from a tertiary referral center. *Spine* 2006;31(23):2695-2700.
30. Buxton N, Punt J. Osteomyelitis of the atlas in an infant. *Childs Nerv Syst* 1997; 13(3):175-177.
31. Carsten Stüer, Michael Stoffel, Judith Hecker, Florian Ringel, Bernhard Meyer. A Staged Treatment Algorithm for Spinal Infections. *J Neurol Surg A* 2013;74:87-95.
32. Celik SE, Kara A, Celik S. A comparison of changes over time in cervical foraminal height after tricortical iliac graft or polyetheretherketone cage placement following anterior discectomy. *J Neurosurg Spine* 2007;6:10-16.

33. Cenzato M, Stefini R, Ambrosi C, Giovanelli M. Post-operative remnants of brainstem cavernomas: incidence, risk factors and management. *Acta Neurochir (Wien)* 2008;150(9):879-886;discussion 887.
34. Cherqui A, Kim DH, Kim SH, Park HK, Kline DG. Surgical approaches to paraspinal nerve sheath tumors. *Neurosurg Focus* 2007;22:E9.
35. Chiou SM, Eggert HR, Laborde G, Seeger W. Microsurgical unilateral approaches for spinal tumour surgery: Eight years experience in 256 primary operated patients. *Acta Neurochir* 1989;100:127-133.
36. Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martinez MT, Deramond H. Percutaneous vertebral surgery. Technique and indications. *J Neuroradiol* 1997;24(1):45-59.
37. Choi D, Crockard A, Bunger C, Harms J, Kawahara N, Mazel C, Melcher R, Tomita K, Global Spine Tumor Study Group. Review of metastatic spine tumour classification and indications for surgery: the consensus statement of the Global Spine Tumour Study Group. *Eur Spine J* 2010;19(2):215-222.
38. Chu W, Tsuei YC, Liao PH, Lin JH, Chou WH, Chu WC, Young ST. Decompressed percutaneous vertebroplasty: A secured bone cement delivery procedure for vertebral augmentation in osteoporotic compression fractures. *Injury* 2013;44(6):813-818.
39. Cobb J.R. Outline for the study of scoliosis. *Instr Course Lect* 1948;5:261-275.
40. Conti P, Pansini G, Mouchaty H, Capuano C, Conti R. Spinal neurinomas: retrospective analysis and long-term outcome of 179 consecutively operated cases and review of the literature. *Surg Neurol* 2004;61:34-43.
41. Czigléczi G, Papp Z, Padányi Cs, **Banczerowski P**. Comparative evaluation of surgical alternatives in the treatment of acute cervical myelopathy and in the decompression of cervical spinal canal. *Journal of Acute Disease* 2014;3(4):265-271.
42. Czirják S, Szeifert GT. Surgical experience with frontolateral keyhole craniotomy through a superciliary skin incision. *Neurosurgery* 2001;48(1):145-9; discussion 149-150.
43. Dai LY, Jiang LS. Anterior cervical fusion with interbody cage containing beta-tricalcium phosphate augmented with plate fixation: a prospective randomized study with 2-year follow-up. *Eur Spine J* 2008;17(5):698-705.
44. Dandy WE: Concerning the cause of trigeminal neuralgia. *Am J Surg* 1934;24:447-455.
45. Darouiche RO. Spinal epidural abscess *N Engl J Med* 2006;355(19):2012-2020.

46. De Bari B, Alongi F, Mortellaro G, Mazzola R, Schiappacasse L, Guckenberger M. Spinal metastases. Is stereotactic body radiation therapy supported by evidences? *Crit Rev Oncol Hematol* 2016;98:147-158.
47. De la Garza-Ramos R, Benvenuti-Regato M, Caro-Osorio E. Vertebroplasty and kyphoplasty for cervical spine metastases: a systematic review and meta-analysis. *Int J Spine Surg* 2016;10:7.
48. Del Curling O Jr, Kelly DL Jr, Elster AD, Craven TE. An analysis of the natural history of cavernous angiomas. *J Neurosurg* 1991;75(5):702–708.
49. Deschuyffeleer S, Leijssen P, Bellemans J. Unilateral laminotomy with bilateral decompression for lumbar spinal stenosis: short-term risks in elderly individuals. *Acta Orthop Belg* 2012;78(5):672-677.
50. Deyo RA, Nachemson A, Mirza SK. Spinal-fusion surgery - case for restraint. *N Engl J Med* 2004;350:722-726.
51. Dimaala J, Chaljub G, Oto A, Swischuk L. Odontoid osteomyelitis masquerading as a C2 fracture in an 18-month-old male with torticollis: CT and MRI features. *Emerg Radiol* 2006;12(5):234-236.
52. Du JY, Aichmair A, Kueper J, Wright T, Lebl DR. Biomechanical analysis of screw constructs for atlantoaxial fixation in cadavers: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine* 2015;22(2):151-161.
53. Durand G, Girodon J, Debiais F. Medical management of failed back surgery syndrome in Europe: evaluation modalities and treatment proposals. *Neurochirurgie* 2015;6(1):S57-65.
54. Eck KR, Lenke LG, Bridwell KH, Gilula LA, Lashgari CJ, Riew KD. Radiographic assessment of anterior titanium mesh cages. *J Spinal Disord* 2000;13(6):501-509; discussion 510.
55. Edwards CC II, Heller JG, Silcox H III. T-saw laminoplasty for the management of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 2000;25:1788-1794.
56. Eggert HR, Scheremet R, Seeger W, Gaitzsch J. Unilateral microsurgical approaches to extramedullary spinal tumours: Operative techniques and results. *Acta Neurochir* 1983; 67:245-253.
57. Evans AJ, Kip KE, Brinjikji W, Layton KF, Jensen ML, Gaughen JR, Kallmes DF. Randomized controlled trial of vertebroplasty versus kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures. *J Neurointerv Surg* 2015; pii: neurintsurg-2015-011811.

58. Felsenberg D, Silman AJ, Lunt M, Armbrrecht G, Ismail AA, Finn JD, Cockerill WC, Banzer D, Benevolenskaya LI, Bhalla A, Bruges Armas J, Cannata JB, Cooper C, Dequeker J, Eastell R, Felsch B, Gowin W, Havelka S, Hoszowski K, Jajic I, Janott J, Johnell O, Kanis JA, Kragl G, Lopes Vaz A, Lorenc R, Lyritis G, Masaryk P, Matthis C, Miazgowski T, Parisi G, Pols HA, Poor G, Raspe HH, Reid DM, Reisinger W, Schedit-Nave C, Stepan JJ, Todd CJ, Weber K, Woolf AD, Yershova OB, Reeve J, O'Neill TW. Incidence of vertebral fracture in europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). European Prospective Osteoporosis Study (EPOS) Group, *J Bone Miner Res* 2002;17(4):716-724.
59. Flamme CH, von der Heide N, Heymann C, Hurschler C. Primary stability of anterior lumbar stabilization: interdependence of implant type and endplate retention or removal. *Eur Spine J* 2006;15(6):807-818.
60. Fourney DR, York JE, Cohen ZR, Suki D, Rhines LD, Gokaslan ZL. Management of atlantoaxial metastases with posterior occipitocervical stabilization. *J Neurosurg* 2003; 98(2 Suppl):165-170.
61. 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.
62. François P, Ben Ismail M, Hamel O, Bataille B, Jan M, Velut S. Anterior transpetrosal and subtemporal transtentorial approaches for pontine cavernomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2010;152(8):1321–1329; discussion 1329.
63. Frangen TM, Källicke T, Gottwald M, Andereya S, Andress HJ, Russe OJ, Müller EJ, Muhr G, Schinkel C. Surgical management of spondylodiscitis. An analysis of 78 cases. *Unfallchirurg* 2006;109(9):743-753.
64. Fung KY, Law SW. Management of malignant atlanto-axial tumours. *J Orthop Surg* 2005;13:232-239.
65. Gardner WJ: Concerning the mechanism of trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. *J Neurosurg* 1962;19:947-958.
66. Genant HK, Wu CY, Van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res* 1993;8:1137-1148.
67. German JW, Adamo MA, Hoppenot RG, Blossom JH, Nagle HA. Perioperative results following lumbar discectomy: comparison of minimally invasive discectomy and standard microdiscectomy. *Neurosurg Focus* 2008;25(2):E20.

68. Getty CJ, Johnson JR, Kirwan EO, Sullivan MF. Partial undercutting facetectomy for bony entrapment of the lumbar nerve root. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63-B(3):330-335.
69. Gilbert HA, Kagan AR, Nussbaum H, Rao AR, Satzman J, Chan P, Allen B, Forsythe A. Evaluation of radiation therapy for bone metastases: pain relief and quality of life. *AJR Am J Roentgenol* 1977;129(6):1095-1096.
70. Giovannetti F, Ruggeri A, Buonaccorsi S, Pichierri A, Valentini V. Endoscopic endonasal approaches for cerebrospinal fluid leaks repair. *J Craniofac Surg* 2013;24(2):548-553.
71. González-Martínez EL, García-Cosamalón PJ, Fernández-Fernández JJ, Ibáñez-Plágaro FJ, Alvarez B. Minimally invasive approach of extramedullary intradural spinal tumours. Review of 30 cases. *Neurocirugia (Astur)* 2012;23(5):175-181.
72. Gouliouris T, Aliyu SH, Brown NM. Spondylodiscitis: update on diagnosis and management. *J Antimicrob Chemother* 2010;65(Suppl 3):iii11-iii24.
73. Gross BA, Batjer HH, Awad IA, Bendok BR. Brainstem cavernous malformations. *Neurosurgery* 2009;64(5):E805–E818; discussion E818.
74. Gross BA, Lin N, Du R, Day AL. The natural history of intracranial cavernous malformations. *Neurosurg Focus* 2011;30(6):E24.
75. Guglielmi G, Andreula C, Muto M, Gilula LA. Percutaneous vertebroplasty: indications, contraindications, technique, and complications. *Acta Radiol* 2005;46(3):256-268.
76. Hadjipavlou AG, Mader JT, Necessary JT, Muffoletto AJ. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25(13):1668-1679.
77. Hatrick NC, Lucas JD, Timothy AR, Smith MA. The surgical treatment of metastatic disease of the spine. *Radiother Oncol* 2000;56:335-339.
78. Hauck EF, Barnett SL, White JA, Samson D. The presigmoid approach to anterolateral pontine cavernomas. Clinical article. *J Neurosurg* 2010;113(4):701-708.
79. Health Quality Ontario. Percutaneous vertebroplasty for treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser* 2010;10(19):1-45.
80. Heary RF, Bono CM. Metastatic spinal tumors. *Neurosurg Focus* 2001;11(6):e1.

81. Hebb MO, Spetzler RF. Lateral transpeduncular approach to intrinsic lesions of the rostral pons. *Neurosurgery* 2010;66(3, Suppl Operative):26–29; discussion 29.
82. Heidecke V, Rainov NG, Marx T, Burkert W. Outcome in cloward anterior fusion for degenerative cervical spinal disease. *Acta Neurochir* 2000;142:283-291.
83. Hida S, Naito M, Arimizu J, Morishita Y, Nakamura A. The transverse placement laminoplasty using titanium miniplates for the reconstruction of the laminae in thoracic and lumbar region. *Eur Spine J* 2006;15:1292-1297.
84. Hosono N, Yonenobu K, Ono K. Neck and shoulder pain after laminoplasty. A noticeable complication. *Spine* 1996;21:1969-1973.
85. Iacoangeli M, Gladi M, Di Rienzo A, Dobran M, Alvaro L, Nocchi N, Maria LG, Somma D, Colasanti R, Sceratti M. Minimally invasive surgery for benign intradural extramedullary spinal meningiomas: experience of a single institution in a cohort of elderly patients and review of the literature. *Clin Interv Aging* 2012;7:557-564.
86. Ibrahim AG, Crockard HA, Antonetti P, Boriani S, Bünger C, Gasbarrini A, Grejs A, Harms J, Kawahara N, Mazel C, Melcher R, Tomita K. Does spinal surgery improve the quality of life for those with extradural (spinal) osseous metastases? An international multi-centre prospective observational study of 223 patients. *J Neurosurg Spine* 2005;8:271-278.
87. 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;25:1754-1759.
88. Iida Y, Kataoka O, Sho T, Sumi M, Hirose T, Bessho Y, Kobayashi D. Postoperative lumbar spinal instability occurring or progressing secondary to laminectomy. *Spine* 1990;15:1186-1189.
89. Irvine BG, Strachan WE. The long-term results of localized anterior cervical decompression and fusion in spondylotic myelopathy. *Paraplegia* 1987;25:18-22.
90. Jacobs RR, McClain O, Neff J. Control of postlaminectomy scar formation. *Spine* 1980; 5:223-229.
91. Jacobs WB, Perrin RG. Evaluation and treatment of spinal metastases: an overview. *Neurosurg Focus* 2001;11(article 10).
92. Johnsson KE, Willner S, Johnsson K. Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1986;11:107-110.

93. Joshi AP, Pedlow FX, Hornicek FJ. Surgical management of cervical spine metastatic disease. *Curr Opin Orthop* 2002;13:224-231.
94. Kaloostian PE, Gokaslan ZL. Surgical management of primary tumors of the cervical spine: surgical considerations and avoidance of complications. *Neurol Res* 2014;36(6):557-565.
95. Katayama Y, Matsuyama Y, Yoshishara H, Sakai Y, Nakamura H, Nakashima S, Ito Z, Ishiguro N. Comparison of surgical outcomes between macro discectomy and micro discectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomized study with surgery performed by the same spine surgeon. *J Spinal Disord Tech* 2006;19:344-347.
96. Kato Y, Kaneko K, Kataoka H, Kojima T, Imajyo Y, Taguchi T. Cervical hemilaminoplasty: technical note. *J Spinal Disord Tech* 2007;20:296-301.
97. Katsumi Y, Honma T, Nakamura T. Analysis of cervical instability resulting from laminectomies for removal of spinal cord tumour. *Spine* 1989;14:1171-1176.
98. Kehrli P, Bergamaschi R, Maitrot D. Open-door laminoplasty in pediatric spinal neurosurgery. *Child Nerv Syst* 1996;12:551-552.
99. Kim JH, Yoo SH, Kim JH. Long-term follow-up of percutaneous vertebroplasty in osteoporotic compression fracture: Minimum of 5 years follow-up. *Asian Spine J* 2012;6(1):6-14.
100. Kim JS, Jung B, Arbatti N, Lee SH. Surgical experience of unilateral laminectomy for bilateral decompression (ULBD) of ossified ligamentum flavum in the thoracic spine. *Minim Invasive Neurosurg* 2009;52(2):74-78.
101. Kimball MM, Lewis SB, Werning JW, Mocco JD. Resection of a pontine cavernous malformation via an endoscopic endonasal approach: a case report. *Neurosurgery* 2012;71(1, Suppl Operative):186–193; discussion 193-194.
102. Kishan A, Gropper MR. Thoracic laminectomy. In: Fessler RG, Sekhar L (eds): *Atlas of neurosurgical techniques: spine and peripheral nerves*. New York, Thieme, Inc., 2006a; pp. 448-451.
103. Kishan A, Gropper MR. Thoracic laminotomy. In: Fessler RG, Sekhar L (eds): *Atlas of neurosurgical techniques: spine and peripheral nerves*. New York, Thieme, Inc., 2006b. pp. 452-455.
104. Klun B. Microvascular decompression and partial sensory rhizotomy in the treatment of trigeminal neuralgia: personal experience with 220 patients. *Neurosurgery* 1992;30:49-52.

105. Koch-Wiewrodt D, Wagner W, Perneczky A. Unilateral multilevel interlaminar fenestration instead of laminectomy or hemilaminectomy: an alternative surgical approach to intraspinal space-occupying lesions. *J Neurosurg Spine* 2007;6:485-492.
106. Kotil K. Pathological fracture of the atlas secondary to plasmacytoma. *J Clin Neurosci.* 2007;14(5):492-494.
107. Kurokawa T, Tsuyama N, Tanaka H. Enlargement of spinal canal by the sagittal splitting of the spinous process. *Bessatu Seikeigeka* 1982;2:234-240.
108. Lattig F. Bone cement augmentation in the prevention of adjacent segment failure after multilevel adult deformity fusion. *J Spinal Disord Tech* 2009;22(6):439-443.
109. Lee CH, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ. What is a reasonable surgical procedure for spinal extradural arachnoid cysts: is cyst removal mandatory? Eight consecutive cases and a review of the literature. *Acta Neurochir (Wien)* 2012; 154(7):1219-1227.
110. Lee CS, Jung CH. Metastatic spinal tumor. *Asian Spine J* 2012;6(1):71-87.
111. Lim MR, Lee JY, Vaccaro AR. Surgical infections in the traumatized spine. *Clin Orthop Relat Res* 2006;444:114-119.
112. Linskey ME, Jho HD, Jannetta PJ: Microvascular decompression for trigeminal neuralgia caused by vertebrobasilar compression. *J Neurosurg* 1994;81:1-9.
113. Lipson SJ. Spinal-fusion surgery - advances and concerns. *N Engl J Med* 2004; 350:643-644.
114. Lot G, George B. Cervical neuromas with extradural components: surgical management in a series of 57 patients. *Neurosurgery* 1997;41:813-820.
115. Magyar Oszteoporózis és Osteoarthrológiai társaság szakmai ajánlása www.oszteoporozis.hu/upload/oszteoporozis/document/OP_szakmai_ajanlas2008.pdf
116. Makary MS, Zucker IL, Sturgeon JM. Venous extravasation and polymethylmethacrylate pulmonary embolism following fluoroscopy-guided percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol Open* 2015;7;4(8):2058460115595660.
117. Maroon JC. Current concepts in minimally invasive discectomy. *Neurosurgery* 2002; 51:(5 Suppl):S137-S145.

118. Matsumoto M, Chiba K, Tsuji T, Maruiwa H, Toyama Y, Ogawa J. Use of a titanium mesh cage for posterior atlantoaxial arthrodesis. Technical note. *J Neurosurg* 2002;96(1 Suppl):127-130.
119. McCormick PC. Surgical management of dumbbell tumors of the cervical spine. *Neurosurg* 1996;38:294-300.
120. McCormick PC, Torres R, Post KD, Stein BM. Intramedullary ependymoma of the spinal cord. *J Neurosurg* 1990;72:523-532.
121. Melton LJ 3rd. Epidemiology of spinal osteoporosis. *Spine* 1997;15:22(24 Suppl):2S-11S.
122. Munich SA, Fenstermaker RA, Fabiano AJ, Rigual NR. Cranial base repair with combined vascularized nasal septal flap and autologous tissue graft following expanded endonasal endoscopic neurosurgery. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2013;74(2):101-108.
123. Müslüman AM, Cansever T, Yılmaz A, Çavuşoğlu H, Yüce İ, Aydın Y. Midterm outcome after a microsurgical unilateral approach for bilateral decompression of lumbar degenerative spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine* 2012;16(1):68-76.
124. Mylona E, Samarkos M, Kakalou E, Fanourgiakis P, Skoutelis A. Pyogenic vertebral osteomyelitis: a systematic review of clinical characteristics. *Semin Arthritis Rheum* 2009;39(1):10-17.
125. Nakamura M, Iwanami A, Tsuji O, Hosogane N, Watanabe K, Tsuji T, Ishii K, Toyama Y, Chiba K, Matsumoto M. Long-term surgical outcomes of cervical dumbbell neurinomas. *J Orthop Sci* 2013;18(1):8-13.
126. North RB, LaRocca VR, Schwartz J, North CA, Zahurak M, Davis RF, McAfee PC. Surgical management of spinal metastases: analysis of prognostic factors during 10-year experience. *J Neurosurg Spine* 2005;2:564-573.
127. Oertel MF, Ryang YM, Korinath MC, Gilsbach JM, Rohde V. Long-term results of microsurgical treatment of lumbar spinal stenosis by unilateral laminotomy for bilateral decompression. *Neurosurgery* 2006;59(6):1264-1269; discussion 1269-1270.
128. Ohue S, Fukushima T, Kumon Y, Ohnishi T, Friedman AH. Surgical management of brainstem cavernomas: selection of approaches and microsurgical techniques. *Neurosurg Rev* 2010;33(3):315-322; discussion 323-324.
129. Oppenheimer JH, DeCastro I, McDonnell DE. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery: a historical review *Neurosurg Focus* 2009;27(3):E9.

130. O'Toole JE, Eichholz KM, Fessler RG. Minimally invasive approaches to vertebral column and spinal cord tumors. *Neurosurg Clin N Am* 2006;17(4):491-506.
131. Ozawa H, Kokubun S, Aizawa T, Hoshikawa T, Kawahara C. Spinal dumbbell tumors: an analysis of a series of 118 cases. *J Neurosurg Spine* 2007;7(6):587-593.
132. Padányi Cs, Misik F, Papp Z, Vitanovics D, Balogh A, Veres R, Lipóth L, **Banczerowski P**. Osteoporoticus kompressziós csigolyatörések kezelése PMMA augmentált csavaros transpedicularis rögzítéssel. (Treatment of osteoporotic vertebral compression fracture with PMMA augmented pedicle screw fixation.) *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2015;68(1-2):52-58.
133. Padányi Cs, Vajda J, **Banczerowski P**. Para-split laminotomy: a rescue technique for split laminotomy approach in exploration of intramedullary midline located pathologies. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2014;75(4):310-316.
134. Papagelopoulos PJ, Peterson HA, Ebersold MJ, Emmanuel PR, Choudhury SN, Quast LM. Spinal column deformity and instability after lumbar or thoracolumbar laminectomy for intraspinal tumors in children and young adults. *Spine* 1997; 22:442-451.
135. Papavero L, Thiel M, Fritzsche E, Kunze C, Westphal M, Kothe R. Lumbar spinal stenosis: prognostic factors for bilateral microsurgical decompression using a unilateral approach. *Neurosurgery* 2009;65(6 Suppl):182-187.
136. Papp Z, Czegléczky G, **Banczerowski P**. Multiple abscesses with osteomyelitis and destruction of both the atlas and the axis in a 4-week-old infant. *Spine* 2013c; (38):19:E1228-1230.
137. Papp Z, Marosfői M, Szikora I, **Banczerowski P**. Treatment of C-2 metastatic tumors with intraoperative transoral or transpedicular vertebroplasty and occipitocervical posterior fixation. *J Neurosurg Spine* 2014;21(6):886-891.
138. Papp Z, Vajda J, Veres R, **Banczerowski P**. Minimal invasive surgical techniques for the treatment of pathologic lesions, situated in the midline of the spinal canal. *Biomechanica Hungarica* 2010;3(1):189-200.
139. Papp Z, Vajda J, Veres R, **Banczerowski P**. Novel minimal invasive surgical techniques for the treatment of segmental-lateral pathologic lesions of the spine, preserving the dorsal stabilizing structures. *Biomechanica Hungarica* 2013a;VI/1: 213-221.

140. Papp Z, Veres R, Vajda J, **Banczerowski P**. Split laminotomy and complementary spacer insertion for opening and enlargement of the thoracic spinal canal at infiltrative intramedullary tumour removal. *Clin Neurosci/Ideggy Szle* 2013b;66(9-10):331-336.
141. Park JH, Hyun SJ, Roh SW, Rhim SC. A comparison of unilateral laminectomy with bilateral decompression and fusion surgery in the treatment of grade I lumbar degenerative spondylolisthesis. *Acta Neurochir* 2012;154(7):1205-1212.
142. Pear BL. Spinal epidural hematoma. *AJR Am J Roentgenol* 1972;115:155-164.
143. Poletti CE. Central lumbar stenosis caused by ligamentum flavum: unilateral laminotomy for bilateral ligamentectomy: preliminary report of two cases. *Neurosurgery* 1995;37:343-347.
144. Poór G. Oszteoporózis care in Hungary. *Bull World Health Organ.* 1999;77(5):429-430.
145. Porter PJ, Willinsky RA, Harper W, Wallace MC. Cerebral cavernous malformations: natural history and prognosis after clinical deterioration with or without hemorrhage. *J Neurosurg* 1997;87(2):190-197.
146. Quiñones-Hinojosa A, Chang EF, Lawton MT. The extended retro-sigmoid approach: an alternative to radical cranial base approaches for posterior fossa lesions. *Neurosurgery* 2006;58(4,Suppl 2):ONS-208–ONS-214; discussion ONS-214
147. Quiñones-Hinojosa A, Jun P, Jacobs R, Rosenberg WS, Weinstein PR. General principles in the medical and surgical management of spinal infections: a multidisciplinary approach. *Neurosurg Focus* 2004;17(6):E1.
148. Raimondi AJ, Guterrez FA, Rocco C Di. Laminotomy and total reconstruction of the posterior arch for spinal canal surgery in childhood. *J Neurosurg* 1976;45:550-560.
149. Ratcliffe JF. An evaluation of the intra-osseous arterial anastomoses in the human vertebral body at different ages. *Microarteriographic Study. J Anat* 1982;134(Pt 2):373-382.
150. Ratcliffe JF. Anatomic basis for the pathogenesis and radiologic features of vertebral osteomyelitis and its differentiation from childhood discitis. A microarteriographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1985;26(2):137-143.
151. Rawlinson JN. Morbidity after anterior cervical decompression and fusion. The influence of the donor site on recovery, and the results of a trial of surgibone compared to autologous bone. *Acta Neurochir* 1994;131(1-2):106-118.

152. Reisch R, Perneczky A, Filippi R. Surgical technique of the supraorbital key-hole craniotomy. *Surg Neurol* 2003;59(3):223-227.
153. Reisch R, Bettag M, Perneczky A. Transoral transclival removal of anteriorly placed cavernous malformations of the brainstem. *Surg Neurol* 2001;56(2):106–115; discussion 115-116.
154. Reisch R, Stadie A, Kockro R, Gawish I, Schwandt E, Hopf N. The minimally invasive supraorbital subfrontal key-hole approach for surgical treatment of temporomesial lesions of the dominant hemisphere. *Minim Invasive Neurosurg* 2009;52(4):163-169.
155. Riew KD, Rhee JM. The use of titanium mesh cages in the cervical spine. *Clin Orthop Relat Res* 2002;394:47-54.
156. Rigoard P, Blond S, David R, Mertens P. Pathophysiological characterisation of back pain generators in failed back surgery syndrome (part B). *Neurochirurgie* 2015;61:(Suppl1):S35-44.
157. Rompe JD, Eysel P, Zöllner J, Nafe B, Heine J. Degenerative lumbar spinal stenosis. Long-term results after undercutting decompression compared with decompressive laminectomy alone or with instrumented fusion. *Neurosurg Rev* 1999;22(2-3):102-106.
158. Rui M. Duarte, Alexander R. Vaccaro. Spinal infections: management algorithm. *European Spine Journal* 2013;22(12):2787-2799.
159. Russel SM, Benjamin V. The anterior surgical approach to the cervical spine for intervertebral disc disease. *Neurosurgery* 2004;54:1144-1149.
160. Ryu SI, Mitchell M, Kim DH. A prospective randomized study comparing a cervical carbon fiber cage to the Smith–Robinson technique with allograft and plating: up to 24 months follow-up. *Eur Spine J* 2006;15:157-164.
161. Sanborn MR, Kramarz MJ, Storm PB, Adappa ND, Palmer JN, Lee JY. Endoscopic, endonasal, transclival resection of a pontine cavernoma: case report. *Neurosurgery* 2012;71(1, Suppl Operative):198-203.
162. Sanf  lix-Gimeno G, Sanfelix-Genov  s J, Hurtado I, Reig-Molla B, Peir   S. Vertebral fracture risk factors in postmenopausal women over 50 in Valencia, Spain. A population- based cross-sectional study. *Bone* 2013;52(1):393-399.
163. Sapico FL. Microbiology and antimicrobial therapy of spinal infections. *Orthop Clin North Am* 1996;27(1):9-13.

164. Sarioglu AC, Hanci M, Bozkus H, Kaynar MY, Kafadar A. Unilateral hemilaminectomy for the removal of the spinal space-occupying lesions. *Minim Invas Neurosurg* 1997;40:74-77.
165. Sasani M, Sasani H, Kaner T, Fahir Ozer A. Resection of a large spinal intradural ependymoma using a limited unilateral laminectomy approach in the lumbosacral region. *J Neurosurg Sci* 2012;56(1):55-59.
166. Sawin PD, Traynelis VC, Menezes AH. A comparative analysis of fusion rates and donor-site morbidity for autogeneic rib and iliac crest bone grafts in posterior cervical fusions. *J Neurosurg* 1998;88:255-265.
167. Schnee CL, Freese A, Weil RJ, Marcotte PJ. Analysis of harvest morbidity and radiographic outcome using autograft for anterior cervical fusion. *Spine* 1997;22:2222-2227.
168. Schwarcz A, Kasó G, Büki A, Dóczy T. Minimálisan invazív, instrumentált gerincsebészeti technika alkalmazása degeneratív vagy traumás eredetű ágyéki betegségekben. *Clinical Neurosci/Ideggyogy Szle* 2013;66(3-4):121-126.
169. Sciubba DM, Petteys RJ, Dekutoski MB, Fischer CG, Fehlings MG, Ondra SL, Rhines LD, Gokaslan ZL. Diagnosis and management of metastatic spine disease. *Neurosurg Spine* 2010;13:94-108.
170. Shikata J, Yamamuro T, Shimizu K, Saito T. Combined laminoplasty and posterolateral fusion for spinal canal surgery in children and adolescents. *Clin Orthop Related Res* 1990;259:92-99.
171. Shirashi T. A new technique for exposure of the cervical spine laminae. *J Neurosurg (Spine1)* 2002;96:122-126.
172. Shono Y, McAfee P, Cunningham BW, Brantigan JW. A biomechanical analysis of decompression and reconstruction methods in the cervical spine. Emphasis on a carbonfiber-composite cage. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:1674-1684.
173. Sifuentes GWA, Lamúa RJR, Gallego RJI, Vázquez DM. Cement pulmonary embolism after vertebroplasty. *Reumatol Clin* 2013;9(4):239-242.
174. Sihvonen T, Herno A, Paljarva L, Airaksinen O, Patanen J, Tapaninaho A. Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. *Spine* 1993;18:575-581.
175. Silber JS, Anderson DG, Vaccaro AR, Anderson PA, McCormick P, NASS. Management of postprocedural discitis. *Spine J* 2002;2(4):279-287.

176. Sobottke R, Harald Seifert, Gerd Fätkenheuer, Matthias Schmidt, Axel Goßmann, Peer Eysel. Current diagnosis and treatment of spondylodiscitis. *Dtsch Arztebl Int.* 2008;105(10):181-187.
177. Soshi S, Shiba R, Kondo H, Murota K. An experimental study on transpedicular screw fixation in relation to osteoporosis of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 1991;16(11):1335-1341.
178. 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.
179. Steiger HJ, Hänggi D, Stummer W, Winkler PA. Custom-tailored transdural anterior transpetrosal approach to ventral pons and retroclival regions. *J Neurosurg* 2006;104(1):38-46.
180. Su X, Shi W, Huang QF, Shen JH, Chen J. Hemi-semi laminectomy approach for the microsurgical treatment of spinal schwannomas. *Chin Med Sci J.* 2012;27(2):96-100.
181. Sun CX, Meng XL, Xie SN, Yu Y, Yang HJ, Wu B. Unilateral hemilaminectomy for patients with intradural extramedullary tumors. *J Zhejiang Univ Sci B* 2011; 12(7):575-581.
182. Sun G, Li L, Jin P, Liu XW, Li M. Percutaneous vertebroplasty for painful spinal metastasis with epidural encroachment. *J Surg Oncol* 2014;110(2):123-128.
183. Suzuki S, Tsuchita H, Kurokawa Y, Kitami K, Sohma T, Takeda T: New method of MVD using a vascular tape for neurovascular compression involving the vertebrobasilar artery - report of two cases. *Neurol Med Chir* 1990;30:1020-1023.
184. Takamiya Y, Toya S, Kawase T, Takenaka N, Shiga H: Trigeminal neuralgia and hemifacial spasm caused by a tortuous vertebrobasilar system. *Surg Neurol* 1985;24:559-562.
185. Tandon N, Vollmer DG. Cervical laminectomy. In: Fessler RG, Sekhar L (eds.) *Atlas of neurosurgical techniques: spine and peripheral nerves.* New York, Thieme Inc. 2006a; pp.233-238.
186. Tandon N, Vollmer DG. Cervical laminotomy. In: Fessler RG, Sekhar L (eds.) *Atlas of neurosurgical techniques: spine and peripheral nerves.* New York, Thieme Inc. 2006b; pp. 239-249.

187. Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy and laminectomy. *J Neurosurg Spine* 2005; 3:129-141.
188. Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T, Yoshida A, Murakami H, Akamaru T. Surgical strategy for spinal metastases. *Spine* 2001;26:298-306.
189. Tomita K, Kawahara N, Toribatake Y, Heller JG. Expansive midline T-saw laminoplasty (modified spinous process-splitting) for the management of cervical myelopathy. *Spine* 1998;23(1):32-37.
190. Tsai RY, Yang RS, Bray RS Jr. Microscopic laminotomies for degenerative lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1988;11:389-94.
191. Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R. Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine* 1992;17:1-8.
192. Tzermiadianos MN, Renner SM, Phillips FM, Hadjipavlou AG, Zindrick MR, Havey RM, Voronov M, Patwardhan AG. Altered disc pressure profile after an osteoporotic vertebral fracture is a risk factor for adjacent vertebral body fracture. *Eur Spine J* 2008;17(11):1522-1530.
193. Tyrrell PN, Cassar-Pullicino VN, McCall IW. Spinal infection. *Eur Radiol* 1999;9(6):1066-1077.
194. Weiner BK, Fraser RD, Peterson M. Spinous process osteotomies to facilitate lumbar decompressive surgery. *Spine* 1999a;24:62-66.
195. Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA. Microdecompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1999b; 24:2268-2272.
196. Wiedemayer H, Sandalcioğlu IE, Aalders M, Wiedemayer H, Floerke M, Stolke D. Reconstruction of the laminar roof with miniplates for a posterior approach in intraspinal surgery: techniqueal considerations and critical evaluation of followup results. *Spine* 2004; 29:333-342.
197. Wiley AM, Trueta J. The vascular anatomy of the spine and its relationship to pyogenic vertebral osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Br* 1959;41-B:796-809.
198. Wilke HJ, Kettler A, Claes L. Primary stabilizing effect of inter-body fusion devices for the cervical spine: an in vitro comparison between three different cage types and bone cement. *Eur Spine J* 2000;9:410-416.

199. Wilkes RA, Mackinnon JG, Thomas WG. Neurological deterioration after cement injection into a vertebral body. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(1):155.
200. Wittenberg RH, Lee KS, Shea M, White AA 3rd, Hayes WC. Effect of screw diameter, insertion technique, and bone cement augmentation of pedicular screw fixation strength. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(296):278-287.
201. Wolanczyk MJ, Fakhrian K, Adamietz IA. Radiotherapy, Bisphosphonates and Surgical Stabilization of Complete or Impending Pathologic Fractures in Patients with Metastatic Bone Disease. *J Cancer* 2016;7(1):121-124.
202. Xie P, Zhao Y, Li G. Efficacy of percutaneous vertebroplasty in patients with painful vertebral metastases: A retrospective study in 47 cases. *Clin Neurol Neurosurg* 2015;138:157-161.
203. Xie T, Qian J, Lu Y, Jiang Y, Wan Z, Zhang L, Luo C. Unilateral multilevel interlaminar fenestration: a minimally invasive approach for cervical intramedullary lesions. *J Clin Neurosci* 2014;21(7):1196-1204.
204. Xie T, Qian J, Wu X, Lu Y, Hu G, Luo C. Unilateral, multilevel, interlaminar fenestration in the removal of a multisegment cervical intramedullary ependymoma. *Spine J* 2013;13(7):747-753.
205. Yamahata H, Tokimura H, Hanaya R, Tajitsu K, Hirabaru M, Yamagami M, et al: Microvascular decompression for trigeminal neuralgia due to compression by the vertebral artery: report of 3 cases. *Minim Invasive Neurosurg* 2011;54:79-82.
206. Yasargil MG, Tranmer BI, Adamson TE, Roth P. Unilateral partial hemilaminectomy for the removal extra- and intramedullary tumors and AVMs. In: Symon L (eds): *Advances and technical standards in neurosurgery*, Springer Verlag, Wien; 1991;18: pp.113-132.
207. Yasuoka S, Peterson HA, MacCarthy CS. Incidence of spinal column deformity after multilevel laminectomy in children and adults. *J Neurosurg* 1982; 57: 441-445.
208. Yeh JS, Sgouros S, Walsh AR, Hockley AD. Spinal sagittal malalignment following surgery for primary intramedullary tumours in children. *Pediatr Neurosurg* 2001;35:318-324.
209. Yoshida M, Tamaki T, Kawakami M, Nakatani N, Ando M, Yamada H, Hayashi N. Does reconstruction of posterior ligamentous complex with extensor musculature decrease axial symptoms after cervical laminoplasty? *Spine* 2002;27:1414-1418.

210. 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;23:628-633.

Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények jegyzéke

1. **Banczerowski P**, Lipóth L, Veres R. A gerinccsatorna kétoldali „over the top” rekalibrációja féloldali feltáráson keresztül degeneratív háti és ágyéki gerinccsatorna szűkület esetén. (Bilateral “over the top” decompression through unilateral laminotomy for lumbar and thoracic spinal canal stenosis.) **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2007;60(11-12):467-473.

“Legjobb közlemény 2007” elismerés (Clinical Neuroscience/Ideggyógyászati Szemle Szerkesztőbizottsága) **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2008;61(3-4):105
2. **Banczerowski P**, Vajda J, Veres R. A gerinccsatornában elhelyezkedő térfoglaló folyamatok eltávolítása féloldali parciális feltárásból, a „hemi-semi laminectomy”. (Removal of intraspinal space-occupying lesions through unilateral partial approach, the „hemi-semi laminectomy”.) **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2008;61(3-4):114-122.
3. **Banczerowski P**, Vajda J, Veres R. Exploration and decompression of the spinal canal using split laminotomy and its modification, the “archbone” technique. **Neurosurgery** 2008;62:(5 suppl 2):ONS 432-440, discussion 440-441.
4. **Banczerowski P**. Minimálisan invazív gerinc-sebészeti feltárások. **Orvosképzés** 2009; S6:461-464.
5. **Banczerowski P**, Misik F, Varga Á, Vajda J. A gerinccsatornából a neuroforamenbe terjedő neuromák eltávolításának új minimál invazív sebészi lehetőségei (Noi posibilități de abord chirurgical minim invaziv ale tumorilor intrarahidiene cu extensie în neuroforamen, New minimally invasive surgical removal of spine tumors extending into the neuroforamen from the spinal canal). **Orvostudományi Értesítő (Bulletin de Științe Medicale, Bulletin of Medical Sciences)** 2009;82(4):244-247.
6. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Modified minimal invasive surgical approach to cervical neuromas with intraforaminal components: hemi-semi-laminectomy and supraforaminal burr hole (modified foraminotomy) technique. **Minim Invasive Neurosurg** 2009;52(1):56-58.
7. Papp Z, Vajda J, Veres R, **Banczerowski P**. Minimal invasive surgical techniques for the treatment of pathologic lesions, situated in the midline of the spinal canal. **Biomechanica Hungarica** 2010;3(1):189-200.
8. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Új műtéttechnikai eljárások a gerincsebészetben, különös tekintettel a minimál invazivitásra. (New minimal invasive surgical techniques in spine surgery.) **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2012;65(5-6):169-180.
9. Papp Z, Czegléczky G, **Banczerowski P**. Multiple abscesses with osteomyelitis and destruction of both the atlas and the axis in a 4-week-old infant. **Spine** 2013;(38)19:E1228-30.

10. Papp Z, Vajda J, Veres R, **Banczerowski P**. Novel minimal invasive surgical techniques for the treatment of segmental-lateral pathologic lesions of the spine, preserving the dorsal stabilizing structures. **Biomechanica Hungarica** 2013;VI/1: 213-221.
11. Papp Z, Veres R, Vajda J, **Banczerowski P**. Split laminotomy and complementary spacer insertion for opening and enlargement of the thoracic spinal canal at infiltrative intramedullary tumour removal. **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2013;66(9-10):331-336.
12. **Banczerowski P**, Bognár L, Rappaport HZ, Veres R, Vajda J. Novel surgical approach in the management of longitudinal pathologies within the spinal canal: the split laminotomy and “archbone” technique. Alternative to multilevel laminectomy or laminotomy. **Advances and Technical Standards in Neurosurgery (Adv Tech Stand Neurosurg)** 2014;41:47-70.
13. **Banczerowski P**, Czigleczy G, Nyáry I. Long-term effectiveness of an ad hoc tailored titanium implant as a spacer for microvascular decompression in the treatment of trigeminal neuralgia caused by megadolichoectatic basilar artery anomaly: 9-year follow-up. **J Neurosurg** 2014;121(6):1492-1496.
14. **Banczerowski P**, Veres R, Vajda J. Modified surgical approach to cervical neuromas with intraforaminal components: minimal invasive facet joint sparing “open tunnel” technique. **J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg** 2014;75:16-19.
15. Czigleczy G, Papp Z, Padányi Cs, **Banczerowski P**. Comparative evaluation of surgical alternatives in the treatment of acute cervical myelopathy and in the decompression of cervical spinal canal. **Journal of Acute Disease** 2014;3(4):265-271.
16. Padányi Cs, Vajda J, **Banczerowski P**. Para-split laminotomy: a rescue technique for split laminotomy approach in exploration of intramedullary midline located pathologies. **J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg** 2014;75(4): 310-316.
17. Papp Z, Szikora I, Marosfői M, **Banczerowski P**. Treatment of C2 vertebral body and dens tumours with intraoperative transoral or transpedicular vertebroplasty and occipito-cervical posterior fixation. **J Neurosurg Spine** 2014;21(6):886-891.
18. **Banczerowski P**, Czigleczy G, Papp Z, Veres R, Rappaport HZ, Vajda J. Minimally invasive spine surgery: systematic review. **Neurosurgical Review** 2015;38:11-26.
19. Padányi Cs, Misik F, Papp Z, Vitanovics D, Balogh A, Veres R, Lipóth L, **Banczerowski P**. Osteoporotikus kompressziós csigolyatörések kezelése PMMA augmentált csavaros transpedicularis rögzítéssel. (Treatment of osteoporotic vertebral compression fracture with PMMA augmented pedicle screw fixation.) **Clin Neurosci/Ideggy Szle** 2015;68(1-2):52-58.
20. **Banczerowski P**, Czigleczy G, Gábor I, Nyáry I. Long-term outcome of endonasal, transsphenoidal approach for the treatment of pontine cavernous malformation: case report with 11 years follow up. **J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg** 2016;77(3):269-273.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik munkámban támogattak.

Kiemelt köszönettel tartozom tanítóimnak és mestereimnek, Dr. med. habil Veres Róbert c. egyetemi tanár úrnak és Dr. Vajda János főorvos úrnak a szakmai irányításért, a közös gondolkodásért és munkáért. Az Ő szerepük meghatározó volt a pályám során, valamint a minimálisan invazív szemléletem fejlesztésében.

Hálámat szeretném kifejezni Dr. Halász Béla akadémikus úrnak és néhai Dr. Gerendai Ida professzor asszonynak, akik pályám során felbecsülhetetlenül hasznos tanácsaikkal nyújtottak segítséget a tudományos és kísérletes szemléletem kialakításában.

Köszönetet mondok néhai Dr. Pásztor Emil akadémikus úrnak, aki pályámon elindított.

Hálásan köszönöm Dr. Nyáry István professzor úrnak, az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet volt főigazgatójának, hogy pályámat mindvégig támogatólag segítette.

Köszönetet mondok az Országos Idegtudományi Intézet volt főigazgatójának, Dr. Gusztonyi Ágnesnek és az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet jelenlegi főigazgatójának Dr. Nagy Zoltán professzor úrnak a megértő támogatásért.

Külön köszönettel tartozom a gerincsebészeti osztály és közösség tagjainak, akikkel közösen együtt dolgozhattam: Dr. Lipóth Lászlónak, Dr. Papp Zoltánnak, Dr. Padányi Csabának, Dr. Vitánovics Dusanak és Dr. Balogh Attilának.

Köszönetet mondok Dr. Czegléczki Gábornak az együttműködésért.

Köszönetet mondok az OKITI minden dolgozójának, külön kiemelve a műtő teljes személyzetét.

Köszönöm Jankus Katalinnak a rendkívül értékes együttműködést, valamint összes munkatársamnak a támogató légkört, amellyel megkönnyítették munkámat.

Végezetül, de nem utolsó sorban köszönöm feleségemnek és családomnak, hogy végig mellettem álltak.