

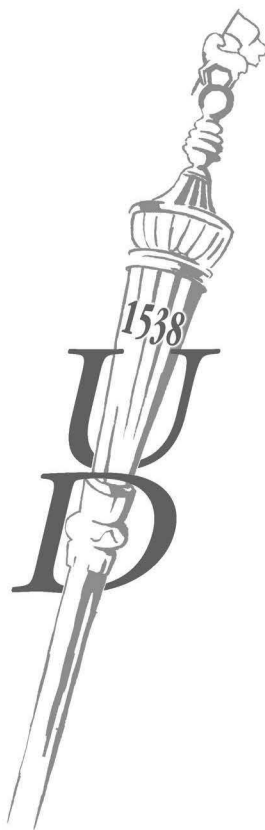
EGYETEMI DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

**A TRANSZPEDIKULÁRIS CSAVAROK
HATÁSA A NÖVEKEDÉSBEN LÉVŐ GERINC
MORFOLÓGIÁJÁRA**

**PROSPEKTÍV TANULMÁNY
IN VIVO SERTÉS MODELLBEN**

Dr. Jeszenszky Dezső János

Témavezető: Prof. Dr. Bognár László



**DEBRECENI EGYETEM
IDEGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA
Debrecen, 2013**

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

EOS	Early Onset Scoliosis
EOSD	Early Onset Spinal Deformity
NCC	Neurocentral Cartilage
VEPTR	Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib
TIS	Thoracic Insufficiency Syndrom
MRI	Magnetic Resonance Imaging
CT	Computer Tomography
3D	Háromdimenziós
MIOM	multimodális intraoperatív monitorozás
a-p	antero-posterior
VBa-s	Vertebral Body angle on the screw side
VBa-ns	Vertebral Body angle on the non-screw side
SCa-s	Spinal canal angle on the screw side
SCa-ns	Spinal canal angle on the non-screw side
vs	versus
AIS	adolescent idiopathic scoliosis
St dev	standard deviation

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	2
1. BEVEZETÉS	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
2.1 A növekedő csigolya anatómiája, különös tekintettel a növekedési porcra (neurocentral cartilage, NCC)	12
2.2 A növekedésben levő gerinc instrumentálása	14
2.2.1 Biomechanikai megfontolások	15
2.2.2 Alapvető sebészi elvek	16
2.2.3 Implantátumválasztás	17
2.2.4 A betegek és az implantátumok méretviszonyai	17
2.2.5 A kisgyermekkorú gerincdeformitások anatómiai sajátosságai	18
2.2.6 Implantátum-függő komplikációk	19
2.3 A transzpedituláris csavar hatása a gerinc növekedésére	19
3. CÉLKITŰZÉSEK	22
4. ANYAG ÉS MÓDSZEREK	23
4.1 A tanulmány felépítése	25
4.2 Narkózis	27
4.3 Sebészi technika	28
4.4 Radiológiai vizsgálat	29
4.5 Posztoperatív periódus	31
4.6 Radiológiai vizsgálatok kvantitatív analízise	31
4.7 Statisztikai analízis	34

5. EREDMÉNYEK	35
5.1 Állatkísérletes modell eredményei	35
5.1.1 Sertéscsigolya szimmetriájára vonatkozó mérések	35
5.1.2 A gerinccsatorna abszolút méreteinek analízise	37
5.2 Humán vizsgálatok	39
5.2.1 Atlanto-occipitális diszlokáció szelektív fúziója	
9 éves utánkövetéssel	40
5.2.2 Veleszületett scoliosis sebészi kezelése transzpedikuláris	
csavarokkal 16 éves utánkövetéssel	44
6. MEGBESZÉLÉS	48
7. ÖSSZEFOGLALÁS	52
8. IRODALOMJEGYZÉK	55
8.1 Hivatkozott közlemények jegyzéke	55
8.2 Az értekezés alapjául szolgáló in extenso közlemények	65
8.3 További közlemények	65
9. TÁRGYSZAVAK	72
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	73
11. FÜGGELÉK	75

1. BEVEZETÉS

A növekedésben lévő emberi szervezetben központi szerepe van a gerincoszlopnak. A gerinc növekedése három fontos szakaszra osztható¹. Az első szakasz a 0-5 éves korig tart, ezt a nemzetközileg elfogadott „Early Onset” csoportnak nevezzük. A második a 6-9. életévekre terjed, míg a harmadik 10 éves kortól a pubertás befejeződéséig tart. Ezen növekedési periódusok megkülönböztetése igen jelentős a terápiás terv kialakítása (időzítés, mód) tekintetében.

A gerinc növekedése és fejlődése különösen az élet első 5 évében (fent említett első szakaszban) kiemelkedő jelentőségű a tüdők, illetve az alveolusok, valamint a mellkas fejlődésében. A korai kezdetű gerincdeformitások (early onset scoliosis, EOS, pontosabban early onset spinal deformity, EOSD) ennek megfelelően döntően befolyásolhatják negatív irányban az említett szervek fejlődését. Az így kialakult károsodások az élet későbbi szakaszaiban már nem vagy csak részben korrigálhatók. Az EOSD következményeként beszűkült légzésfunkció, illetve a deformált mellkas és kiterjedt másodlagos gerincgörcbűletek következményei irreverzibilisek.

Néhány évvel, illetve évtizeddel ezelőtt a kisgyermekkori gerincdeformitások (EOSD) kezelése a betegek utánkövetésére, esetleg korzett-terápiájára korlátozódott. Gerincsebészeti beavatkozásokat, megfelelő implantátumok hiányában, ebben a korban nem vagy csak rendkívül ritkán végeztek. Egy kisgyermekkori gerincsebészeti műtét kockázat/hasszon arányát egészen a 90-es évek végéig magasnak ítélték. Így a kezelő orvosok stratégiája, jobb megoldás hiányában, időnyerésre korlátozódott azzal a céllal, hogy ez idő alatt a lehető legkisebb legyen a progresszió. Így átvészelve ezt a periódust, az élet későbbi szakaszában (pubertás vagy felnőttkor) már a széles körben elérhető, jól bevált terápiás modalitásokat lehet alkalmazni, jóllehet ekkorra már gyakran helyrehozhatatlan károsodások jöttek létre.

A humán fejlődésben végzett kutatások világítottak rá a kisgyermekkor jelentőségére a gerinc fejlődésében¹. Párhuzamosan ezzel gyorsan fejlődtek a gerincsebészeti technikák, a gerincimplantátumok egyre jobbak lettek, gyermekek kezelésére is alkalmas implantátumok váltak elérhetővé². Így ma már a terápiás terv kialakításakor egészen más szempontok játszanak szerepet, mint még néhány évvel ezelőtt. A fent említett kisgyermekkori gerincsebészeti műtét kockázat/haszon aránya (gerincsebészeti technika, megfelelő implantátumok használata /irreverzibilis, kiterjedt károsodások kialakulásának megelőzése) jelentősen javult.

Az infantilis és gyermekkori gerincdeformitások, amelyek műtéti - sok esetben fémimplantátumos - ellátást igényelnek, relatíve ritka megbetegedések, de ezen műtétek rendkívüli jelentőséggel bírnak a kis betegek jövőjét illetően. Ezekkel a műtétekkel megelőzhetjük a káros másodlagos gerincelváltozásokat és azok akár fatális kimenetelű következményeit³.

A felnőttkori gerincsebészetben az implantátumok használata különböző kórképek (degeneratív elváltozások, daganatos megbetegedések, törések, gyulladások, deformitások) esetén sztandard eljárásnak számít. A sokéves tapasztalatok egyértelműen a transzpedikuláris csavart helyezik előtérbe egyéb implantátumokkal (kampók, kábelek, drótok stb.) szemben, mint a legbiztosabb és legjobb lehorgonyzó implantátumot.

Ennek logikus következménye, hogy transzpedikuláris csavarokat alkalmazunk kisgyermekes esetében is. Az elvárások a stabilitás szempontjából ebben a betegcsoportban talán még magasabbak, hiszen a kooperáció kevésbé várható el, mint felnőtteknél.

Kisgyermekeseknél, illetve növekedésben lévő gyermekeknél az implantátumok használata esetleg káros hatással lehet a gerinc növekedésére, mivel például csavarok használatával a csigolyák egyik növekedési zónáját (neurocentral junction vagy cartilage, a továbbiakban NCC) károsíthatjuk. Így felmerül annak lehetősége, hogy a növekedési zónán áthato-

ló fémimplantátum (transzpedikuláris csavar) a gerinccsatorna szűkületét, ezáltal – esetleg csak évekkel később - neurológiai tüneteket vagy esetleg deformitást (pl: scoliosis) is okozhat. A kisgyermekkorai gerincdeformitások kezelési tervének felállításakor ezt a lehetőséget is figyelembe kell venni. A transzpedikuláris csavarok fent említett potenciális negatív hatása, illetve annak mértéke nem ismert, a szakmai irodalomban fellelhető kisszámú tanulmány ellentmondó eredményeket ismertet. Ennek következtében, a vélt negatív hatásoktól tartva, a kisgyermekkorai gerincműtéteket a kezelő orvosok, gerincsebészek (és szülők) még ma is gyakran aránytalanul hosszú ideig halasztják.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben elsőként a kisgyermekkori gerincdeformitások kezelési lehetőségei kerülnek összefoglalásra. Ezt követően a csigolyák növekedésének anatómiája, különös képpen a NCC kerül tárgyalásra. A következő rész (2.2 alfejezet) a növekedő gerinc instrumentálásával szemben támasztott igényeket, biomechanikai és sebészi megfontolásokat ismerteti. Végül a gerincimplantátumok a növekedő gerincre gyakorolt hatásáról szóló, az irodalomban fellelhető tanulmányok összefoglalása következik. Számos műtéti eljárás van a kisgyermekkori gerincdeformitások lehetséges korrekciójára vagy javítására⁴⁻⁸. Korzett kezelés illetve más konzervatív gyógymódok nem hoznak a várakozásnak megfelelő eredményt, gyakorlatilag hatástalanok az EOSD kezelésében.

I. táblázat. Műtéti lehetőségek EOSD kezelésében

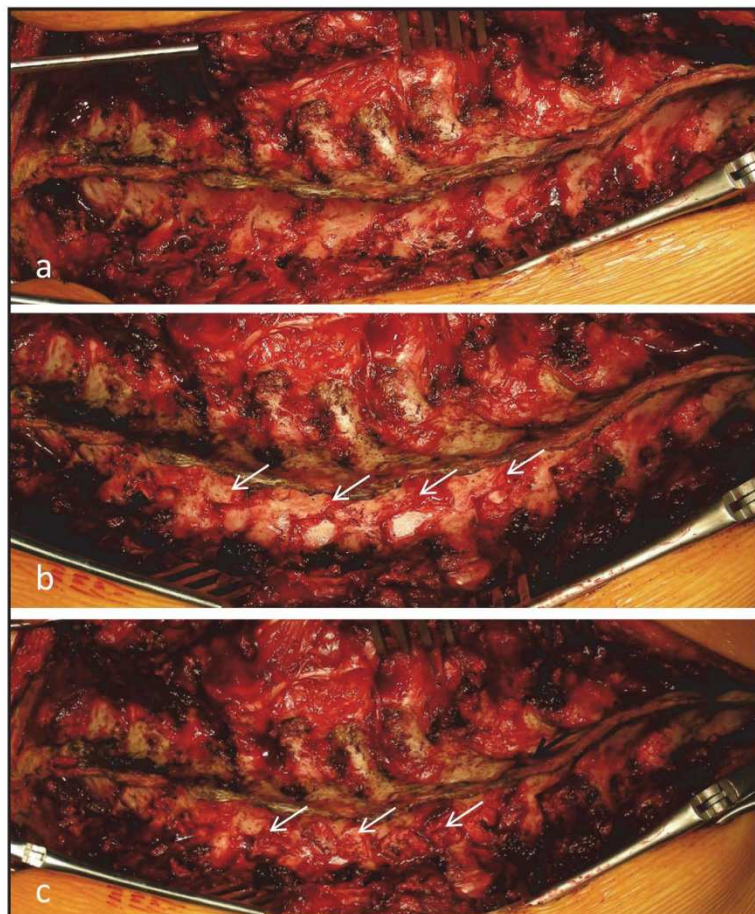
1.	Intraspinalis anomáliák (lehorgonyzott gerincvelő, diastematomyelia stb.) eltávolítása, műtéti megoldása
2.	Profilaktikus in situ fúzió (+ korzett)
	a.) <i>Posterior konvex hemiepiphyseodesis</i> b.) <i>Anterior konvex hemiepiphyseodesis</i> c.) <i>Kombinálva a+b</i>
3.	Félcsigolya (hemivertebrá) műtéti eltávolítása
	a.) <i>Posterior, instrumentálás nélkül + korzett</i> b.) <i>Anterior, instrumentálás nélkül + korzett</i> c.) <i>Kombinálva a+b</i> d.) <i>Posterior instrumentálással</i> e.) <i>Anterior instrumentálással</i> f.) <i>Kombinálva d+e</i> g.) <i>Posterior instrumentálás, fúzió nélkül, fémeltávolítás</i>
4.	Posterior gerincdeformitás korrekció instrumentálással és fúzió
5.	Anterior gerincdeformitás korrekció instrumentálással és fúzió
6.	Kombinált gerincdeformitás korrekció instrumentálással és fúzió
7.	Osteotomia + korzett
	a.) <i>Posterior osteotomia</i> b.) <i>Anterior osteotomia</i> c.) <i>Posterior és anterior osteotomia</i> d.) <i>Posterior osteotomia 360 fokban</i>
8.	Osteotomia instrumentálással
	a.) <i>Posterior osteotomia</i> b.) <i>Anterior osteotomia</i> c.) <i>Posterior és anterior osteotomia</i> d.) <i>Posterior osteotomia 360 fokban</i>

9.	Vertebrektómia
	a.) <i>Posterior – anterior</i> b.) <i>Anterior – posterior</i> c.) <i>Posterior 360 fokban</i>
10.	Tojáshéj „Eggshell” technika posterior
	a.) <i>Korrekcio és korzett</i> b.) <i>Korrekcio és fúzió instrumentálással</i>
11.	Növekedést befolyásoló, korrigáló instrumentálás növekedő rúddal („Growing Rod”)
	a.) <i>Zielke-Ascani (kampó - növekedő rúddal)</i> b.) <i>Luque trolley (sublamináris drót-rudak)</i> c.) <i>Thompson (kampók, esetleg transzpedikuláris csavar - egy rúd)</i> d.) <i>Akbarnia (kampók, esetleg transzpedikuláris csavar - két rúd)</i> e.) <i>Shilla (csavar – két rúd)</i> f.) <i>Skaggs (csavarok, harántnyúlvány kampók - két rúd)</i> g.) <i>Multisegmentális csavarok-kampók-rúd konstrukció</i> i.) <i>Hybrid</i> ii.) <i>Csavar –rúd</i> iii.) <i>Kampó-rúd</i>
12.	Növekedést befolyásoló lehorgonyzó („tethering”) instrumentálás
	a.) <i>Kapcsok ventralisan (stapeling)</i> b.) <i>Transzpedikuláris csavar – kábel, anterior</i> c.) <i>Transzpedikuláris csavar – kábel, posterior</i>
13.	Titán borda, (VEPTR - „Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib”)

A fenti hosszú felsorolás jól mutatja, hogy milyen széleskörű a műtéti választék az EOSD elváltozásokban⁹. Ez egyben annak is a mutatója, hogy milyen mértékű bizonytalanság uralkodott, illetve uralkodik még ma is ezen a kihívásokkal teli területén a gerincsebészetnek.

Ezen műtéti eljárások nagy része nem felel meg a kívánt terápiás elvárásoknak, nem szolgálja ezen gyakorlatilag kisszámú betegek javát, ezeknél a gyakorlatilag az életet döntően befolyásoló gerincelváltozásoknál. Egyes műtétek (pl: „in situ” spondylodesis, *1. ábra*) hatása kérdéses, az esetleg túl lassú és csekély javulás nem képes az egyébként egészséges gerincszakaszokon a másodlagos struktúrális elváltozások kialakulását megelőzni. Továbbá álízület kialakulásának a lehetősége is fenáll. Ezek aztán általános kihatással lehetnek a primér elváltozásokkal együtt az egész szervezetre. Ezáltal egy láncreakció alakulhat ki, halmozva a problémákat, amelyek esetleg további műtétekhez vezethetnek. Ennek következménye az egyre nagyobb kiterjedtségű fuzionált gerincszakasz, ami nem-

csak a gerinc mobilitásának elvesztését, hanem a növekedés leállítását is jelenti. Másik jelentős probléma, hogy a halmozott műtétek egyre több komplikációs lehetőséget hordoznak magukban, mind neurológiai, fertőzés valamint narkózis és általános komplikációk tekintetében is. Mivel a végtagok változatlanul növekednek, ezen betegeknél, mire eléri a csontos érettség korát, addigra jelentős törzs-végtag aránytalanság alakulhat ki.



1. ábra.

„In situ” spondylodézis. Az ízületek porctalanítása és elcsontosítása saját csonttal, korrekció nélkül. A scoliosis preparálás utáni képe még intakt anatómiai helyzetben (a). A scoliosis konvex oldalán a nyilak a felvett kisizületi porcfelületre (b), míg a következő képen (c) a dekortikált csontfelületre helyezett autológ csontra mutatnak.

Ez a probléma nem feltétlenül csak a nem instrumentált műtéti technikákhoz kapcsolódik. Az utóbbi tíz évben elterjedt ún. modern instrumentációs technikának (mint pl. a titán borda, VEPTR) hasonló hatása van. Ez a sebészi eljárás egy, a mellkasra–bordákra gyakorolt indirekt hatáson keresztül igyekszik a gerincdeformitást befolyásolni. A korrekciós hatás lassú, a gerinc egészséges szakaszán szekunder elváltozások alakulhatnak ki. Ezenkívül

a jelentős beavatkozás a mellkasba további mellékhatásokat, pl. a mellkas totális elmerevedését okozhatja, s ezáltal kontraproduktív. Az eredeti indikáció erre a műtéti megoldásra a TIS (thoracic insufficiency syndrom) volt, ahol mint „mellékhatást” észlelték a gerincre való kihatást¹⁰.



2. ábra.
Tipikus VEPTR instrumentálás.

A súlyos gerincdeformitások esetén a nagyon jó korrekció elérése különösen fontos, amennyiben lehetséges a gerinc legrövidebb szakaszára kiterjesztve, lehetőleg a patológias szakaszra koncentrálni¹¹. Ezzel elérhetjük az egészséges gerincszakasz normális növekedését. Mivel ebben az esetben nagy erőket kell alkalmaznunk, az implantátumok kiváló lehorgonyozása döntő jelentőségű. A transzpeditikuláris csavarok kitűnő biomechanikai tulajdonságaiknál fogva alkalmasak nagy erők átvitelére (korrekció során) majd ezek megtartására, a tér bármely irányában.

A mai sebészi technikákban egyértelműen az implantátumok használata dominál¹². Az implantátumok alkalmazásában döntő fontosságú előrelépést jelentett a transzpedikuláris csavarok bevezetése és elterjedése a kampókkal és drótokkal szemben. A felnőttkori majd serdülőkori betegek kezelési sikerei alapján várható és logikus következmény volt a transzpedikuláris csavarok egyre fiatalabb betegeken történő alkalmazása, így az élet első öt évében is.

Ugyan már évekkel ezelőtt is forgalomba kerültek méreteikben megfelelően adaptált transzpedikuláris csavarok, melyek a gyerek gerincsebészetben is alkalmazhatóak voltak¹³, mégsem terjedtek el széles körben illetve gyorsan. Ennek a gerincsebészek részéről tartozkodónak mondható viselkedésnek több oka is lehet. Először is, a fejlődésben lévő csigolyába vezetett csavar károsíthatja a növekedési porcot (NCC), ami növekedési zavarhoz vezethet, és így – legalábbis elméletileg – a gerinc deformitását súlyosbíthatja. Másodszor, a kora-gyermeckori gerincferdülések gyakran együtt járnak komplex fejlődési rendellenességekkel is, és a jelentősen megváltozott anatómiai viszonyok mellett a transzpedikuláris csavarok biztonságos behelyezése sebésztechnikai nehézségekbe ütközhet a nem gyakorlott kézben. Harmadszor, és ez valószínűleg a legfontosabb érv, a behelyezett csavarok hatására elméletileg a csigolya és így a gerinccsatorna növekedése leállhat, ami a későbbiek folyamán gerinccsatorna szűkületet és következményes neurológiai károsodást okozhat.

2.1 A növekedő csigolya anatómiája, különös tekintettel a növekedési porcra (neurocentral cartilage, NCC)

A NCC egy korongszerű növekedési porcos képződmény a csigolya test és a csigolya íve között (3. és 4. ábra). Első leírója Schmorl volt 1932-ben¹⁴. A növekedési porc elhelyezkedése két elsődleges csontosodási mag közé esik, amelyek a csigolya testben illetve a csigolya ívben találhatók. Két fontos paraméter jellemzi a lényegét a képződménynek: *mi a szerepe a csigolya növekedésében és mikor záródik le a növekedésben játszott szerepe.*



3. ábra.

Thoracalis 5-ös csigolya anatómiai preparátum 7 éves korban. Jól látható a nyitott növekedési porc a csigolyatest-csigolyaív határán.



4. ábra.

Thoracalis 6-os csigolya 9 éves korban egy röntgenfelvételen. Itt is jól felismerhető a növekedési porc, de már lényegesen előrehaladottabb a lezáródási folyamat.

Azon kevés szerzők, akik az NCC növekedésben játszott szerepét vizsgálták, megegyeznek abban, hogy a csigolyatest hátsó harmadának illetve a csigolyaív növekedésében van döntő szerepe¹⁵.

A NCC növekedésének a lezáródása különböző szerzők szerint nagyon eltérő eredményekkel jár. *Vital* és mtsa-i az 5-6-ik életévig teszik a növekedésben játszott aktív szerepet¹⁵. A szerzők szerint a 5-6. életév után az NCC vastagsága s ezzel az aktivitása is fokozatosan csökken a 15-16. életévig. Más szerzők 3-16 év közé helyezik a legaktívabb növekedést. Először az ágyéki, később a háti és legutoljára a nyaki szakaszon záródik le a növekedés^{16,17}.

2.2 A növekedésben levő gerinc instrumentálása

A gyerekgerincet kezelő orvosok számára nagy kihívást jelent az EOSD kezelése. A szokványos kezelési módszer korzettel többnyire hatástalan vagy kontraindikált^{18,19}. A gerinc fúziója és instrumentálása a pubertáskori vagy felnőttkori scoliosis esetén teljesen elfogadott („gold standard”) eljárásnak számít, amennyiben műtéti megoldás a választott kezelési mód, ugyanakkor az EOSD esetében a törzs növekedését akadályozhatja és hátrányosan befolyásolja a mellkas és ezáltal a tüdő fejlődését¹⁹⁻²¹.

A sebészi kezelés célja a deformitás korrekciója a növekedési potenciál megtartásával már ismeretes *Harrington* egyik első közleményéből, amelyben ő szorgalmazza a 10 év alatti betegeknél az *instrumentálást fúzió nélkül*²².

Moe és munkatársai használtak először ún. *szubkután rudas technikát*²³. Ez a növekedő rúd („growing rod”) technika sajnos nem biztosított stabil fixációt és egy korzett feladása mindig szükséges volt. A később bevezetett *Luque rudas technika* már jobb eredményhez vezetett²⁴, de ennél a technikánál sokszor spontán fúzió keletkezett a kiterjedt subperiostális gerincfektálás miatt, ennek természetesen nem kívánatos hátrányos hatásaival^{25,26}.

Az instrumentálás és egyben a műtéti eljárás továbbfejlesztésével alakult ki a jelenleg is elfogadott, *kétrudas* („dual growing rod”) *műtéti technika*^{6,27}. Ez a technika jobb kezdeti korrekciót és annak megtartását, ezen keresztül hatékonyabb növekedést eredményez a

korábban használt egy rudas („single rod”) rendszerrel szemben²⁸. Saját véleményem szerint sok esetben az egy rudas rendszer főleg a növekedés befolyásolásának kezdeti szakaszában teljesen kielégítő és a páciensek testsúlyától, valamint az elvárható növekedés sebességétől kellene függővé tenni, és nem az életkortól, hogy melyik technikát és melyik növekedési periódusban alkalmazzuk²⁹.

A kettős rúd rendszerekben a lehorgonyzás vagy kampókkal vagy transzpedikuláris csavarokkal vagy ezek kombinációjával történik.

2.2.1 Biomechanikai megfontolások

Míg a gerinc növekedése nagyon jól dokumentált^{1,30}, a biomechanikai kérdésekről meglehetősen kevés adat látott napvilágot, aminek egyik lehetséges oka a betegek relatíve kis száma és ezen keresztül csekély mértékű financiális ösztökélő erő. Az irodalomban sem találni egyértelmű javaslatokat a sebészi technikát illetően.

Jelenleg a gerincsebészeknek több lehetőség is rendelkezésre áll, hogy milyen konstrukciót alkalmaznak a növekedő gerincben. *Lamina*, *pediculus* és *harántnyúlvány kampók* vagy *transzpedikuláris csavarok* használata esetleg *harántstabilizálás* („cross-link”) kiegészítésével a legelterjedtebb. Több cikk is foglalkozik az implantátumok lehetséges komplikációjával a csont-implantátum határfelületén, ha nem történik fúzió³¹⁻³⁴. Ezek lehetnek az implantátumok kilazulása, eltörése azok származékos komplikációival, mint álízület kialakulása, korrekció veszteség, bőr perforációja stb.

Sok korábbi tanulmány foglalkozik a csavarok elülső csigolyatestben vagy transzpedikulárisan történő behelyezése során fellépő biomechanikai viszonyokkal³⁵⁻⁴⁴, ezzel szemben tudomásom szerint nem található biomechanikai vizsgálat az EOSD populációban.

Jóllehet, a transzpedikuláris csavar egyértelműen javítja a biomechanikai stabilitást és a háromszlopos kontrollt, ennek ellenére egy bizonyos visszafogottság figyelhető meg a sebészek részéről annak használatában⁴⁵. Ennek egyik oka lehet, hogy a transzpedikuláris csavarok behelyezése körültekintést igényel, egy hibásan behelyezett csavar (pl. a gerinc-csatornán át) súlyos neurológiai károsodást okozhat. Éppen ezen potenciális szövődmények elkerülésére jelenleg is folynak törekvések a transzpedikuláris csavarokkal egyenértékű implantátumok fejlesztésére⁴⁶.

A transzpedikuláris csavarok alkalmazásával szembeni visszafogottság további oka lehet az a hiedelem, miszerint növekedésben/fejlődésben lévő gyermekeknél ezen csavarok a gerinccsatorna szűkületéhez vezethetnek^{47,48}.

Az implantátum kiválasztását befolyásolja a betegek kora, mérete, a gerinc speciális anatómiája, a csont minősége és természetesen a görbületek merevsége.

A gerincdeformitások kezelésében az implantátumnak két feladatot kell betöltenie. Egyrészt a *háromdimenziós korrekcióhoz szükséges erők átvitelét, másrészt a kívánt fúzióhoz szükséges stabilitás, nyugalmi helyzet biztosítását*⁴⁹.

Ma már nem kérdéses, hogy a legjobb háromdimenziós korrekció csavarok és rudak alkalmazásával érhető el, akár előlről, akár hátulról operálunk^{50,51}.

2.2.2 Alapvető sebészi elvek

Az EOSD betegeknél a sebészi elvek nem térnek el alapvetően a más korosztályos csoportokhoz képest. A fő cél a sebészetben, mint már előbb említett, a növekedés biztosítása és ha szükséges és eljön annak az ideje, szolid fúzió elérése. A növekedés biztosításához szükséges, hogy ne sértsük meg a periosteumot, mert az a növekedés lezárulásához vezethet. Ehhez egy nagyon óvatos preparálás szükséges, vagy amennyiben lehetőség van rá percutan, fascián és/vagy izmon keresztüli implantátum behelyezése előnyös lehet.

Amennyiben fúzió elérése a cél, szintén a gondos preparáció, a lágyrészek és a periosteum eltávolítása, az ízületek és/vagy a porckorong korrekt rezekálása szükséges. Ezek után a lehetőségeknek megfelelően autolog csont a csípőlapátból vagy máshonnan, helyileg nyert csont a műtét során vagy más idegen csont beültetése vagy csonthelyettesítő elengedhetetlen egy biztos fúzió eléréséhez⁵².

2.2.3 Implantátumválasztás

Az implantátum kiválasztása függ a beteg életkorától, de még inkább a testsúlyától (lásd 2.2.4 fejezet). Ezenkívül igen fontos szerepe van az *anatómiai adottságoknak*, mivel sokszor bizarr anatómiai viszonyokat lehet találni. Lehetőség szerint a multiszegmentális transzpedituláris csavarokat kell előnyben részesíteni, de amennyiben nem alkalmazható, vizsgálni kell minden más lehetőséget is, mint kampók, sublamináris drótok, szalagok alkalmazását.

Mivel az EOSD betegek nagy részénél más veleszületett szervi betegségek, így legfőképpen centrális idegrendszeri elváltozások, szív és urogenitális problémák is társulhatnak^{53,54}, javasolt a titán implantátumok használata. Ez az esetleges későbbi diagnosztikát, vizsgálatokat (pl. MRI használata) megkönnyítheti^{55,56}.

2.2.4 A betegek és az implantátumok méretviszonyai

EOSD betegeknél az implantátumok használata egyértelműen hatásos eljárás. Javaslát az implantátumok használatára az irodalomban főleg az életkorra hivatkozva történik⁵⁷. Így javasolják a 3 év alatti gyerekeknél 3,2 mm vagy 3,5 mm átmérőjű rudat, a 3 és 8 éveseknél 4,5 mm, majd még idősebbeknél az 5,5 mm átmérőt. Tapasztalat szerint ebben a betegcsoportban igen eltérő patológiájú betegek lehetnek, sokszor messze elmaradva az adott életkorban elvárható testsúlytól. Ezért véleményem szerint egy a testsúlytól függő beosztás logikusabbnak tűnik. Az implantátum kiválasztásakor további segítség lehet a növekedés

sebességének a meghatározása, amennyiben az lehetséges⁵⁸. A transzpedikuláris csavarok átmérője az anatómiai adottságoktól függő, ehhez segítséget nyújthat a tervezésnél egy műtét előtti CT vizsgálat. A mai lehetőségek a csavarátmérő tekintetében nagyon kielégítőek 2,7 mm, 3,5 mm, 4 mm, 4,5 mm, 5,0 mm, 5,5 mm, 6,0 mm és 6,5 mm áll e betegcsoport számára rendelkezésre. Esetenként egyénre szabott (custom made) implantátumok is alkalmazhatóak, így nem feltétlenül az implantátumok szabnak határt ezen betegségek kezelésében.

További jelentősége van a csavar vagy kampó feje nagyságának. A polyaxialis csavarok profilja magasabb, mint a kampóé vagy monoaxialis csavaroké. Ennek megfelelően itt is a testsúly a lényegesebb faktor a korrallal szemben, a viszonylag nagyobb testsúlyú betegeknél egyszerűbb az implantátum kiválasztása. Sokszor kényszerül a sebész a különböző implantátumok kombinálására⁵⁹. Saját tapasztalataim szerint fontos, hogy az implantátumok ne legyenek túlságosan merevek. Ezzel megelőzhető vagy legalábbis késleltethető lehet a gerinc nemkívánatos túl korai elmerevedése. Sajnos sok sebész hajlik a túldimenzionált nagyon „erősnek” tűnő implantátumok használatára.

2.2.5 A kisgyermekkori gerincdeformitások anatómiai sajátosságai

Különösen a kongenitális vagy syndromás betegeknél találkozunk a sebész nagy kihívással az anatómiai variációk miatt. Az optimális gerincben jól definiált, nagy pediculusokat várunk el. Ilyen optimális helyzet gyakorlatilag csak a félcsigolya rezekció esetén áll rendelkezésünkre⁶⁰. A műtét előtti CT 3D rekonstrukcióval nagy segítségünkre lehet a műtét során^{61,62}. Irodalmi adatok alapján egyéves kortól lehet a transzpedikuláris csavarokat alkalmazni⁶³, véleményem szerint indokolt esetben már akár rövidebbel a születés után is.

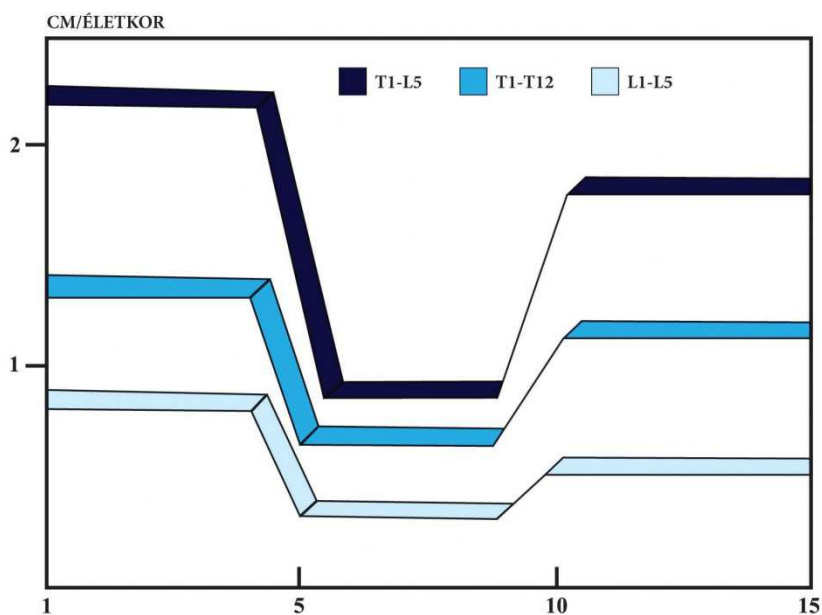
Természetesen, ha az adott betegnél a transzpedikuláris csavar nem alkalmazható biztonsággal más megoldást kell választani, mint pl. különböző típusú kampót, sublamináris drótot vagy titán, esetleg műanyag kábelt⁶⁴.

2.2.6 Implantátum-függő komplikációk

EOSD betegeknél az implantátumoktól függő komplikációk gyakorlatilag nem térnek el az általában előforduló komplikációktól, mint ahogyan az a deformitás sebészetében ismeretes. Nevezetesen: infekció, implantátumlazulás, proximális vagy disztális implantátum és egészséges szakasz átmenetének problémái (lokális kyphosis, lokális scoliosis („adding-on“ jelenség), neurológiai komplikáció. E komplikációkat jól tervezett és előkészített esetekben minimalizálni lehet. Nagy segítséget jelent a preoperatív CT 3D rekonstrukciója, valamint a multimodális intraoperatív monitorozás (MIOM)⁶⁵. További előnyt jelenthet a sebészi műtėti navigáció, melyet azonban ebben a betegcsoportban jelenleg nem alkalmazunk rutinszerűen⁶⁶.

2.3 A transzpedikuláris csavar hatása a gerinc növekedésére

Transzpedikuláris rendszerek gyakran kerülnek beültetésre pubertás korban (serdülőkori idiopátiás scoliosis), sőt még fiatalabb korban is (pl. juvenilis scoliosisokban), anélkül, hogy gerinccsatorna szűkületet okoznának. Dimeglio munkája¹ alapján láthatjuk, hogy az egyik legjelentősebb mértékű növekedés az élet első 5 évében zajlik (5. ábra), tehát a kérdés valójában az, hogy a transzpedikuláris csavarok biztonsággal alkalmazhatóak-e az 5 évesnél fiatalabb betegcsoportban?



5. ábra.

Ez a grafikon a különböző gerincszakaszok növekedését ábrázolja az életkor függvényében. Az első öt évnek kiemelkedő jelentősége van a gerinc növekedésében, majd a pubertás kezdetekor újra jelentős növekedés kezdődik.

Ebben az életkortartományban a legaktívabb a neurocentrális junkció, melynek az integrációját a transzpedikuláris csavar veszélyezteti. Erre vonatkozóan alig találunk irodalmi adatokat. A kevés publikációk egyike a *Ruf és Harms* által készített tanulmány, mely szerint az 1-2 éves gyermekekben alkalmazott csavarok nem vezettek gerinccsatorna szűkülethez⁶³. E tanulmánnyal kapcsolatban azonban meg kell jegyeznünk, hogy az utánkövetési idő átlagosan csupán 2 év volt, az így átlagosan 5 éves gyermekeknél nem is várható szimpatikus gerinccsatorna szűkület kialakulása. Így ezen tanulmány következtetései csak nagyon korlátozottan alkalmazhatóak a mindennapokban.

A hosszú utánkövetési idő lerövidítésének egyik módja állatkísérletek végzése egy relatíve gyorsan fejlődő, növekvő állatfajban.

Eddig csupán néhány állatkísérletes tanulmányt publikáltak a transzpedikuláris csavaroknak a gerinc fejlődésére gyakorolt morfológiai hatásáról. Ezek a tanulmányok azonban egymásnak ellentmondó eredményeket közöltek.

Az első tanulmány, mely szerint kétoldali transzpedikuláris csavar gerinccsatorna-szűkülethez vezet, 1961-ben látott napvilágot⁶⁷. Ez a tanulmány azóta is nagy hatással van a kisgyerekeket operáló sebészekre. Később más szerzők is leírják ezt a megfigyelést⁶⁸. Mások az egyoldali epiphyseodesis hatását vizsgálták 8 szomszédos háti csigolyában⁶⁹. Ők nem találtak gerinccsatornaszűkület kialakulására utaló jeleket, jóllehet, tanulmányuk középpontjában a gerinc deformitása állt. A kijelentés értékét tovább csökkentheti, hogy a kontrollcsoportjukban is elvégezték a műtéti feltárást, ami elméletileg szintén befolyásolhatja a gerinccsatorna fejlődését.

Cil és munkatársai az ágyéki gerinccsatorna jelentős beszűkülését találták a házisértésekbe helyezett transzpedikuláris csavarok magasságában⁴⁸. Méréseiket egy, a szagittális síkban kettéosztott gerinccsatornán (2 hemi-csatorna) és csigolyatesten végezték. A felezővonalat a basivertebralis véna csigolyatestbe történő belépési pontját (középpont) a csigolyatest elülső középpontjával összekötő vonal adta. A felezővonal így a csigolyatestre lett vonatkoztatva. A csigolyatest pedig növekedés közben szintén torzulhat, így az erre alapozott mérések a gerinccsatornára vonatkozóan félrevezetőek lehetnek. Így a közölt eredményt csak fenntartásokkal szabad elfogadni.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az eddigi irodalomban fellelhető adatok alapján nem lehet biztosan megmondani, hogy vajon a transzpedikuláris csavarok alkalmazása a növekedésben lévő gerincben okoz-e klinikailag jelentős gerinccsatorna szűkületet.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Jelen munkámban a gerincsebészeti implantátumok, ezeken belül pedig mint legjelentősebb lehorgonyzó implantátum, *a transzpedikuláris csavar struktúrális elváltozást okozó hatását vizsgáltam a növekedésben lévő gerincben, különös tekintettel a csigolyatest és a gerinccsatorna alakjának változására*. Tekintettel az irodalomban fellelhető ellentmondásokra, saját kísérletekre alapozva kívántam meghatározni a transzpedikuláris csavarok hatását a növekedésben lévő gerinc csatornájának alakulására, esetleges szűkületek kialakulására. A kérdést mind állatkísérlet elvégzésével, mind pedig humán sebészeti tevékenységem retrospektív vizsgálatával próbálom megválaszolni.

1. Állatkísérletes modell kialakítása, sebészi technika adaptálása (pilot study).
2. Fejlődésben lévő sertésekbe helyezett transzpedikuláris csavar növekedésre gyakorolt hatásának vizsgálata radiológiai adatok alapján.
3. Humán vonatkozásban: speciális indikációk esetén fiatal gyermekekben a gerinc rövid szakaszán alkalmazott implantátumok hosszútávú hatásait analizáltam (esetismertetések).

Ezen munkámmal szeretnék az irodalomban fellelhető ellentmondások feloldásához hozzájárulni.

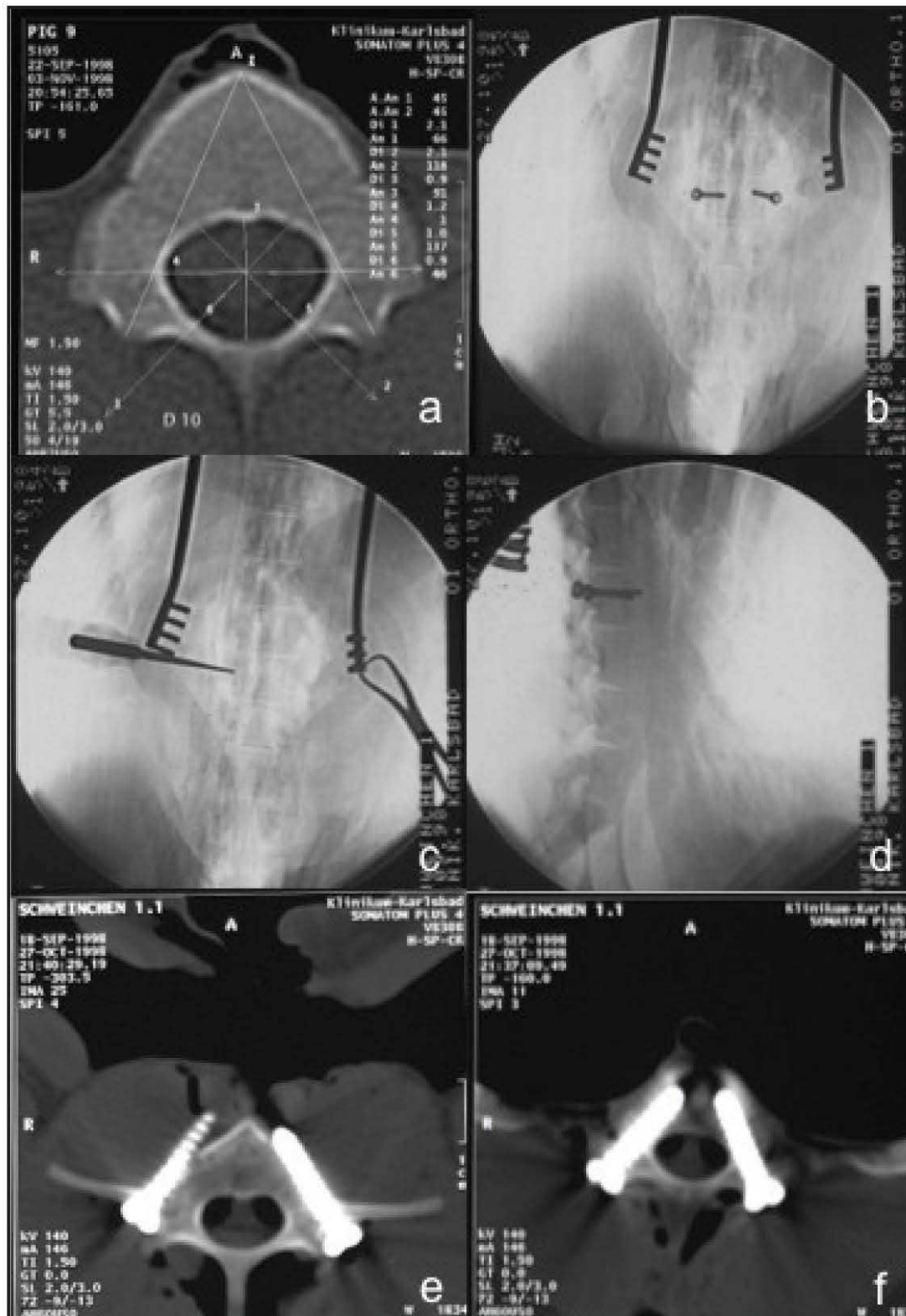
4. ANYAG ÉS MÓDSZEREK

Sertés modelleket gyakran alkalmaznak a gerinkutatásban és implantátumfejlesztésben, illetve -tesztelésben, főként a humán gerinchez való anatómiai hasonlóságai miatt. Továbbá a sertésnek az emberhez képest gyors növekedési ciklusa kifejezetten alkalmassá teszi ezeket az állatokat a növekedés és fejlődés rövid idő alatt történő tanulmányozására.

A transzpedikuláris csavarokat ugyanazzal az anatómiai tájékozódáson alapuló ún. free-hand technikával helyeztük be, mint ahogyan azt humán műtétek során tesszük, minimálisan csökkentve ezzel a kísérletes állatmodellünk és a humán viszonyok közötti eltéréseket.

Annak érdekében, hogy megismerjük a sertésgerinc anatómiáját, először egy pilot study-t végeztünk. Tíz, a tanulmányunktól független okból levágásra került sertés gerincének Th9-11 és L2-L4 szakaszát vizsgáltuk CT-vel. A nyert adatok alapján az L2 csigolya tűnt a legalkalmasabbnak az instrumentációra. Az L2 csigolyának mindkét oldalán transzpedikuláris csavarokat helyeztünk be a fent említett free-hand technikával (6. ábra), majd képerősítővel, ill. a műtét után CT-vel kontrolláltuk a csavarok helyzetét. Az L2 csigolyát a pilot study elvégzése után azért választottuk, mert ez volt a legegyszerűbb a sebészeti kivitelezés szempontjából és így volt az elvárható legkisebb sebészi beavatkozás megvalósítható a legkevesebb elvárható komplikációval. Referencia csigolyaként az L3-at választottuk, mert ez volt a méreteiben a legközelebb álló a szomszédos csigolyák közül, ezen kívül a műtét előtti és a kontroll CT vizsgálatok elvégzéséhez a legkézenfekvőbb volt, főleg a távolság miatt. Miután kellő gyakorlatra tettünk szert a sertés gerinc transzpedikuláris csavar behelyezésében, megkezdtük a tényleges tanulmányunkat a gerinc implantátum hatásának vizsgálatára a növekvő gerincben.

A tanulmányt a helyi egyetemi etikai szabályok figyelembevételével végeztük.



6. ábra.

Pilot study során készült radiológiai képek. a: Axiális CT kép a lehetséges mérések terveivel. b: Képerősítővel készült a-p kép, a transzpedikuláris csavarok behelyezése után. c: az intraoperatív a-p felvétel mutatja a csavar belépési pont meghatározását, a free-hand technikánál használt ár segítségével d: a „b” kép oldalirányú vetülete e: a CT felvétele a gyakorlás (learning curve) során behelyezett csavarok hibás helyzetét mutatja f: a sértes anatómiai sajátosságainak elsajátítását követően CT kontroll már a csavarok optimális helyzetét mutatja.

4.1 A tanulmány felépítése

Két anyakoca 13 sertését (9 emse és 4 kan) 38-45 napos korukban operáltuk, ekkor átlagosan 8,3 kg volt a tömegük (6,0 és 11,5 kg között). Hét hónappal később (8,5 hónapos korukban), miután testtömegük tízszeresére gyarapodott (97,2 kg; 94,5-103,0 kg), levágtuk az állatokat. A hosszú csöves csontok epiphysisének záródásán alapuló fejlettség/érettség meghatározó számítások, valamint a várható növekedési potenciál alapján a modellünk a gyermekfejlődés 6. hónapjától 4. életévéig tartó periódusának felel meg⁷⁰. A műtét és a tanulmány végén végrehajtott analízis közötti időintervallum magába foglalja az NCC legaktívabb periódusát. Itt szeretném megjegyezni, hogy a testsúly tekintetében igen jelentős a fejlődés, eléri a csecsemő felnőttkorig történő fejlődésének szintjét. Mint már említettem a testsúly lényegesebb indikátornak tűnik a pediculus nagyságát illetően, mint az életkor.

A sertések kímélése, valamint a feltárás növekedést befolyásoló hatásának minimalizása érdekében sertésenként csupán egyetlen oldalon és egyetlen magasságban ültettünk be transzpedikuláris csavart. Ez azzal a teoretikus előnnyel is jár, hogy egyetlen csavar nem okoz jelentős gerincdeformitást, és így a gerincdeformitás másodlagos hatása a csigolyák fejlődésére eliminálható. A fent említett okokból az L2 csigolya került instrumentálásra. Munkahipotézisünk szerint egy csigolya egyetlen oldalán történő instrumentálása csak az azonos oldali növekedést befolyásolja. Amennyiben a növekedést az egyoldali implantátum zavarja, az aszimmetriához kell, hogy vezessen, mivel az ellenoldal zavaratalanul nőhet tovább. Éppen ezen aszimmetriás növekedés érdekében nem preparáltuk az ellenoldalt, hogy a kontroll oldalon lehetőleg semmilyen befolyást ne gyakoroljunk a csigolyára illetve a gerinccsatornára. Ezen aszimmetria alapján pedig egy szembetűnő elváltozást lehet elvárni. Ha két csavart helyeztünk volna be, mint ahogy ezt a gyakorlatban sokszor tesszük, akkor a csigolyán belül a várható szimmetria miatt kevésbé feltűnő elváltozást észlelhetnénk. Másik, lényegtelenebb oka az egyoldali csavarozásnak, hogy a műtéti idő, ezzel a veszélyes altatási idő is lecsökkent. Az újszülött sertések igen érzéke-

nyek az altatásra, de kísérletünk során, szinte egyedülálló módon, altatás miatt egyetlen sertést sem veszítettünk el, ami az Állatorvostudományi Egyetem Sebészeti Tanszékének altatóorvosait dicséri.

Az egyes sertésekben az instrumentálás oldala (jobb vagy bal) egy véletlengenerátor segítségével került meghatározásra.



7. ábra
A narkózis technikai kivitelezése teammunkában.

II. táblázat.
A kísérleti állatok adatai

Kísérleti alany (sertés) száma	Törzs- szám	Krotália- szám	Testtömeg (műtét előtt) kg	Vágási súly (kg)	Nem	Instrumentált oldal
1.	71823	1834	9	98	emse	jobb
2.	71824	1835	9	97	emse	bal
3.	71825	1831	9	98	kan	jobb
4.	71826	1837	8	96	kan	jobb
5.	71827	1833	11,5	103	emse	bal
6.	71828	1838	7	95	emse	jobb
7.	71829	1836	8,5	97,5	kan	bal
8.	71830	1839	6,8	94,5	emse	bal
9.	71831	1841	8,6	97	emse	jobb
10.	71832	1842	8,6	elhullott	kan	jobb
11.	71816	1832	8	96	emse	bal
12.	71833	1840	8	elhullott	emse	jobb
13.	71834	1843	6	elhullott	emse	bal

4.2 Narkózis

Premedikációként Calypsovet (ketamin 8 mg/ttkg) és Rompun (xylasin) intramuszkuláris injekciót kaptak a sertések. A narkotizált sertéseket hátfekvésben, 300 mm hosszú lapocú laringoszkóp segítségével intubáltuk. Az altatógépen a narkózist izoflurán és oxigén keverékével tartottuk fenn. A műtét alatt az állatok fülvenájába helyezett vénakanülön keresztül 10 ml/ttkg Salsol-oldattal (fiziológiás sóoldat) történt a folyadékpótlás. Perioperatív profilaxisként 0,4 ml/5 kg Shotapen (benzil-penicillin 100 mg, prokain-penicillin 100 mg, sztreptomycin 0,164 IU/100 ml) antibiotikumot kaptak az állatok közvetlenül műtét után és 3 nappal később.

A0 posztoperatív periódus első 3 napjában Metacam szubkután injekciót (meloxicam) kaptak az állatok fájdalomcsillapítóként, 0,2mg/ttkg/nap adagban.

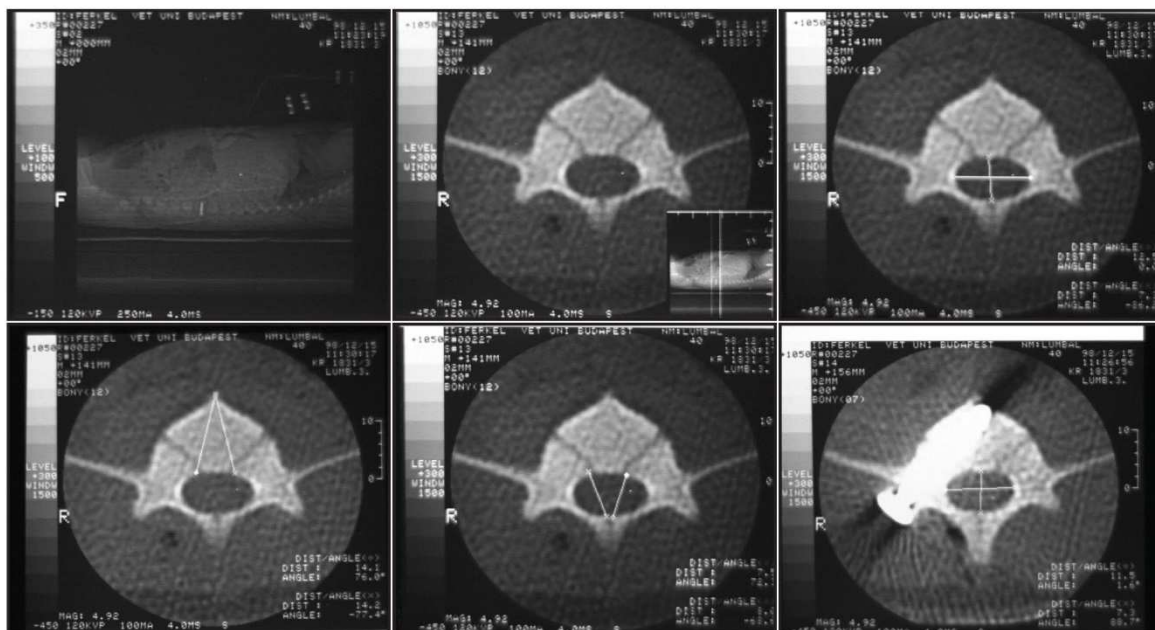
4.3 Sebészi technika

Hasonfekvő helyzetben, a műtéti területnek megfelelően az állatokat leborotváltuk, majd higított Betadine-oldattal végzett bőrfertőtlenítést követően steril lepedőkkel izoláltuk a műtéti területet. Az L2 magasságában ejtett középvonalas, kb. 8-12 cm-es bőrmetszést követően a gerinc adott oldala (jobb vagy bal) tártuk fel, ügyelve arra, hogy a periosteum lehetőség szerint ne sérüljön, hogy az esetleges feltárással (és nem a transzpedikuláris csavarral) kapcsolatos káros növekedési elváltozást minimalizáljuk. A feltárás cranio-caudális irányban is minimalizálva volt, különösen nagy gondot fordítottunk az L3 csigolya érintetlenül hagyására, hiszen ez a csigolya szolgáltatja majd a referencia értéket (kontroll magasság). Laterálisan csak a harántnyúlvány mediális, eredési szakasza lett feltárva, hogy a tájékozódásunkat segítse, de a laterális része a harántnyúlványnak nem került feltárássra, hogy a növekedést ne befolyásoljuk. A belépési pont hegyes árral történő meghatározását követően egy 1,5 mm átmérőjű fúróval felfúrtuk a pediculust. A furat csontos határainak épségét egy 1 mm átmérőjű gombos szondával ellenőriztük. Ezt követően, a furatnak megfelelő hosszúságú (hossz 18-22 mm, átmérő 4.00 mm, anyag titánium, ACE, DePuy) csavart helyeztünk be. Végül a sebet rétegesen zártuk: a mély fasciaréteget (3-0 króm catguttel), majd a bőr alatti kötőszövetet (3-0 króm catguttel), végül a bőrt (3-0 Supramiddal). Az egyes műtétek átlagosan 30 percig tartottak.

4.4 Radiológiai vizsgálat

Közvetlenül a műtét után (8. ábra), még narkózisban axiális CT felvételek készültek az L2 és L3 csigolyák magasságában, az alábbi vizsgálati protokoll szerint:

1. áttekintő felvétel szeletekkel
2. áttekintő felvétel szeletek nélkül
3. felvétel az L3-ról (ún. "csontablak"), helyzetjelöléssel
4. felvétel az L3-ról, rácshálószerűen
5. felvétel az L3-ról, a keresztátmérők bejelölésével
6. felvétel az L3-ról, a gerinccsatorna függőleges irányú legnagyobb átmérőjének dorsalis pontja és a csigolyatest valamint a csigolyaív között látható fehér vonal, az epiphysis fuga mindkét oldali pontjainak összekötésével kapott két átmérő megjelölésével
7. felvétel az L3-ról, szintén két átmérő, mégpedig az epiphysis fuga legventralisabb pontja és a csigolyatest legventralisabb pontja között húzható átmérők feltüntetésével
8. felvétel az L2-ről, vagyis a transzpedikuláris csavart tartalmazó csigolyáról
9. (ún. "csontablak"), helyzetjelöléssel
10. felvétel az L2-ről, rácshálószerűen
11. felvétel az L2-ről, a keresztátmérők bejelölésével
12. felvétel az L2-ről, a gerinccsatorna függőleges irányú legnagyobb átmérőjének dorsalis pontja és a csigolyatest valamint a csigolyaív között látható fehér vonal, az epiphysis fuga mindkét oldali pontjainak összekötésével kapott két átmérő megjelölésével
13. felvétel az L2-ről, szintén két átmérő, mégpedig az epiphysis fuga legventralisabb pontja és a csigolyatest legventralisabb pontja között húzódó átmérők feltüntetésével



8. ábra.

Közvetlenül a műtét után még narkózisban elvégzett axiális CT felvételek és mérés meghatározások.

A postoperatív CT felvételek (8. ábra) szerint mindegyik csavar helyesen volt pozícionálva, így egyetlen sertést sem kellett kizárni a tanulmányból. 7 hónappal később hasonló módon készült CT felvétel.



9. ábra. Sertés CT vizsgálata narkózisban

4.5 Posztoperatív periódus

A műtéteket követően a Sebészeti Tanszék Nagyállatkórházában elhelyezett kísérleti állatok általános állapotát figyelemmel kísértük; hőmérsékletüket naponta megmértük. A beavatkozás után 2 nappal intramuszkulárisan benzil-penicillint, prokain-penicillint és sztreptomicint (Shotapen inj. 0,4 ml/ttkg) applikáltunk a perioperatív profilaxis részeként. A megfigyelési időszakban rendellenességeket nem tapasztaltunk. 10 nap elteltével a varratokat eltávolítottuk, majd a kísérleti állatokat visszaszállították a telephelyre, ahol két hónapon át egy csoportban voltak, elkülönítve a többiektől. Ezt követően falkásították őket a többi sertéssel.

5 hónap elteltével a sertések levágásra kerültek. Levágáskori súlyuk az II. táblázatban látható.

4.6 Radiológiai vizsgálatok quantitatív analízise

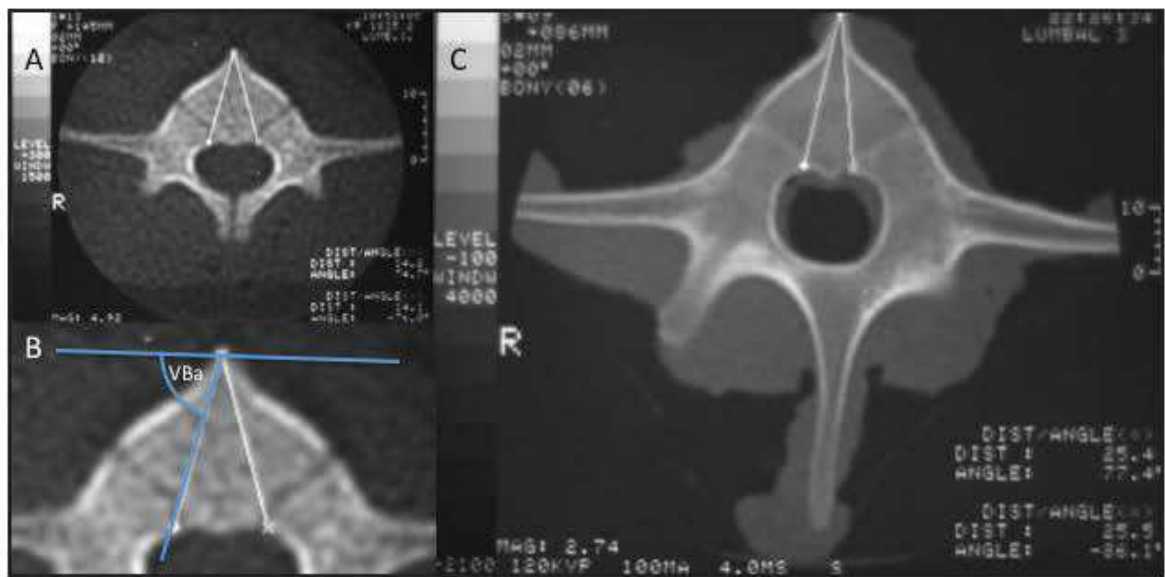
A CT felvételeken végzett mérésekkel quantifikáltuk a csigolyatest és a gerinccsatorna szimmetriájának mértékét (10. és 11. ábra). Ehhez szögeket határoztunk meg mindkét csigolya (L2 és L3) jobb és bal oldalán. Az egyes szögek szárait a következőképpen kaptuk⁷¹.

A csigolyatest szimmetriájára vonatkozó szögek: A növekedési porc és a gerinccsatorna találkozási pontját a csigolyatest legventralisabban elhelyezkedő pontjával (egy jól azonosítható crista a csigolyatest ventralis falán) összekötő szakasz és a horizontális sík közötti szög külön mérve mindkét oldalon (VBa-s = Vertebral Body angle on the screw side, VBa-ns = Vertebral Body angle on the non-screw side).

A gerinccsatorna szimmetriáját leíró szögek: A gerinccsatorna legdorsalisabban fekvő pontját összekötjük a növekedési porc – gerinccsatorna interszekcióját adó ponttal. Az így keletkező szakasz horizontális síkkal bezárt szöge adja meg a gerinccsatorna szög-értékeit (SCa-s: Spinal canal angle on the screw side, SCa-ns: Spinal canal angle on the non-screw side).

Nem csupán a szimmetria mértékét, hanem a gerinccsatorna méretének változását is vizsgáltuk. A gerinccsatorna antero-posterior (a-p) átmérőjét mértük meg az axiális CT felvételeken az L2-es és L3-as csigolya magasságában. Az így kapott értékeket az irodalomban fellelhető referencia értékekhez viszonyítottuk⁷².

A méréseket a CT felvételeken egy független radiológus végezte el, minden CT vizsgálaton kétszer.



10. ábra.

Axiális síkban készített CT felvétel a 3. ágyéki csigolya (kontroll) magasságában. Az egyik kék szakasz horizontális. A másik kék szakasz összeköti a növekedési porc (NCC) és gerinccsatorna metszéspontját a csigolyatest legventralisabb pontjával. A kék szakaszok által bezárt szög (VBa) mutatja a csigolyatestfél orientációját. A: közvetlen posztoperatív CT kép a nem operált (kontroll) L3 csigolya magasságában B: Az A kép mért részletének kinagyítása a mérési szöggel együtt. C: CT kép a kísérlet végén (7 hónap elteltével).



11. ábra.

A 10. ábrához hasonlóan: Axiális síkban készített CT felvétel a 2. ágyéki csigolya (kezelt) magasságában. Az egyik kék szakasz horizontális. A másik kék szakasz összeköti a növekedési porc (NCC) és gerinccsatoma metszéspontját a gerinccsatoma legdorsalisabb pontjával. A kék szakaszok által bezárt szög (SCa) mutatja az adott oldalon a gerinccsatomafél orientációját. A: közvetlen posztoperatív CT kép B: Az A kép mért részleteinek kinagyítása a mérési szöggel együtt. C: CT kép a kísérlet végén (7 hónap elteltével)

Az intrarater „reliability” számítások nem mutattak jelentős különbséget az ismételt mérések között ($p > 0,05$) és az „intraclass” korrelációs koefficiens 0,92-0,99 között volt, amely nagymértékű megbízhatóságra utal.

4.7 Statisztikai analízis

A leíró jellegű adatok átlagokként és azok standard deviációjaként vannak feltüntetve. Minden mért paraméter esetében először meghatároztuk az ismételt mérések átlagát. Az L2 csigolya (kezelt csigolya) magasságában mért értékeket normalizáltuk (arányok lettek feltüntetve) az L3 csigolya (kontroll csigolya) értékeihez. Ezzel elimináltuk a két különböző időpontban végzett CT vizsgálat során az esetleges pozicionálási különbségből adódó hibát, valamint a növekedés során fellépő szögváltozást. Non-parametric Wilcoxon Signed Rank teszteket használtunk az egyes oldalak közötti különbségek szignifikanciájának meghatározására: (1) a normalizált L2 szögek a műtét során, (2) a normalizált L2 szögek 7 hónappal később, (3) az L2 szögek közötti különbség a két fent említett időpontban.

A gerinccsatorna a-p átmérőjének értékeit átlagoltuk, majd a kapott eredményeket azonos fejlettségű sertések értékeihez viszonyítottuk. A statisztikai számításokat a Statview 5.0 programmal végeztük (SAS Institute Inc., San Francisco, CA; USA). A statisztikailag szignifikáns szint a $p < 0,05$ szinten lett meghatározva.

5. EREDMÉNYEK

5.1 Állatkísérletes modell eredményei

Három sertés pusztult el a tanulmány során (kettő egy későbbi altatással kapcsolatosan, egy pedig egy nem sebészi infekcióval kapcsolatosan). A 7 hónapos utánkövetési idő elteltével 10 sertés állt rendelkezésre a végső CT vizsgálat elvégzésére.

A tanulmányban részt vevő sertések nem voltak elkülönítve a falka többi tagjától. Obszervációink során a kezelt és nem kezelt sertések mozgásmintájában nem mutatkozott különbség. Ez a tény arra enged következtetni, hogy a kezelt állatoknál nem alakult ki idegrendszeri károsodás.

A közvetlen műtét után készült CT felvételeken jól látható volt, hogy minden egyes csavar, a tervnek megfelelően keresztül ment a növekedési porcon és a csigolya pediculust csaknem teljes szélességében elfoglalta. Mind a 13 csavar helyzete egyéb tekintetben is megfelelő volt.

5.1.1 Sertéscsigolya szimmetriájára vonatkozó mérések

A gerinccsatorna (SCa) és a csigolyatest (VBa) mért szögeinek értékei mindkét időpontban (közvetlenül műtét után és 7 hónappal később), valamint a normalizált (számított) értékek a *III. táblázatban* vannak összefoglalva.

III. táblázat. A gerinccsatorna és a csigolyatest szögértékei.

		Intraoperatív			7 hónappal később			intraop mínusz 7 hónappal később
Dimenzió	Oldal	L2 átlag	L3 átlag	L2 az L3-ra normalizálva	L2 átlag	L3 átlag	L2 az L3-ra normalizálva	L2 az L3-ra normalizálva
Gerinc- csatorna szöge (fokban)	Csavar nélkül	66.0 (7.1)	67.0 (6.3)	0.985 (0.064)	71.4 (3.7)	74.3 (4.0)	0.962 (0.037)	0.023 (0.056)
	csavarral	67.8 (4.4)	67.5 (3.5)	1.005 (0.051)	64.9 (4.7)	69.6 (5.6)	0.935 (0.075)	0.070 (0.090)
	Csavar nélkül vs csavarral			p=0.96			p=0.14	p=0.24
Csigolyatest szöge (fokban)	Csavar nélkül	77.7 (4.5)	77.5 (4.7)	1.003 (0.034)	69.2 (4.9)	75.7 (4.2)	0.914 (0.027)	0.088 (0.026)
	csavarral	73.5 (5.8)	73.1 (4.8)	1.005 (0.064)	84.7 (4.0)	82.3 (3.8)	1.030 (0.044)	-0.025 (0.080)
	Csavar nélkül vs csavarral			p=0.96			p=0.005	p=0.009

A gerinccsatorna szimmetriáját leíró szögeknek a két különböző időpont bármelyikében meghatározott normalizált értékei között nem volt szignifikáns különbség ($p > 0,05$). A szögek normalizált értékei közötti különbség (III. táblázat utolsó oszlopa) a csavar oldalán (screw side) tendenciájában nagyobb volt, mint az ellenoldalon (non-screw side), de nem érte el a statisztikailag szignifikáns értéket ($p = 0,24$).

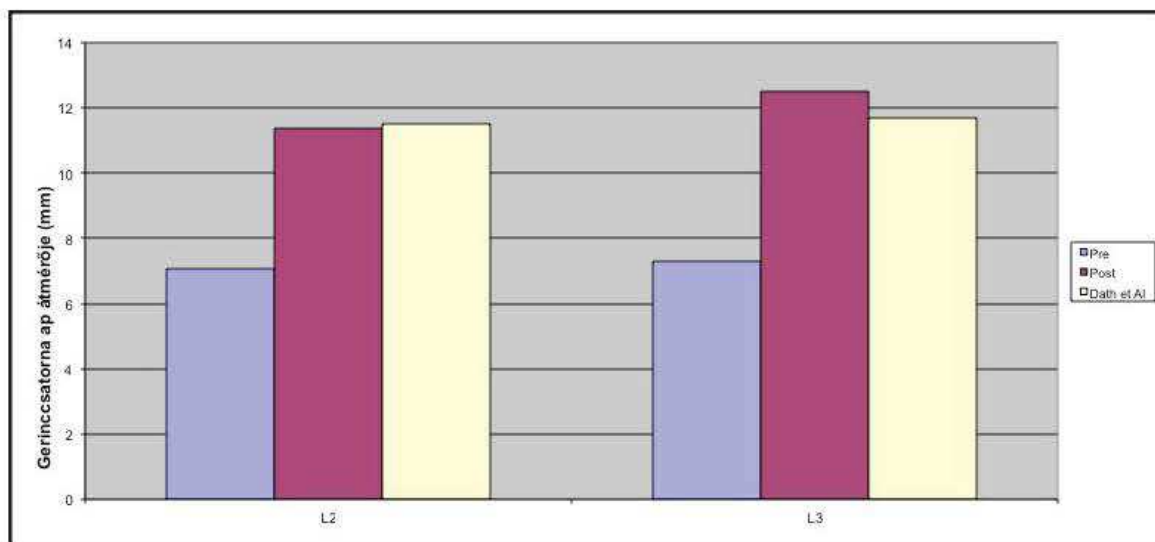
A csigolyatest szögei (VBa) között a kezdeti időpontban (a műtét időpontjában) nem volt jelentős különbség. Azonban 7 hónap elteltével az oldalkülönbség jelentőssé vált ($p = 0,005$). A csigolyatest szögeinek normalizált értékeinek változása a kezdeti időpont és a kísérlet vége között jelentősen különbözött a csavar vs. a csavar nélküli oldal között ($p = 0,009$): a normalizált szög a csavar nélküli oldalon (VBa-ns) csökkent, ezzel szemben a csavar oldalán (VBa-s) az érték nőtt, jelezve ezzel a csigolyatest fejlődésének aszimmetriáját. Az elkészült CT felvételeken ez a deformációja a csigolyatestnek az axialis síkban valóban jól megfigyelhető, míg a gerinccsatorna keresztmetszete mindvégig megőrizte szabályos ellipszis alakú formáját (lásd 11. ábrát).

5.1.2 A gerinccsatorna abszolút méreteinek analízise

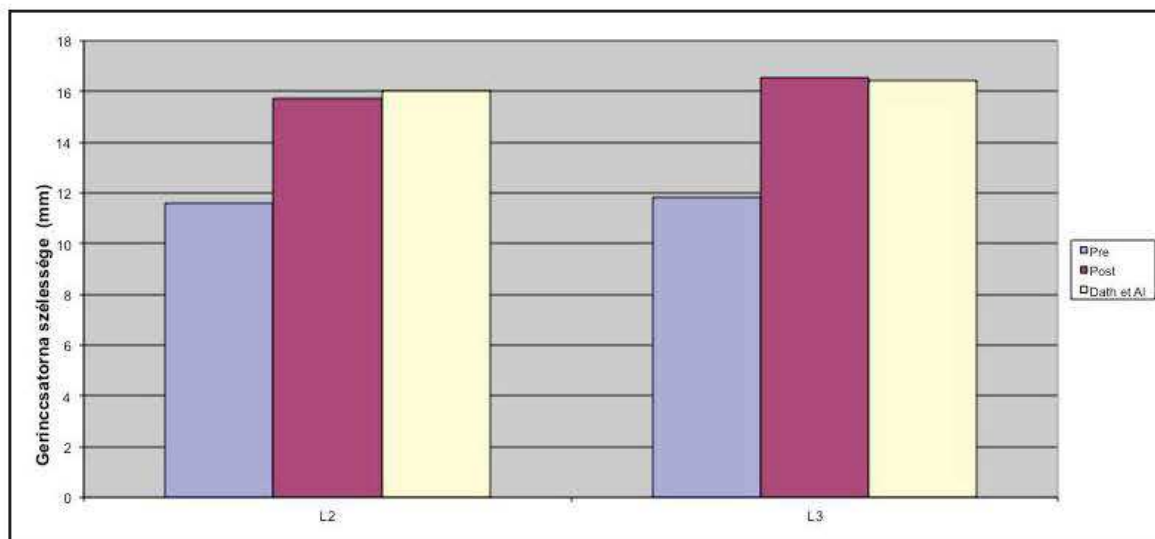
Az axiális CT felvételeken mért gerinccsatorna a-p átmérőjének és szélességének átlagolt értékeit a IV. táblázatban és a 12. ábrán mutatjuk be. Hisztorikus kontrollcsoportként Dath és munkatársai által 2007-ben közölt morfometria adatokat használtuk.

IV. táblázat.
A gerinccsatorna a-p átmérő és szélesség értékei

		GERINCCSATORNA							
		Átmérő - jelen tanulmány (mm)				Átmérő - Dath et al. (mm)			
		a-p		szélesség		a-p		szélesség	
		átlag	St dev	átlag	St dev	átlag	St dev	átlag	St dev
PRE	L2	7,05	0,404	11,577	0,570				
	L3	7,286	0,389	11,85	0,743				
POST	L2	11,382	1,297	15,745	1,526	11,5	0,45	16	0,33
	L3	12,518	1,508	16,568	1,912	11,7	0,64	16,4	0,43



12/a. ábra.



12/b. ábra.

12.ábra.

A gerinccsatorna a-p átmérője (12.a.) és szélessége (12.b.) mm-ben az L2 és L3 csigolyák magasságában. A lila oszlop (Pre) a műtét időpontjában, a bordó oszlop (Post) a tanulmány végén CT-vel mért méreteket mutatja. A sárga oszlop a Dath és munkatársai által közölt értékeket mutatják.

Dath és munkatársai munkájának célja egy referencia adatbázis kialakítása valamint az emberi és a sertés gerinc anatómiai különbségeinek leírása volt. A feltüntetett értékeken megfigyelhető, hogy a gerinccsatorna dimenziói az L2 csigolya magasságában kisebbek, mint az L3 csigolya magasságában, azaz a gerinccsatorna disztális irányban haladva kitágul.

Kísérletünkben talált átmérőbeli – és így területi – különbség az instrumentált és kontroll csigolyák között tehát nem feltétlenül az instrumentálás negatív hatását mutatja, hanem csupán a fiziológias anatómiai viszonyokat, azaz, hogy a gerinccsatorna dimenziója az L3 csigolya magasságában nagyobb, mint az L2 magasságában. Sajnos a különbség mértékére vonatkozó megállapítást a tanulmányunk felépítése nem enged. Józan megfontolás alapján azonban feltételezhető, hogy az esetleg mégis szűkebbé vált gerinccsatorna klinikai következményekkel nem jár. Humán viszonylatban szignifikáns, klinikai-neurológiai tüneteket okozó gerinccsatornaszűkületről az 50%-ot meghaladó csökkenés esetén beszélhetünk⁷³. Valóban, a vizsgált sertéspopulációban neurológiai deficitre utaló járászavart nem észleltünk.

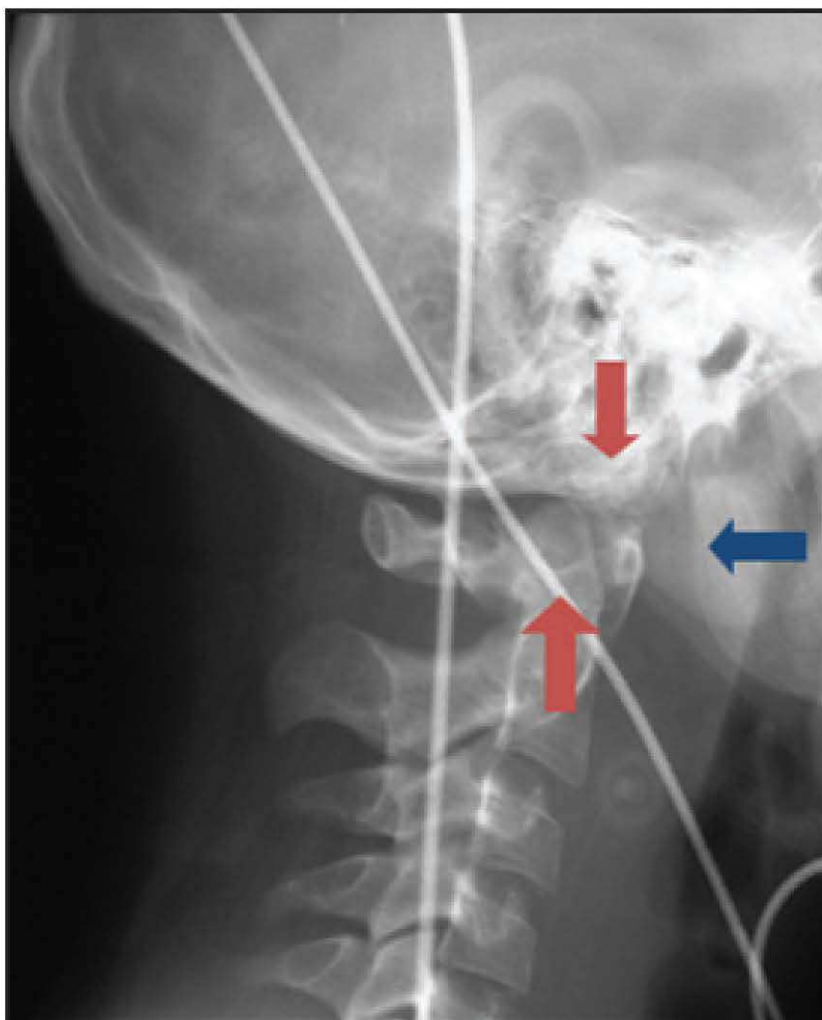
Gyakorlati szempontból a legnagyobb jelentőségű megállapítás, hogy az instrumentált csigolya gerinccsatornája a transzpedikuláris csavar ellenére növekedett. Tehát a neurocentrális junkció funkciójának megzavarása nem vezetett a gerinccsatorna növekedésének leállításához. Sőt, a növekedés mértékében sem találtunk különbséget az instrumentált és kontroll csigolyák között.

5.2 Humán vizsgálatok

Fenti (5.1 fejezetbeli) megállapítások, mint minden állatkísérletes modell esetén, csak korlátozott mértékben vonatkoztathatóak humán viszonyokra. Emberi tanulmány végzése főleg a hosszú utánkövetési idő szükségessége miatt nehéz. Szemléltetésképpen kiválasztottam korábban operált fiatal gyermek betegeim közül egy nyaki gerinc és egy lumbális gerinc esetet. Mindkét ismertetett esetben hosszú utánkövetési idő áll rendelkezésre. A páciensek elérték gyakorlatilag a csontérés lezárulását és ezzel a növekedés befejezését.

5.2.1 Atlanto-occipitális diszlokáció szelektív fúziója 9 éves utánkövetéssel

Az első esetben egy, még a pubertáskori növekedési súb előtt álló, 11 éves fiú szenvedett magasnyaki sérülést szánkóbaleset kapcsán. Az elvégzett radiológiai vizsgálatok atlanto-occipitális dislocatiót ábrázoltak. Miután halo-ortézis nem vezetett stabil gyógyuláshoz, egy hátsó occipito-cervikális rögzítést (13-14. ábra) végeztem C1 massa lateralis csavarokkal és occiput-lemezzel. A növekedés lezárultát követően, 9 évvel a sérülés után elvégzett röntgenfelvételeken nem volt a gerinccsatorna szűkületére vagy más struktúrális elváltozásra utaló jel.

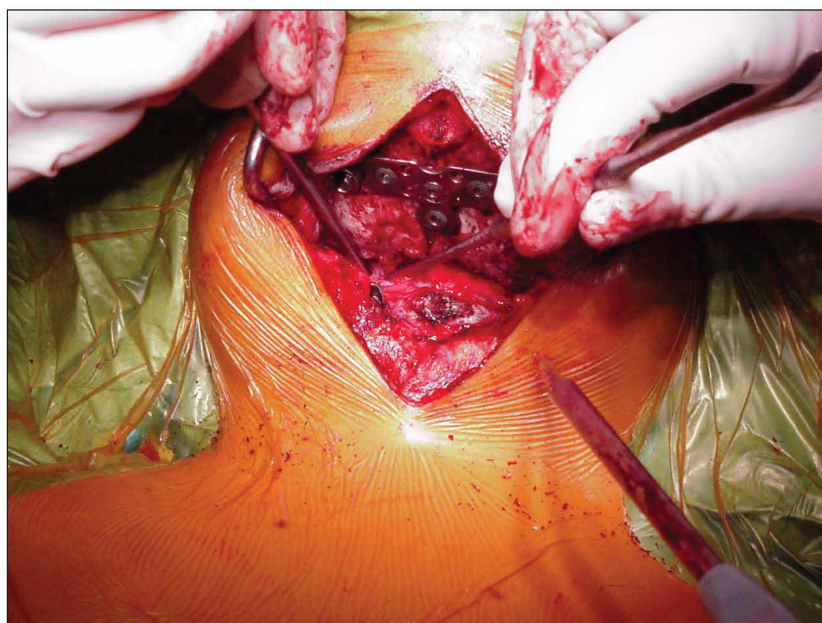


13. ábra.

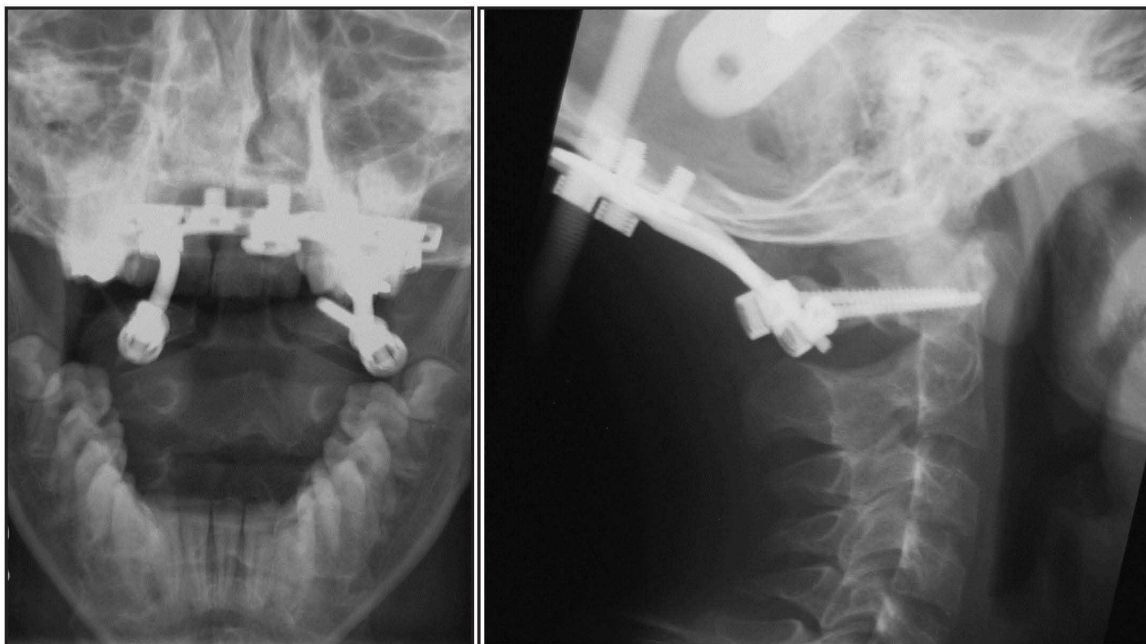
Közvetlenül a baleset után készült oldalirányú röntgenfelvétel mutatja a szubluxációs helyzetet C0-C1 között



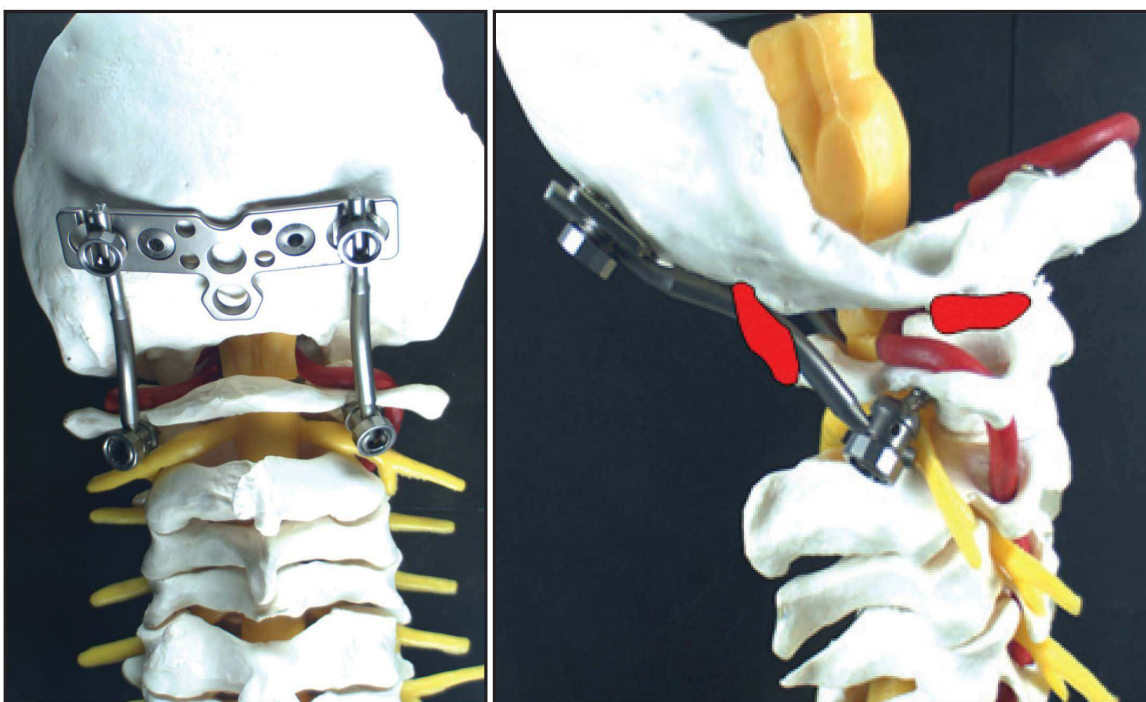
14. ábra.
A C0-C1 szubluxáció CT szagittális rekonstrukcióval bizonyítva



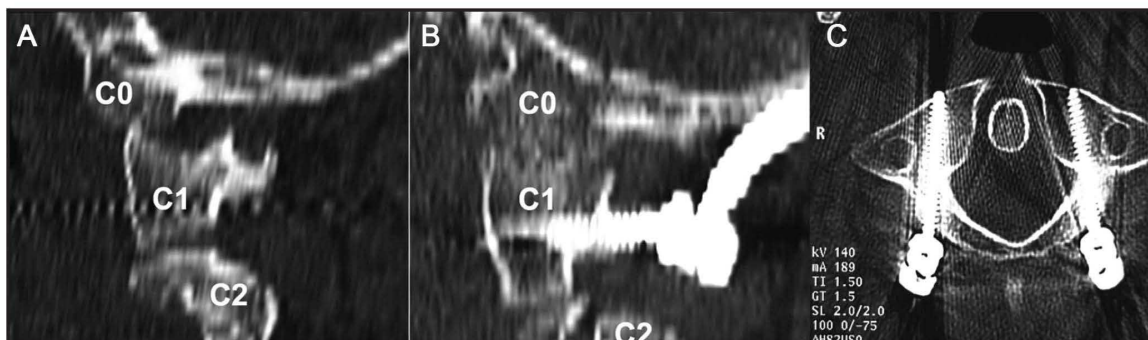
15. ábra.
Intraoperatív felvétel az artéria vertebralis preparálását mutatja a C1 hátsó ív felett bal oldalon



16. ábra.
Műtét utáni kétirányú röntgenfelvétel a C0-C1 stabilizálásról

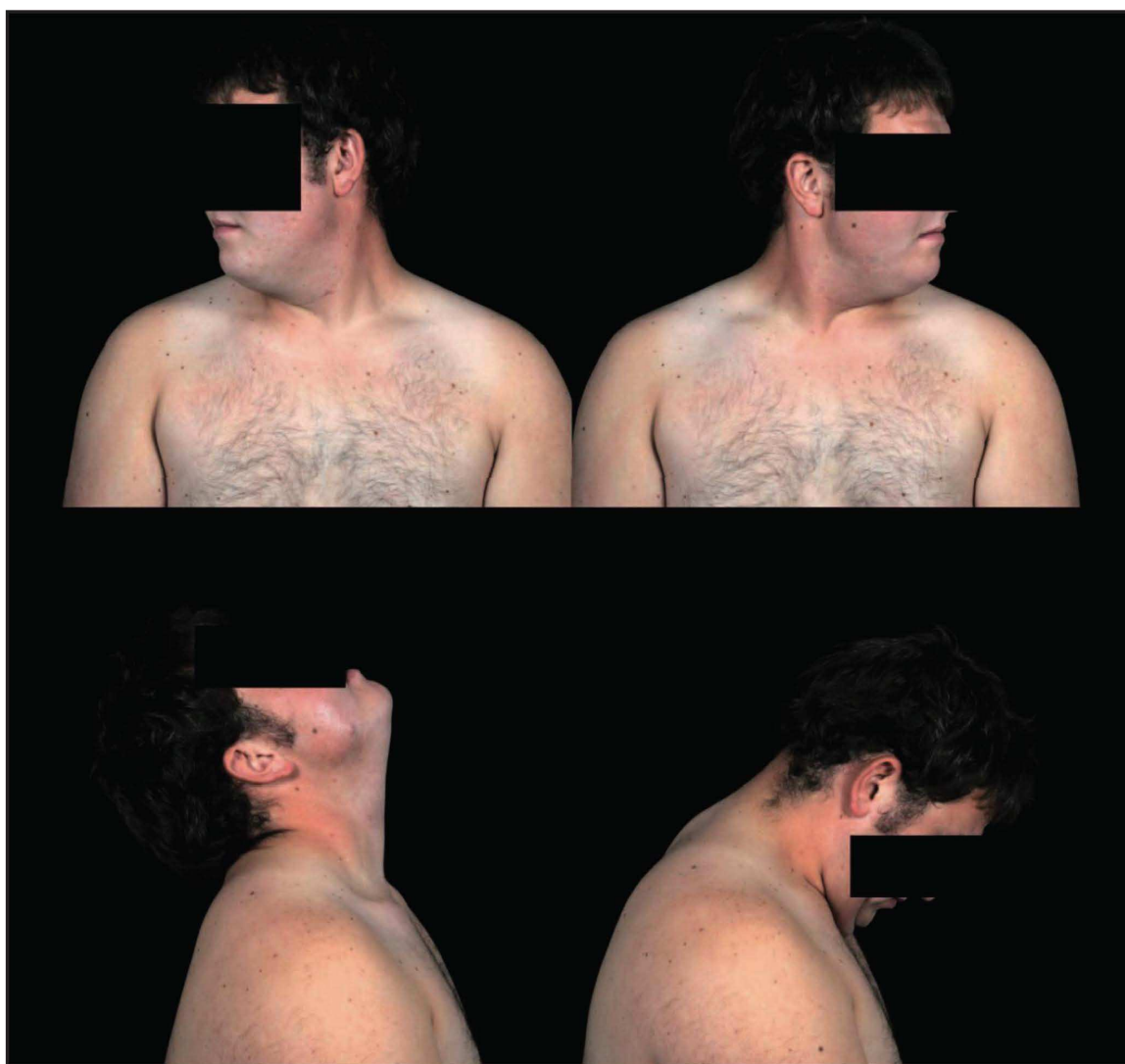


17. ábra.
A C0-C1 stabilizálás modellen történő ábrázolása. A vörös satírozások a csontos fúziót mutatják a C0-C1 ízületben illetve a C1 hátsó ív és occiput között



18. ábra.

A műtét utáni csontos fúzió igazolása CT- szagittális rekonstrukcióval. Az axiális síkban az atlas (C1) magasságában készült felvételen gerinccsatornaszűkültre, vagy a csigolya deformálódására utaló jel nem látható.

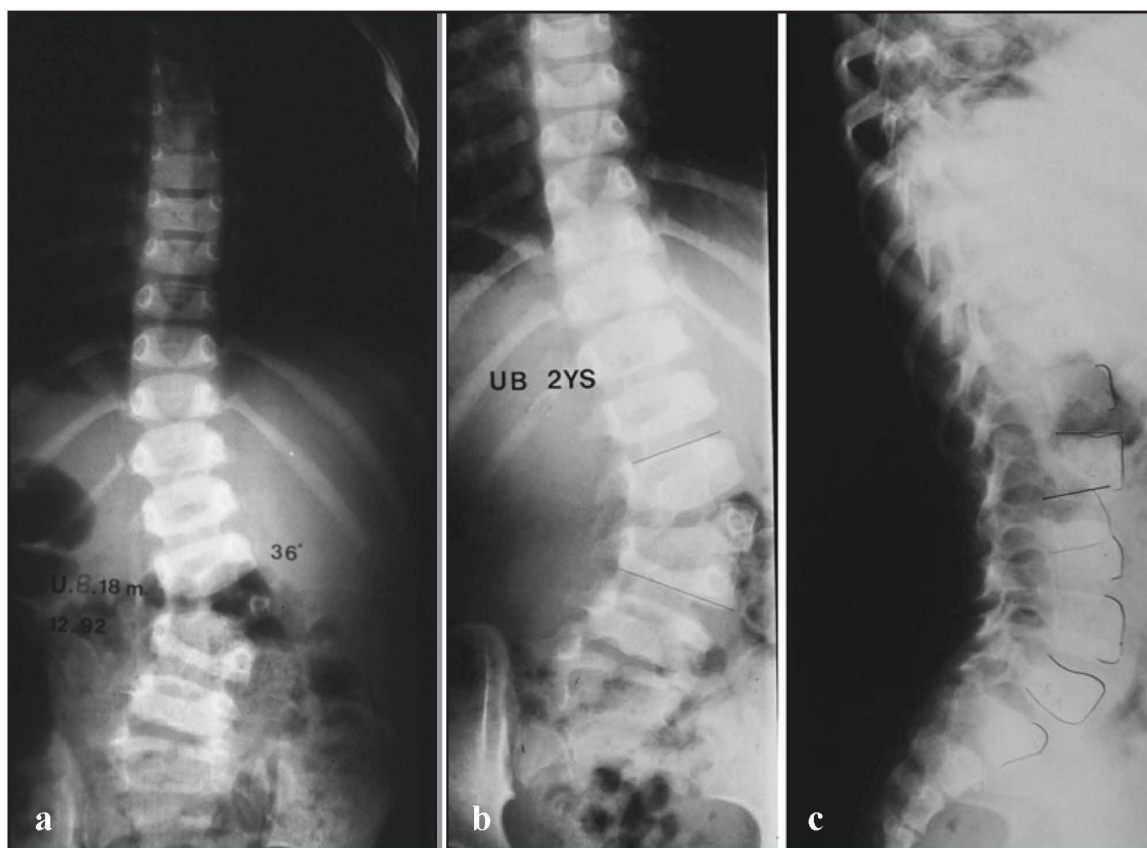


19. ábra.

Klinikai képek jól mutatják a nyaki gerinc mozgásfunkciójának megtartását.

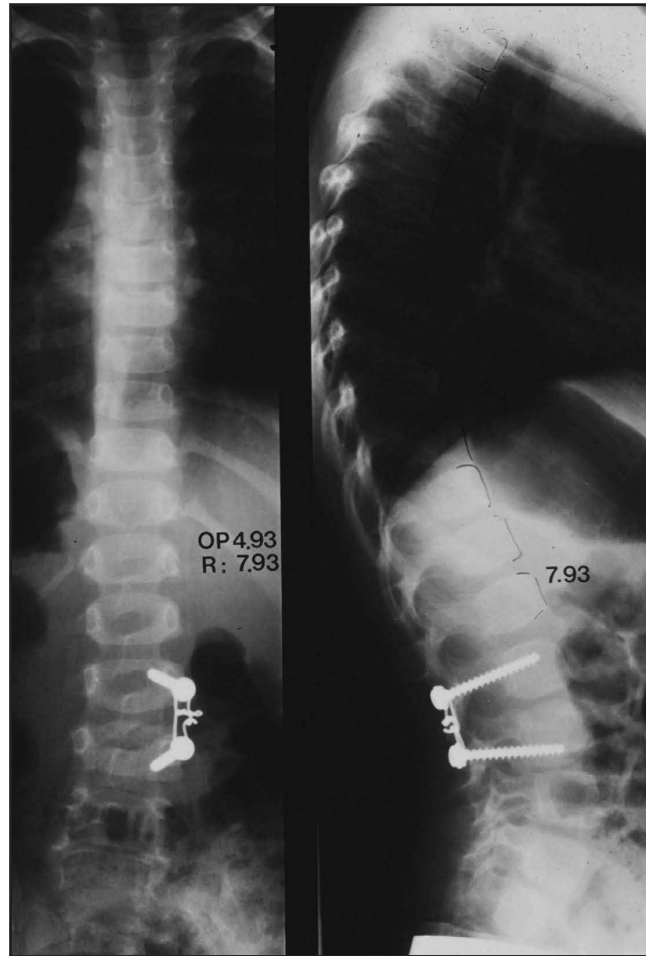
5.2.2 Veleszületett scoliosis sebészi kezelése transzpedikuláris csavarokkal 16 éves utánkövetéssel

A második esetben egy 1 éves kislány gerincferdülésének hátterében egy L3 félcsigolyát diagnosztizáltunk. Egy éves követés után már biztos volt, hogy további progresszió, azaz a scoliosis súlyosbodása műtét nélkül nem kerülhető el. A félcsigolya eltávolítását követően egy újszerű műtéti technikával egy funkcionális ízületet hoztam létre az azonos oldali, a rezekciót követően már szomszédossá vált L2 és L4 csigolyák ízületi nyúlványai között. Az így elért szituációt ipszilaterális L2 és L4 transzpedikuláris csavarok közötti húzóhurok rendszerrel korrigáltam és rögzítettem, majd az implantátumokat 3 hónappal később eltávolítottam. 16 évvel később elvégzett ágyéki gerinc dinamikus MRI vizsgálata álló helyzetben normális tágasságú gerinccsatornát mutatott, a beteg panaszmentes.



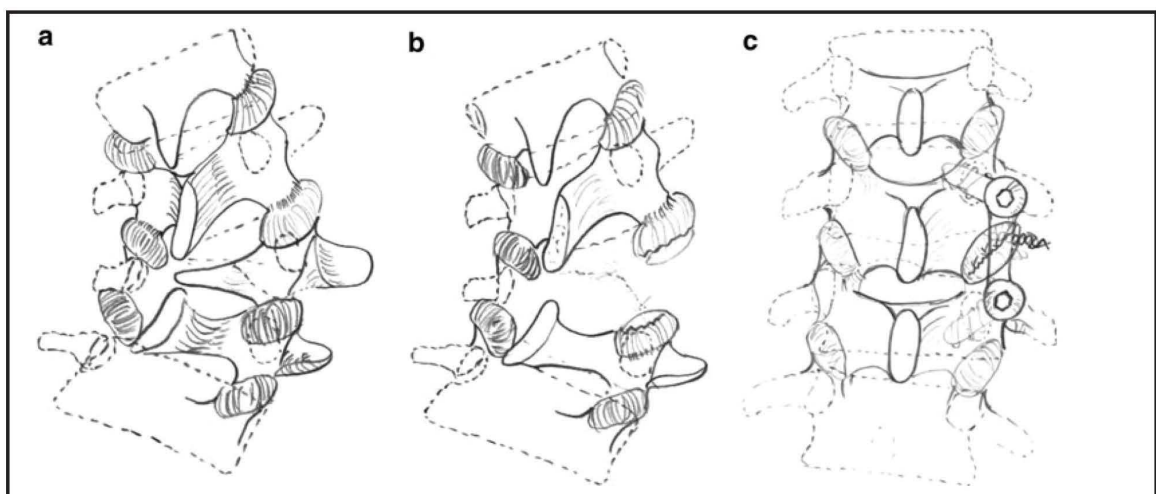
20. ábra.

Ap irányú rtg felvételek 18 hónapos (a) és 24 hónapos (b) korban. A scoliosis progressziója egyértelműen látható. Az oldalirányú rtg felvételen (c) a hemivertebrák magasságában kyphotikus subluxáció ábrázolódik.



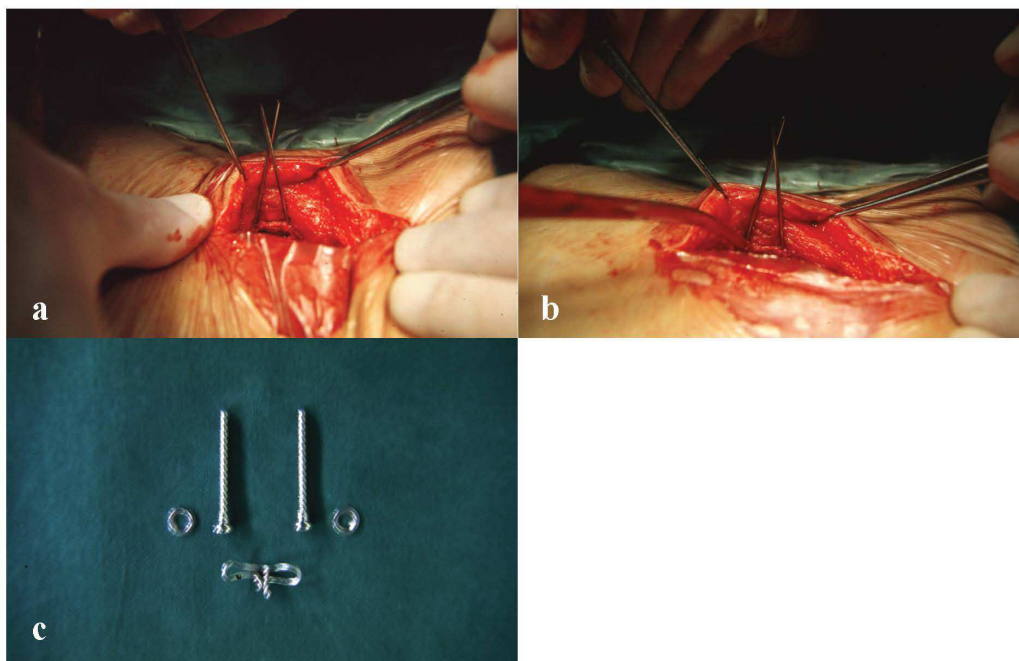
21. ábra.

Posztoperatív kétirányú röntgenfelvételek a műtét után közvetlenül optimális korrekciót mutatnak, a fiziológias gerincgörbületek helyreállításával.



22. ábra.

A műtéti lépések sematikus ábrázolása: hemivertebrarezekció előtti (a) és utáni (b) állapot. (c) korrekció (csavarok és húzóhurok) utáni állapot az ízületi tok rekonstrukciójával.



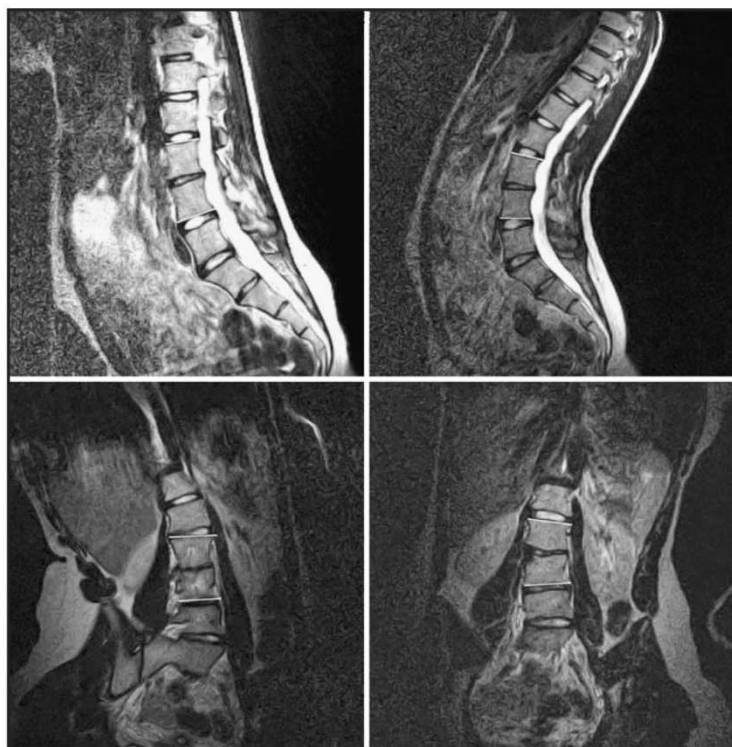
23. ábra

A fémeltávolítás során a szegmentum (ízület) mozgásának dokumentálása (a és b). (c) 3 hónappal az eredeti műtét után eltávolításra került fémimplantátumok (explantátumok): csavarok és húzóhurok.



24. ábra.

A teljes gerinc kétirányú röntgenfelvételei 16 évvel a műtéteket követően gyakorlatilag fiziológias szagittális profilt és minimális jobbra konvex koronális deformitást mutatnak.



25. ábra.

18 éves korban (16 évvel a műtéteket követően) álló helyzetben elvégzett dinamikus MRI felvételeken jól látható az L2/4 szegmentum mind flexió/extenzió, mind pedig jobb és bal oldalirányban történő mozgása. Az MRI oldalirányú felvételén gerinccsatorna szűkültre utaló jelt nem lehet látni.



26. ábra.

Felnőtt korban (2009) készült klinikai képeken fiziológias testtartás és- forma látható. A röntgenfelvételeken (24. ábra) látható reziduális koronális görbületnek nincs klinikai jelentősége.

6. MEGBESZÉLÉS

Kevés adat lelhető fel arra vonatkozóan, hogy a transzpedikuláris csavar hogyan befolyásolja a csigolya fejlődését. A legtöbb gerincsebész vonakodni látszik transzpedikuláris csavarok használatától, különösképpen nagyon fiatal gyermekek esetében, attól tartva, hogy a behelyezett csavar a csigolya – és így a gerinccsatorna – fejlődésében központi szerepet játszani látszó növekedési porcon keresztül haladva végeredményben gerinccsatorna-szűkülethez és következményes neurológiai kieséshez vezet. A jelen tanulmányunk eredményei alapján azonban úgy tűnik, hogy az efféle aggodalom alaptalan. Úgy látszik, hogy a még fejlődésben lévő gerincbe helyezett pediculus-csavar nem befolyásolja lényegesen a gerinccsatorna fejlődését.

A leíró anatómiai definíció szerint a növekedési porc a csigolyatest és a pediculus találkozási pontjánál, a fejlődés lezártakor a csigolyatest dorsalis részében helyezkedik el. A növekedési porc egyre dorsalisabban helyezkedik el, mivel a csigolyatest fejlődéséhez nagyobb mértékben járul hozzá, mint a csigolyaív növekedéséhez. Ezen növekedési porc legaktívabb az élet első 5 évében, nem sokkal később (általában 3 és 6 éves kor között) lezáródik (fúzionál), vagy legalábbis jelentősen lelassul a növekedése.

Transzpedikuláris csavaros rendszerek gyakran kerülnek beültetésre pubertás korban (AIS), sőt még fiatalabb korban is (pl. juvenilis scoliosisokban), anélkül, hogy gerinccsatorna szűkületet okoznának. A kérdés valójában az, hogy transzpedikuláris csavarok biztonsággal alkalmazhatóak-e a még fiatalabb gyermekek (5 év alatti) esetében, amikor a növekedési porc még aktívan működik? *Ruf és Harms* által készített tanulmány szerint az 1-2 éves gyermekekbe helyezett transzpedikuláris csavarok nem vezettek gerinccsatorna szűkülethez, bár meg kell jegyeznünk, hogy a tanulmányukban az utánkövetési idő átlagosan csupán 2 év volt, és így csak nagyon korlátozottan alkalmazható ez az eredmény a mindennapokban⁶³.

Ahhoz, hogy a fentebb feltett kérdést megválaszoljuk, megfelelően hosszú utánkövetési időt kellene választanunk, ami ebben az esetben a csontváz-rendszer fejlődésének lezárását, azaz 10-15 évet jelentene. Csupán ezen idő elteltével tudnánk megmondani, hogy a nagyon fiatal gyermekekben alkalmazott transzpedikuláris csavarok vajon szimptomatikus gerinccsatorna szűkülethez vezetnek-e. Mint ahogyan a szórványos klinikai eseteink bizonyítják, már hosszú utánkövetésekkel is rendelkezünk, amik biztatóak a jövőt illetően. Ennek ellenére az állatkísérletek továbbra is nyomós érvekként támasztják alá még ma is a klinikai munkánkat.

Az egyik megoldás a fenti problémára, ha állatkísérletes modellt alkalmazunk, így jelentősen lecsökkenthető az utánkövetési idő. Erre a célra az egyik legalkalmasabb állatfaj a házi sertés, mivel a csigolyák alakjukat és méretüket tekintve igen hasonlítanak az emberi csigolyákhoz. Továbbá kifejezetten a gyors növekedésre lettek tenyésztve, ami a mi esetünkben rövidebb utánkövetési időt jelent. Sertés modelleket kezdetben gerincdeformitások kialakulásának tanulmányozására használtak. Később végeztek néhány kísérletes tanulmányt a transzpedikuláris csavarok hatásának tanulmányozására, azonban a vizsgálók ellentmondásos eredményre jutottak. Az első tanulmány, mely szerint kétoldali transzpedikuláris csavar gerinccsatornaszűkülethez vezet, 1967-ben látott napvilágot⁷⁴. Mások (*Zhang és Succato*) az egyoldali epiphyseodesis hatását vizsgálták 8 szomszédos háti csigolyában⁶⁹. Ők nem találtak gerinccsatornaszűkület kialakulására utaló jeleket, jóllehet, tanulmányuk középpontjában a gerinc deformitása állt. A kijelentés értékét tovább csökkenti, hogy a kontrollcsoportjukban is elvégezték a műtéti feltárást, amely elméletileg szintén befolyásolhatja a gerinccsatorna fejlődését.

Cil és munkatársai az ágyéki gerinccsatorna jelentős szűkületének kialakulását találták a házisertésekbe helyezett transzpedikuláris csavarok magasságában⁴⁸. Méréseiket egy a szagittális síkban kettéosztott gerinccsatornán (2hemi-csatorna) és csigolyatesten végezték. A felezővonalat a basivertebralis véna csigolyatestbe történő belépési pontját (közép-

pont) a csigolyatest elülső középpontjával összekötő vonal adta. A felezővonal így a csigolyatestre lett vonatkoztatva. A mi kísérletünk eredménye szerint viszont pontosan a csigolyatest növekedésében alakul ki aszimmetria. Az axiális síkban a csigolyatesten átvezetett felező (referencia) vonal a kialakult disztorzió miatt nem ad megbízható információt a gerinccsatorna geometriájára vonatkozóan. Így véleményünk szerint a kísérlet eredményeként leírt gerinccsatorna aszimmetria validitása megkérdőjelezhető. Hasonlóképpen vitathatók a pediculus hosszúságára vonatkozó számítások is.

Az imént felsorolt munkák közös jellemzője, hogy a transzpedikuláris csavarok növekedésre gyakorolt hatását egyszerre több szomszédos szegmentum instrumentálásával végezték. Ez egy viszonylag hosszú metszést, nagy feltárást jelent, amely az elméletileg lehetséges feltárással kapcsolatos növekedést befolyásoló hatást fokozhatja. Továbbá, több szomszédos szegmentum azonos oldali instrumentációja a fejlődő gerinc deformitását okozhatja, amely önmagában hatással lehet a gerinccsatorna fejlődésére.

A mi kísérletünkben, a fenti megfontolásokat figyelembe véve és ezen okoknál fogva, csupán egyetlen csigolyatest egyetlen oldalán végeztünk műtétet. Így lehetővé vált, hogy a növekedési porc szerepét izoláltan tudjuk vizsgálni. Ezen kívül a csigolyán belül tudunk közvetlen információhoz jutni akkor, ha feltűnő aszimmetria látható a radiológiai utánkövetésben. Ilyen megfigyelésünk nem volt. Sajnos azonban azt is meg kell említeni, hogy az egyetlen csavar alkalmazása a modellünkben hátrányokkal is jár. Eltekintve néhány esettől, a kora gyermekkori gerincdeformitások (EOS vagy EOSD) kezelésében csigolyánként 2 transzpedikuláris csavar használata a bevett gyakorlat, és így az egy csavaros modellünk eredménye csak korlátozott mértékben extrapolálható. Továbbá, mint minden állatkísérletes modell eredménye, így ez is csak bizonyos szempontok figyelembevételével applikálható a humán gyógyászatban.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a jelen tanulmányban a még fejlődésben lévő sertések csigolyájának pediculusába, a még aktív növekedési porcon keresztül vezetett csavar jelentős változást okozott a csigolyatest fejlődésében az axiális síkban, azonban nem volt jelentős hatással a gerinccsatorna morfológiájára. Kísérletünk eredménye további érveket szolgáltat a transzpedikuláris csavarok használata érdekében, melyeket a már meglévő érvek és ellenérvek mérlegelésekor az egyes korai gerincdeformitásban vagy más eredetű patológiás gerincmegbetegedésben szenvedő gyermekek kezelési stratégiájának kialakításakor figyelembe lehet és kell venni.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Nagyon fiatal gyerekek gerincdeformitásainak kezelésében egyre elfogadottabbá válik a transzpedikuláris csavaros-rudas szerkezetek használata. Mégis keveset tudunk ezen csavarok hosszú távú hatásáról a még növekedésben lévő gerincben. Egy in vivo sertés modellt készítettünk, amelyben a behelyezett csavarok hatásait vizsgáltuk a csigolyatest és a gerinccsatorna morfológiájára.

13 újszülött sertés került műtetre. Minden egyes sertésbe egyetlen csavart ültettünk be az L2 csigolyába. A sertések tömegének megtízszereződését követően (7 hónap elteltével) a csigolyatest és a gerinccsatorna szimmetriáját határoztuk meg axiális CT-felvételeken az L2 (csavart tartalmazó/vizsgált csigolya) és az L3 csigolyák (kontroll) magasságában úgy, hogy meghatároztuk a jobb és bal oldali felek szimmetriáját leíró szögek változását.

7 hónap elteltével a normalizált csigolyatest szög csökkent a nem instrumentált oldalon és nőtt az ellentétes (csavar) oldalon, jelezve a csigolyatest szignifikáns ($p=0,009$) növekedési aszimmetriáját az axiális síkban. A gerinccsatorna szimmetriáját leíró szögekben azonban nem találtunk szignifikáns különbséget az instrumentált és nem instrumentált oldalak között, sem a kezdeti időpillanatban, sem pedig 7 hónappal később (mindkettőnél $p>0,05$).

A még növekedésben lévő csigolyatest fejlődésére a behelyezett transzpedikuláris csavar jelentős hatással van, azonban a gerinccsatorna fejlődésében hasonló változások nem figyelhetők meg a jelen tanulmányunk szerint.

Az állatkísérletes eredmény humán vonatkozású alkalmazhatóságát két eset ismertetése kapcsán szemléltetem, ahol a 9-16 éves utánkövetési idő alatt a csontvázrendszer fejlődése lezárult.

Az eredményeink azt az álláspontot látszanak megerősíteni, miszerint a transzpedikuláris csavarok alkalmazásának létjogosultsága van a korai kezdetű gerincdeformitások kezelésében.

7. SUMMARY

There is increasing awareness of the need for pedicle screw constructs in the treatment of spinal deformities in very young children. However, the long-term effects of pedicle screws on the immature spine are still unclear. We used a porcine model to analyze the morphological changes of the spinal canal and vertebral body in response to the placement of pedicle screws.

Thirteen newborn pigs were operated on. Each pig received a single pedicle screw at the L2 level. After a 10-fold increase in body weight (7 months later) the symmetry of the spinal canal and vertebral body was measured on CT scans of the investigational (L2) and control (L3) levels in terms of the angulations of the instrumented and non-instrumented halves of the vertebral body and spinal canal.

After 7 months, the normalised vertebral body (VBa) angle had reduced on the non-screw side and increased on the screw side, indicating asymmetry in vertebral body growth in the axial plane. The difference was significant ($p=0.009$). However, there was no significant difference between the screw and non-screw sides for the spinal canal (SCa) angles at the L2 level at either the intraoperative or 7-month follow-up assessment (each $p>0.05$).

Pedicle screws in the immature porcine spine have a significant effect on the development of the vertebral body. However, no corresponding alteration of the morphology of the spinal canal was observed.

The applicability of the described porcine model for humans are demonstrated on two case reports with follow ups of 9 and 16 years and thus extending beyond skeletal maturity.

Our results may serve to encourage spinal surgeons to make decisions in favour of using pedicle screw instrumentation in very young children when considering the treatment options and weighing up the risks of surgery and observation.

8. IRODALOMJEGYZÉK

8.1 Hivatkozott közlemények jegyzéke

1. Dimeglio A (2001) Growth in pediatric orthopaedics. *J Pediatr Orthop* 21:549-555
2. Jeszenszky D, Fekete TF, Lattig F, Bognar L (2010) Intraarticular atlantooccipital fusion for the treatment of traumatic occipitocervical dislocation in a child: a new technique for selective stabilization with nine years follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 35:E421-426. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c91fa1
3. Jeszenszky D, Fekete TF (2010) Vertebral resection. In: Akbarnia BA, Yazici M, Thompson GH (eds) *The Growing Spine: Management of Spinal Disorders in Young Children*. Springer; 1st Edition (30.11.2010). pp. 431-440.
4. Thompson GH, Akbarnia BA, Campbell RM, Jr. (2007) Growing rod techniques in early-onset scoliosis. *J Pediatr Orthop* 27:354-361
5. Akbarnia BA (2007) Management themes in early onset scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 89 Suppl 1:42-54
6. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, Thompson AG, Asher MA (2005) Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine* 30:S46-57
7. Thompson GH, Lenke LG, Akbarnia BA, McCarthy RE, Campbell RM, Jr. (2007) Early onset scoliosis: future directions. *J Bone Joint Surg Am* 89 Suppl 1:163-166

8. Yazici M, Emans J (2009) Fusionless instrumentation systems for congenital scoliosis: expandable spinal rods and vertical expandable prosthetic titanium rib in the management of congenital spine deformities in the growing child. *Spine (Phila Pa 1976)* 34:1800-1807. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181978ec9

9. Jeszenszky D, Fekete TF, Kleinstueck FS, Haschtmann D, Bogner L (2012) Fusionless posterior hemivertebra resection in a 2-year-old child with 16 years follow-up. *Eur Spine J*. doi: 10.1007/s00586-012-2152-z

10. Campbell RM, Jr., Hell-Vocke AK (2003) Growth of the thoracic spine in congenital scoliosis after expansion thoracoplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 85-A:409-420

11. Ruf M, Jensen R, Jeszenszky D, Merk H, Harms J (2006) [Hemivertebra resection in congenital scoliosis -- early correction in young children]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 144:74-79

12. Betz RR, Harms J, Clements DH, 3rd, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Beele B (1999) Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 24:225-239

13. Jeanneret B (1996) Posterior rod system of the cervical spine: a new implant allowing optimal screw insertion. *Eur Spine J* 5:350-356

14. Schmorl G, Junghanns H (1932) *Die gesunde und die kranke Wirbelsäule*. Georg Thieme, Leipzig

15. Vital JM, Beguiristain JL, Algara C, Villas C, Lavignolle B, Grenier N, Senegas J (1989) The neurocentral vertebral cartilage: anatomy, physiology and physiopathology. *Surg Radiol Anat* 11:323-328
16. Maat GJ, Matricali B, van Persijn van Meerten EL (1996) Postnatal development and structure of the neurocentral junction. Its relevance for spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 21:661-666
17. Verbout AJ (1985) The development of the vertebral column. *Adv Anat Embryol Cell Biol* 90:1-122
18. Kennedy JD, Robertson CF, Olinsky A, Dickens DR, Phelan PD (1987) Pulmonary restrictive effect of bracing in mild idiopathic scoliosis. *Thorax* 42:959-961
19. Kose N, Campbell RM (2004) Congenital scoliosis. *Med Sci Monit* 10:RA104-110
20. Emery JL, Mithal A (1960) The number of alveoli in the terminal respiratory unit of man during late intrauterine life and childhood. *Arch Dis Child* 35:544-547
21. Campbell RM, Jr., Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N, Pinero RF, Alder ME, Duong HL, Surber JL (2003) The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 85-A:399-408
22. Harrington PR (1962) Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 44-A:591-610

23. Moe JH, Kharrat K, Winter RB, Cummine JL (1984) Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. *Clinical orthopaedics and related research*:35-45
24. Luque ER (1982) The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 7:256-259
25. Eberle CF (1988) Failure of fixation after segmental spinal instrumentation without arthrodesis in the management of paralytic scoliosis. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 70:696-703
26. Mardjetko SM, Hammerberg KW, Lubicky JP, Fister JS (1992) The Luque trolley revisited. Review of nine cases requiring revision. *Spine* 17:582-589
27. Akbarnia BA, Breakwell LM, Marks DS, McCarthy RE, Thompson AG, Canale SK, Kostial PN, Tambe A, Asher MA (2008) Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening. *Spine* 33:984-990. doi: 10.1097/BRS.0b013e31816c8b4e
28. Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Roh J, Lowe R, Asher MA, Marks DS (2005) Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine* 30:2039-2044
29. Hedequist D, Emans J (2007) Congenital scoliosis: a review and update. *J Pediatr Orthop* 27:106-116
30. Dimeglio A (1992) Growth of the Spine Before Age 5 Years. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 1:102-107

31. Acaroglu E, Yazici M, Alanay A, Surat A (2002) Three-dimensional evolution of scoliotic curve during instrumentation without fusion in young children. *Journal of pediatric orthopedics* 22:492-496
32. Blakemore LC, Scoles PV, Poe-Kochert C, Thompson GH (2001) Submuscular Isola rod with or without limited apical fusion in the management of severe spinal deformities in young children: preliminary report. *Spine* 26:2044-2048
33. Klemme WR, Denis F, Winter RB, Lonstein JW, Koop SE (1997) Spinal instrumentation without fusion for progressive scoliosis in young children. *Journal of pediatric orthopedics* 17:734-742
34. Mineiro J, Weinstein SL (2002) Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: early results. *Journal of pediatric orthopedics* 22:290-295
35. Dvorak M, MacDonald S, Gurr KR, Bailey SI, Haddad RG (1993) An anatomic, radiographic, and biomechanical assessment of extrapedicular screw fixation in the thoracic spine. *Spine* 18:1689-1694
36. Heller JG, Shuster JK, Hutton WC (1999) Pedicle and transverse process screws of the upper thoracic spine. Biomechanical comparison of loads to failure. *Spine* 24:654-658
37. Inceoglu S, Ferrara L, McLain RF (2004) Pedicle screw fixation strength: pullout versus insertional torque. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 4:513-518. doi: 10.1016/j.spinee.2004.02.006

-
38. Lowe T, O'Brien M, Smith D, Fitzgerald D, Vraney R, Eule J, Alongi P (2002) Central and juxta-endplate vertebral body screw placement: a biomechanical analysis in a human cadaveric model. *Spine* 27:369-373
 39. Mahar AT, Brown DS, Oka RS, Newton PO (2006) Biomechanics of cantilever "plow" during anterior thoracic scoliosis correction. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 6:572-576. doi: 10.1016/j.spinee.2006.02.004
 40. Mohamad F, Oka R, Mahar A, Wedemeyer M, Newton P (2006) Biomechanical comparison of the screw-bone interface: optimization of 1 and 2 screw constructs by varying screw diameter. *Spine* 31:E535-539. doi: 10.1097/01.brs.0000225997.41924.eb
 41. Morgenstern W, Ferguson SJ, Berey S, Orr TE, Nolte LP (2003) Posterior thoracic extrapedicular fixation: a biomechanical study. *Spine* 28:1829-1835. doi: 10.1097/01.BRS.0000083280.72978.D1
 42. Ogon M, Haid C, Krismer M, Sterzinger W, Bauer R (1996) Comparison between single-screw and triangulated, double-screw fixation in anterior spine surgery. A biomechanical test. *Spine* 21:2728-2734
 43. White KK, Oka R, Mahar AT, Lowry A, Garfin SR (2006) Pullout strength of thoracic pedicle screw instrumentation: comparison of the transpedicular and extrapedicular techniques. *Spine* 31:E355-358
 44. Snyder BD, Zaltz I, Hall JE, Emans JB (1995) Predicting the integrity of vertebral bone screw fixation in anterior spinal instrumentation. *Spine* 20:1568-1574

-
45. Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER (2001) Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? *Spine* 26:2049-2057
 46. Csernatony Z, Gaspar L, Benko K, Fekete Z, Soos P, Nyulasi T, Szepesi K, Jonas Z (1997) Experimental studies for the surgical correction and fixation of dorsal spine deformities. *Acta Chir Hung* 36:51-53
 47. Yazici M, Pekmezci M, Cil A, Alanay A, Acaroglu E, Oner FC (2006) The effect of pedicle expansion on pedicle morphology and biomechanical stability in the immature porcine spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 31:E826-829. doi: 10.1097/01.brs.0000240759.06855.e6
 48. Cil A, Yazici M, Daglioglu K, Aydingoz U, Alanay A, Acaroglu RE, Gulsen M, Surat A (2005) The effect of pedicle screw placement with or without application of compression across the neurocentral cartilage on the morphology of the spinal canal and pedicle in immature pigs. *Spine (Phila Pa 1976)* 30:1287-1293. doi: 00007632-200506010-00011 [pii]
 49. Krag MH (1991) Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. A review. *Spine* 16:S84-99
 50. Johnston CE, 2nd, Ashman RB, Baird AM, Allard RN (1990) Effect of spinal construct stiffness on early fusion mass incorporation. Experimental study. *Spine* 15:908-912
 51. Halm HF, Liljenqvist U, Niemeyer T, Chan DP, Zielke K, Winkelmann W (1998) Halm-Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial. *Eur Spine J* 7:429-434

-
52. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB (2005) Hemivertebra excision in children via simultaneous anterior and posterior exposures. *Journal of pediatric orthopedics* 25:60-63
53. Prahinski JR, Polly DW, Jr., McHale KA, Ellenbogen RG (2000) Occult intraspinal anomalies in congenital scoliosis. *Journal of pediatric orthopedics* 20:59-63
54. Lew SM, Kothbauer KF (2007) Tethered cord syndrome: an updated review. *Pediatric neurosurgery* 43:236-248. doi: 10.1159/000098836
55. Belmont PJ, Jr., Kuklo TR, Taylor KF, Freedman BA, Prahinski JR, Kruse RW (2004) Intraspinal anomalies associated with isolated congenital hemivertebra: the role of routine magnetic resonance imaging. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 86-A:1704-1710
56. Ayvaz M, Alanay A, Yazici M, Acaroglu E, Akalan N, Aksoy C (2007) Safety and efficacy of posterior instrumentation for patients with congenital scoliosis and spinal dysraphism. *Journal of pediatric orthopedics* 27:380-386. doi: 10.1097/01.bpb.0000271334.73643.81
57. Hedequist D, Emans J, Proctor M (2009) Three rod technique facilitates hemivertebra wedge excision in young children through a posterior only approach. *Spine (Phila Pa 1976)* 34:E225-229. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181997029
58. Pyle SI, Waterhouse AM, Greulich WW (1971) Attributes of the radiographic standard of reference for the National Health Examination Survey. *American journal of physical anthropology* 35:331-337. doi: 10.1002/ajpa.1330350306
-

59. Lattig F, Fekete TF, Jeszenszky D (2010) Management of fractures of the pedicle after instrumentation with transpedicular screws: A report of three patients. *J Bone Joint Surg Br* 92-B:98-102. doi: 92-B/1/98 10.1302/0301-620X.92B1.22798
60. Ruf M, Harms J (2003) Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation: early correction in children aged 1 to 6 years. *Spine* 28:2132-2138
61. Hedequist DJ, Emans JB (2003) The correlation of preoperative three-dimensional computed tomography reconstructions with operative findings in congenital scoliosis. *Spine* 28:2531-2534; discussion 2531. doi: 10.1097/01.BRS.0000092382.80487.F0
62. Newton PO, Hahn GW, Fricka KB, Wenger DR (2002) Utility of three-dimensional and multiplanar reformatted computed tomography for evaluation of pediatric congenital spine abnormalities. *Spine* 27:844-850
63. Ruf M, Harms J (2002) Pedicle screws in 1- and 2-year-old children: technique, complications, and effect on further growth. *Spine (Phila Pa 1976)* 27:E460-466. doi: 10.1097/01.BRS.0000030203.48525.E3
64. Girardi FP, Boachie-Adjei O, Rawlins BA (2000) Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 25:691-695
65. Eggspuehler A, Sutter MA, Grob D, Jeszenszky D, Dvorak J (2007) Multimodal intraoperative monitoring during surgery of spinal deformities in 217 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S188-196. doi: 10.1007/s00586-007-0427-6

66. Metz LN, Burch S (2008) Computer-assisted surgical planning and image-guided surgical navigation in refractory adult scoliosis surgery: case report and review of the literature. *Spine* 33:E287-292. doi: 10.1097/BRS.0b013e31816d256e
67. Knutsson F (1961) Growth and differentiation of the postnatal vertebra. *Acta radiol* 55:401-408
68. Canadell J, Beguiristain JL, Gonzalez Iturri J, Reparaz B, Gili JR (1978) Some aspects of experimental scoliosis. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie* 93:75-85
69. Zhang H, Sucato DJ (2008) Unilateral pedicle screw epiphysiodesis of the neuro-central synchondrosis. Production of idiopathic-like scoliosis in an immature animal model. *J Bone Joint Surg Am* 90:2460-2469. doi: 90/11/2460 [pii] 10.2106/JBJS.G.01493
70. Swindle M (2007) Biology, Handling, Husbandry and Anatomy. In: Swindle M (ed) *Swine in the laboratory: surgery, anesthesia, imaging and experimental techniques*. CRC Press. pp. 1-13.
71. Fekete TF, Kleinstuck FS, Mannion AF, Kendik ZS, Jeszenszky DJ (2011) Prospective study of the effect of pedicle screw placement on development of the immature vertebra in an in vivo porcine model. *Eur Spine J* 20:1892-1898. doi: 10.1007/s00586-011-1889-0
72. Dath R, Ebinesan AD, Porter KM, Miles AW (2007) Anatomical measurements of porcine lumbar vertebrae. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 22:607-613. doi: S0268-0033(07)00032-0

73. Siebert E, Pruss H, Klingebiel R, Failli V, Einhaupl KM, Schwab JM (2009) Lumbar spinal stenosis: syndrome, diagnostics and treatment. *Nat Rev Neurol* 5:392-403. doi: nrneurol.2009.90/10.1038/nrneurol.2009.90
74. Karaharju E (1967) Deformation of vertebrae in experimental scoliosis. *Acta Orthop Scand Suppl.* 105.

8.2 Az értekezés alapjául szolgáló in extenso közlemények

1. Jeszenszky D, Fekete TF, Kleinstueck FS, Haschtmann D, Bogner L (2012) Fusionless posterior hemivertebra resection in a 2-year-old child with 16 years follow-up. *Eur Spine J* 21:1471-1476. doi: 10.1007/s00586-012-2152-z
2. Fekete TF, Kleinstuck FS, Mannion AF, Kendik ZS, Jeszenszky DJ (2011) Prospective study of the effect of pedicle screw placement on development of the immature vertebra in an in vivo porcine model. *Eur Spine J* 20:1892-1898. doi: 10.1007/s00586-011-1889-0
3. Jeszenszky D, Fekete TF, Lattig F, Bogner L (2010) Intraarticular atlantooccipital fusion for the treatment of traumatic occipitocervical dislocation in a child: a new technique for selective stabilization with nine years follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 35:E421-426. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c91fa1

8.3 További közlemények

4. Lattig F, Fekete TF, Grob D, Kleinstuck FS, Jeszenszky D, Mannion AF (2012) Lumbar facet joint effusion in MRI: a sign of instability in degenerative spondylolisthesis? *Eur Spine J* 21: 276-281. doi: 10.1007/s00586-011-1993-1

5. Kleinstueck FS, Fekete T, Jeszenszky D, Mannion AF, Grob D, Lattig F, Mutter U, Porchet F (2011) The outcome of decompression surgery for lumbar herniated disc is influenced by the level of concomitant preoperative low back pain. *Eur Spine J* 20:1166-1173. doi: 10.1007/s00586-010-1670-9
6. Porchet F, Lattig F, Grob D, Kleinstueck FS, Jeszenszky D, Paus C, O’Riordan D, Mannion AF (2010) Comparison of patient and surgeon ratings of outcome 12 months after spine surgery: presented at the 2009 Joint Spine Section Meeting. *Journal of neurosurgery Spine* 12:447-455. doi: 10.3171/2009.11.SPINE09526
7. Lattig F, Fekete TF, Jeszenszky D (2010) Management of fractures of the pedicle after instrumentation with transpedicular screws: A report of three patients. *J Bone Joint Surg Br* 92-B:98-102. doi: 92-B/1/98 [pii]
10.1302/0301-620X.92B1.22798
8. Jeszenszky D, Fekete TF (2010) Vertebral resection. In: Akbarnia BA, Yazici M, Thompson GH (eds) *The Growing Spine: Management of Spinal Disorders in Young Children*. Springer; 1st Edition (30.11.2010). pp. 431-440.
9. Grob D, Porchet F, Kleinstueck FS, Lattig F, Jeszenszky D, Luca A, Mutter U, Mannion AF (2010) A comparison of outcomes of cervical disc arthroplasty and fusion in everyday clinical practice: surgical and methodological aspects. *Eur Spine J* 19:297-306. doi: 10.1007/s00586-009-1194-3
10. Porchet F, Bartanusz V, Kleinstueck FS, Lattig F, Jeszenszky D, Grob D, Mannion AF (2009) Microdiscectomy compared with standard discectomy: an old problem revisited with new outcome measures within the framework of a spine surgical registry. *Eur Spine J* 18 Suppl 3:360-366. doi: 10.1007/s00586-009-0917-9

11. Mannion AF, Porchet F, Kleinstück FS, Lattig F, Jeszenszky D, Bartanusz V, Dvorak J, Grob D (2009) The quality of spine surgery from the patient's perspective: Part 2. Minimal clinically important difference for improvement and deterioration as measured with the Core Outcome Measures Index. *Eur Spine J* 18:374-379. doi: 10.1007/s00586-009-0931-y
12. Mannion AF, Porchet F, Kleinstück FS, Lattig F, Jeszenszky D, Bartanusz V, Dvorak J, Grob D (2009) The quality of spine surgery from the patient's perspective. Part 1: The Core Outcome Measures Index in clinical practice. *Eur Spine J* 18:367-373. doi: 10.1007/s00586-009-0942-8
13. Lattig F, Grob D, Kleinstueck FS, Porchet F, Jeszenszky D, Bartanusz V, O'Riordan D, Mannion AF (2009) Ratings of global outcome at the first post-operative assessment after spinal surgery: how often do the surgeon and patient agree? *Eur Spine J* 18:386-394. doi: 10.1007/s00586-009-1028-3
14. Kleinstuck FS, Grob D, Lattig F, Bartanusz V, Porchet F, Jeszenszky D, O'Riordan D, Mannion AF (2009) The influence of preoperative back pain on the outcome of lumbar decompression surgery. *Spine* 34:1198-1203. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819fcf35
15. Grob D, Bartanusz V, Jeszenszky D, Kleinstuck FS, Lattig F, O'Riordan D, Mannion AF (2009) A prospective, cohort study comparing translaminar screw fixation with transforaminal lumbar interbody fusion and pedicle screw fixation for fusion of the degenerative lumbar spine. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 91:1347-1353. doi: 10.1302/0301-620X.91B10.22195

16. Sutter MA, Eggspuehler A, Grob D, Porchet F, Jeszenszky D, Dvorak J (2007) Multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during 409 lumbosacral surgical procedures in 409 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S221-228. doi: 10.1007/s00586-007-0432-9
17. Sutter M, Eggspuehler A, Grob D, Jeszenszky D, Benini A, Porchet F, Mueller A, Dvorak J (2007) The validity of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) in surgery of 109 spine and spinal cord tumors. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S197-208. doi: 10.1007/s00586-007-0422-y
18. Sutter M, Eggspuehler A, Grob D, Jeszenszky D, Benini A, Porchet F, Mueller A, Dvorak J (2007) The diagnostic value of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during spine surgery: a prospective study of 1,017 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S162-170. doi: 10.1007/s00586-007-0418-7
19. Jeszenszky D, Lattig F (2007) Therapiemöglichkeiten aus wirbelsäulenchirurgischer Sicht. In: Mohnike K, Klingebiel KH, Freisinger P, Jeszenszky D (eds) *Diastrophe Dysplasie und Spondyloepiphysäre Dysplasie: Diagnostik, Betreuung und Langzeitkonsequenzen*. ABW Wissenschaftsverlag. pp. 73-93.
20. Jeszenszky D, Fekete TF, Melcher R, Harms J (2007) C2 prosthesis: anterior upper cervical fixation device to reconstruct the second cervical vertebra. *Eur Spine J*:1695-1700
21. Eggspuehler A, Sutter MA, Grob D, Porchet F, Jeszenszky D, Dvorak J (2007) Multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during surgical decompression of thoracic spinal stenosis in 36 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S216-220. doi: 10.1007/s00586-007-0425-8

22. Eggspuehler A, Sutter MA, Grob D, Jeszenszky D, Porchet F, Dvorak J (2007) Multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during cervical spine surgical procedures in 246 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S209-215. doi: 10.1007/s00586-007-0424-9
23. Eggspuehler A, Sutter MA, Grob D, Jeszenszky D, Dvorak J (2007) Multimodal intraoperative monitoring during surgery of spinal deformities in 217 patients. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S188-196. doi: 10.1007/s00586-007-0427-6
24. Ruf M, Jensen R, Jeszenszky D, Merk H, Harms J (2006) [Hemivertebra resection in congenital scoliosis -- early correction in young children]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 144:74-79
25. Weisskopf M, Naeve D, Ruf M, Harms J, Jeszenszky D (2005) Therapeutic options and results following fixed atlantoaxial rotatory dislocations. *Eur Spine J* 14:61-68
26. Jeszenszky D (2005) A gerincdeformitások műtéti kezelése neuromusculáris betegségekben. *Gyermekgyógyászat* 5:523-531
27. Jenni L, Jeszenszky D (2004) Aplasie des Atlasbogens. *Swiss Med Forum*:288
28. Knöller S, Jeszenszky D, Willms R, Harms J (1999) [Transaxial spongiosa-plasty and ventral, temporary atlanto-axial fixation for therapy of dens pseudarthrosis]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 137:232-235. doi: 10.1055/s-2008-1037399
29. Betz RR, Harms J, Clements DH, 3rd, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Beele B (1999) Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 24:225-239

30. Berlemann U, Jeszenszky DJ, Buhler DW, Harms J (1999) The role of lumbar lordosis, vertebral end-plate inclination, disc height, and facet orientation in degenerative spondylolisthesis. *J Spinal Disord* 12:68-73
31. Berlemann U, Jeszenszky DJ, Buhler DW, Harms J (1999) Mechanisms of retrolisthesis in the lower lumbar spine. A radiographic study. *Acta Orthop Belg* 65:472-477
32. Jeszenszky D (1998) A felnőttkori gerincbetegségek orthopédsebészeti vonatkozásai. In: Udvarhelyi I (ed) *Fejezetek a felnőttkori orthopédia gyakorlatából*. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest. pp. 182-223.
33. Harms J, Jeszenszky D (1998) Die posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion in unilateraler transforaminaler Technik. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 10:90-102
34. Berlemann U, Jeszenszky DJ, Buhler DW, Harms J (1998) Facet joint remodeling in degenerative spondylolisthesis: an investigation of joint orientation and tropism. *Eur Spine J* 7:376-380
35. Harms J, Jeszenszky D, Stoltze D, Böhm H (1997) True spondylolisthesis reduction and monosegmental fusion in spondylolisthesis. In: Bridwell K, DeWald RL (eds) *The textbook of spine surgery*. Lippincott-Raven, Philadelphia.
36. Harms J, Jeszenszky D, Beele B (1997) Ventral correction of thoracic scoliosis. In: Bridwell K, DeWald RL (eds) *The textbook of spine surgery*. Lippincott-Raven, Philadelphia. pp. 611-626.

37. Harms J, Jeszenszky D, Stoltze D (1996) Die operative Behandlung der degenerativen Lumbalskoliose: Dekompression alleine oder Dekompression mit Fusion. In: Matzen KA (ed) Chronischer Kreuzschmerz alter Menschen. Zuckschwerdt Verl.
38. Harms J, Jeszenszky D (1996) Die operative Behandlung der degenerativen Lumbalskoliose: Biomechanische, pathomechanische und operative Überlegungen. In: Matzen KA (ed) Chronischer Kreuzschmerz alter Menschen. Zuckschwerdt Verl., München-Bern-Wien-New York. pp. 36-53.
39. Harms J, Beele B, Böhm H, Jeszenszky D, Stoltze D (1996) Lumbosacral fusion with Harms instrumentation. In: Margulies JY (ed) Lumbosacral and spinopelvic fixation. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. pp. 529-538.
40. Jeszenszky D, Harms J, Schmelzle R (1995) Der transorale Zugang zum kraniozervikalen Übergang. In: Steudel WI (ed) Transfaziale Zugänge zur Schädelbasis. Einhorn Presse Verlag.
41. Halm H, Liljenqvist U, Steinbeck J, Jeszenszky D (1995) Lumbosacral fracture dislocation in a lumberjack. Eur Spine J 4:354-356
42. Halm H, Hoffstetter I, Jeszenszky D (1995) Traumatische Epiphysiolyse des Dens axis im Frühkindesalter. Medizin im Bild 8:73-77
43. László G, Jeszenszky D (1988) Gázödéma-fertőzés veszélye érbetegség miatt végzett alsóvégtag amputációk után. Magyar Seb 41:53-56

9. TÁRGYSZAVAK

Magyar nyelven: transzpedikuláris csavar – sertés modell – csigolya fejlődés – „early onset” gerincdeformitás (EOS, EOSD) – gerinccsatorna morfológia

Angol nyelven: pedicle screw – porcine model – vertebra development – Early Onset Spinal Deformity (EOS, EOSD) – spinal canal morphology

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálasan köszönöm témavezetőmnek, Prof. Dr. Bognár Lászlónak a tudományos munkában nyújtott együttműködését. Külön megköszönöm bátorító, újra és újra erőt adó szavait, segítőkészségét és konstruktív hozzáállását.

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Veres Róbertnek, aki szintén töretlenül bátorított és ezzel hozzásegített ezt a munkát feldolgozni és befejezni.

Hálás köszönettel tartozom a Budapesti Szent István Egyetem Állatorvosi Karának, a kísérleti és sebészeti tevékenységek professzionális kivitelezésében és tudományos együttműködésében a következő kollégáknak:

Dr. Fenyves Béla

Dr. Kendik Zsolt

Dr. Lukács Zoltán

Dr. Szieberth Ágnes

Dr. Zelei Krisztina

Köszönet illeti az Idegsebészeti Klinika dolgozóit, akik munkámban segítségemre voltak, személyesen kiemelve Csatóry Csilla és Cseke Georgina titkárnőket.

Továbbá köszönetemet fejezem ki az alább felsorolt személyeknek a közlemények elkészítésében nyújtott segítségért:

Prof. Dr. Dvorak Jiri

Dr. Eggspühler Andreas

Dr. Fekete Tamás Fülöp

Prof. Dr. Grob Dieter

Prof. Dr. Harms Jürgen

Dr. Haschtmann Daniel

Dr. Jensen Rubens

Dr. Kleinstück Frank

Dr. Lattig Friederike

PhD. Mannion Anne

O’Riordan David

PD. Dr. Ruf Michael

Dr. Sutter Martin

Legvégül a legnagyobb köszönettel tartozom a családomnak, szüleimnek, feleségemnek és lányomnak a pályafutásom során elért sikerekért és azért, hogy nagyon nagy türelemmel és szeretettel voltak irányomban. Enélkül nem lettem volna képes ebben a sok kihívással teli szakmában eljutni arra a szintre ahová eljutottam.

Jeszenszky Dezső János

11. FÜGGELÉK

- PuLi igazolás.
- Az értekezés alapjául szolgáló in extenso közlemények.
- További közlemények.

Iktatószám: DEENKÉTK/151/2013.

Tételszám:

Tárgy: Ph.D. publikációs lista

Jelölt: Jeszenszky Dezső

Neptun kód: ES3RUT

Doktori Iskola: Idegtudományi Doktori Iskola

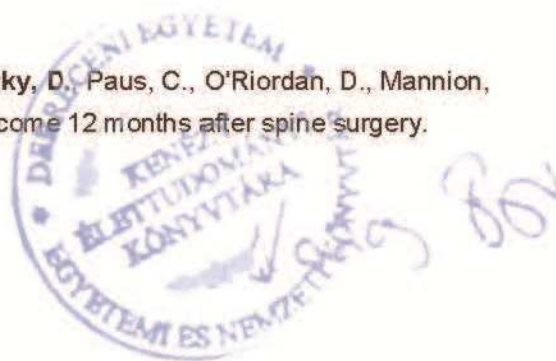
A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Jeszenszky, D.**, Fekete, T.F., Kleinstueck, F.S., Haschtmann, D., Bognár, L.: Fusionless posterior hemivertebra resection in a 2-year-old child with 16?years follow-up.
Eur. Spine J. 65 (1-2), 17-24, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-012-2152-z>
IF:1.965 (2011)
2. Fekete, T.F., Kleinstück, F.S., Mannion, A.F., Kendik, Z.S., **Jeszenszky, D.**: Prospective study of the effect of pedicle screw placement on development of the immature vertebra in an in vivo porcine model.
Eur. Spine J. 20 (11), 1892-1898, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-011-1889-0>
IF:1.965
3. **Jeszenszky, D.**, Fekete, T.F., Lattig, F., Bognár, L.: Intraarticular Atlantooccipital Fusion for the Treatment of Traumatic Occipitocervical Dislocation in a Child.
Spine. 35 (10), E421-E426, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181c91fa1>
IF:2.51



További Közlemények

4. Lattig, F., Fekete, T.F., Grob, D., Kleinstück, F.S., **Jeszenszky, D.**, Mannion, A.F.: Lumbar facet joint effusion in MRI: A sign of instability in degenerative spondylolisthesis?
Eur. Spine J. 21 (2), 276-281, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-011-1993-1>
IF:1.965 (2011)
5. Kleinstueck, F.S., Fekete, T., **Jeszenszky, D.**, Mannion, A.F., Grob, D., Lattig, F., Mutter, U., Porchet, F.: The outcome of decompression surgery for lumbar herniated disc is influenced by the level of concomitant preoperative low back pain.
Eur. Spine J. 20 (7), 1166-1173, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-010-1670-9>
IF:1.965
6. Grob, D., Porchet, F., Kleinstück, F.S., Lattig, F., **Jeszenszky, D.**, Luca, A., Mutter, U., Mannion, A.F.: A comparison of outcomes of cervical disc arthroplasty and fusion in everyday clinical practice: Surgical and methodological aspects.
Eur. Spine J. 19 (2), 297-306, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-1194-3>
IF:1.994
7. **Jeszenszky, D.**, Fekete, T.F.: Vertebral Resection.
In: The Growing Spine : Management of Spinal Disorders in Young Children. Ed.: B. A. Akbarnia, M. Yazici, G. H. Thompson, Springer, Berlin, 423-432, 2010.
8. Lattig, F., Fekete, T.F., **Jeszenszky, D.**: Management of fractures of the pedicle after instrumentation with transpedicular screws: A report of three patients.
J. Bone Joint Surg.-Br. Vol. 92-B (1), 98-102, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.92B1.22798>
IF:2.351
9. Porchet, F., Lattig, F., Grob, D., Kleinstueck, F.S., **Jeszenszky, D.**, Paus, C., O'Riordan, D., Mannion, A.F.: Comparison of patient and surgeon ratings of outcome 12 months after spine surgery.
J. Neurosurg.-Spine. 12 (5), 447-455, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3171/2009.11.SPINE09526>
IF:1.594



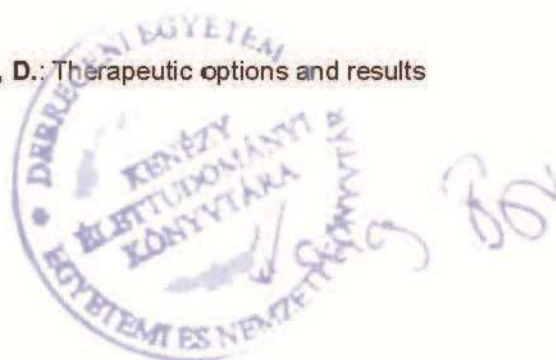
10. Grob, D., Bartanusz, V., **Jeszenszky, D.**, Kleinstück, F.S., Lattig, F., O'Riordan, D., Mannion, A.F.: A prospective, cohort study comparing translaminar screw fixation with transforaminal lumbar interbody fusion and pedicle screw fixation for fusion of the degenerative lumbar spine. *J. Bone Joint Surg.-Br. Vol. 91-B* (10), 1347-1353, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.91B10.22195>
IF:2.655
11. Kleinstück, F.S., Grob, D., Lattig, F., Bartanusz, V., Porchet, F., **Jeszenszky, D.**, O'Riordan, D., Mannion, A.F.: The Influence of Preoperative Back Pain on the Outcome of Lumbar Decompression Surgery. *Spine. 34* (11), 1198-1203, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e31819fcf35>
IF:2.624
12. Lattig, F., Grob, D., Kleinstueck, F.S., Porchet, F., **Jeszenszky, D.**, Bartanusz, V., O'Riordan, D., Mannion, A.F.: Ratings of global outcome at the first post-operative assessment after spinal surgery: How often do the surgeon and patient agree? *Eur. Spine J. 18* (S3), 386-394, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-1028-3>
IF:1.956
13. Mannion, A.F., Porchet, F., Kleinstück, F.S., Lattig, F., **Jeszenszky, D.**, Bartanusz, V., Dvorak, J., Grob, D.: The quality of spine surgery from the patient's perspective: Part 2. Minimal clinically important difference for improvement and deterioration as measured with the Core Outcome Measures Index. *Eur. Spine J. 18* (S3), 374-379, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-0931-y>
IF:1.956
14. Mannion, A.F., Porchet, F., Kleinstück, F.S., Lattig, F., **Jeszenszky, D.**, Bartanusz, V., Dvorak, J., Grob, D.: The quality of spine surgery from the patient's perspective: Part 1: The Core Outcome Measures Index in clinical practice. *Eur. Spine J. 18* (S3), 367-373, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-0942-8>
IF:1.956



15. Porchet, F., Bartanusz, V., Kleinstueck, F.S., Lattig, F., **Jeszenszky, D.**, Grob, D., Mannion, A.F.: Microdiscectomy compared with standard discectomy: An old problem revisited with new outcome measures within the framework of a spine surgical registry.
Eur. Spine J. 18 (S3), 360-366, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-0917-9>
IF:1.956
16. Knöller, S., **Jeszenszky, D.**, Willms, R., Harms, J.: Transaxiale Spongiosaplastik und ventrale, temporäre atlantoaxiale Fixation zur Therapie der Denspseudarthrose = [Transaxial spongiosa-plasty and ventral, temporary atlanto-axial fixation for therapy of dens pseudarthrosis].
Z Orthop Unfall. 137 (3), 232-235, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1037399>
IF:0.178
17. Eggspuehler, A., Sutter, M.A., Grob, D., **Jeszenszky, D.**, Dvorak, J.: Multimodal intraoperative monitoring during surgery of spinal deformities in 217 patients.
Eur. Spine J. 16 (S2), 188-196, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0427-6>
IF:2.021
18. Eggspuehler, A., Sutter, M.A., Grob, D., Porchet, F., **Jeszenszky, D.**, Dvorak, J.: Multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during surgical decompression of thoracic spinal stenosis in 36 patients.
Eur. Spine J. 16 (S2), 216-220, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0425-8>
IF:2.021
19. Eggspuehler, A., Sutter, M.A., Grob, D., **Jeszenszky, D.**, Porchet, F., Dvorak, J.: Multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during cervical spine surgical procedures in 246 patients.
Eur. Spine J. 16 (S2), 209-215, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0424-9>
IF:2.021
20. **Jeszenszky, D.**, Fekete, T.F., Melcher, R., Harms, J.: C2 prosthesis: Anterior upper cervical fixation device to reconstruct the second cervical vertebra.
Eur. Spine J. 16 (10), 1695-1700, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0435-6>
IF:2.021



21. **Jeszenszky, D.**, Lattig, F.: Therapiemöglichkeiten aus wirbelsäulenchirurgischer Sicht.
In: Diastrophe Dysplasie und Spondyloepiphysäre Dysplasie : Diagnostik, Betreuung und
Langzeitkonsequenzen. Ed.: K. Mohnike, et al, ABW Wissenschaftsverlag, Berlin, 73-93, 2007.
22. Sutter, M., Eggspuehler, A., Grob, D., **Jeszenszky, D.**, Benini, A., Porchet, F., Mueller, A., Dvorak,
J.: The validity of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) in surgery of 109 spine and
spinal cord tumors.
Eur. Spine J. 16 (S2), 197-208, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0422-y>
IF:2.021
23. Sutter, M.A., Eggspuehler, A., Grob, D., Porchet, F., **Jeszenszky, D.**, Dvorak, J.: Multimodal
intraoperative monitoring (MIOM) during 409 lumbosacral surgical procedures in 409 patients.
Eur. Spine J. 16 (S2), 221-228, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0432-9>
IF:2.021
24. Sutter, M., Eggspuehler, A., Grob, D., **Jeszenszky, D.**, Benini, A., Porchet, F., Mueller, A., Dvorak,
J.: The diagnostic value of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during spine surgery: A
prospective study of 1,017 patients.
Eur. Spine J. 16 (S2), 162-170, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0418-7>
IF:2.021
25. Ruf, M., Jensen, R., **Jeszenszky, D.**, Merk, H., Harms, J.: [Hemivertebra resection in congenital
scoliosis: Halbwirbel-Resektion bei kongenitaler Skoliose : Frühzeitige Korrektur im Kindesalter.
Z. Orthop. Grenzg. 144 (1), 74-79, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-921417>
IF:0.63
26. **Jeszenszky D.**: A gerincdeformitások műtéti kezelése neuromuscularis betegségekben.
Gyermekgyógyászat. 56 (5), 523-531, 2005.
27. Weisskopf, M., Naeve, D., Ruf, M., Harms, J., **Jeszenszky, D.**: Therapeutic options and results
following fixed atlantoaxial rotatory dislocations.
Eur. Spine J. 14 (1), 61-68, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-004-0772-7>
IF:1.763



28. Jenni, L., **Jeszenszky, D.**: Aplasie des Atlasbogens.
Swiss Med. Forum. 4, 288, 2004.
29. Berlemann, U., **Jeszenszky, D.**, Bühler, D.W., Harms, J.: Mechanisms of retrolisthesis in the lower lumbar spine: A radiographic study.
Acta Orthop. Belg. 65 (4), 472-477, 1999.
30. Berlemann, U., **Jeszenszky, D.**, Bühler, D.W., Harms, J.: The role of lumbar lordosis, vertebral end-plate inclination, disc height, and facet orientation in degenerative spondylolisthesis.
J. Spinal Disord. 12 (1), 68-73, 1999.
IF:0.757
31. Betz, R.R., Harms, J., Clements, D.H., Lenke, L.G., Lowe, T.G., Shufflebarger, H.L., **Jeszenszky, D.**, Beele, B.: Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis.
Spine. 24 (3), 225-239, 1999.
IF:1.819
32. Berlemann, U., **Jeszenszky, D.**, Bühler, D.W., Harms, J.: Facet joint remodeling in degenerative spondylolisthesis: An investigation of joint orientation and tropism.
Eur. Spine J. 7 (5), 376-380, 1998.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s005860050093>
33. Harms, J.G., **Jeszenszky, D.**: Die posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion in unilateraler transforaminaler Technik.
Orthop Traumatol. 10 (2), 90-102, 1998.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00064-006-0112-7>
34. **Jeszenszky D.**: A felnőttkori gerincbetegségek orthopédsebészeti vonatkozásai.
In: Fejezetek a felnőttkori orthopédia gyakorlatából. Szerk.: Udvarhelyi Iván, Medicina Könyvkiadó RT, Budapest, 182-223, 1998.
35. Harms, J., **Jeszenszky, D.**, Beele, B.: Ventral Correction of Thoracic Scoliosis.
In: The Textbook of Spinal Surgery. Ed.: K.H. Bridwell; R.L. DeWald, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia-New York, 611-626, 1997.
36. Harms, J., **Jeszenszky, D.**, Stoltze, D., Böhm, H.: True Spondylolisthesis Reduction and Monosegmental Fusion in Spondylolisthesis.
In: The Textbook of Spinal Surgery (Second edition, Vol.2). Ed.: K. H. Bridwell; R. L. DeWald, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia-New York, 1337-1347, 1997.

37. Harms, J., Beele, B.A., Böhm, H., **Jeszensky, D.J.**, Stoltze, D.: Lumbosacral Fusion with Harms Instrumentation.
In: Lumbosacral and Spinopelvic Fixation. Ed.: Joseph Y. Margulies, et al, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 529-538, 1996.
38. Harms, J., **Jeszenszky, D.**: Die operative Behandlung der degenerativen Lumbalskoliose: Biomechanische, pathomechanische und operative Überlegungen.
In: Chronischer Kreuzschmerz alter Menschen. Hrsg.: K. A. Matzen, W. Zuckschwerdt, Verlag, München-Bern-Wien-New York, 36-53, 1996.
39. Harms, J., **Jeszenszky, D.**, Stoltze, D.: Die operative Behandlung der degenerativen Lumbalskoliose: Dekompression alleine oder Dekompression mit Fusion.
In: Chronischer Kreuzschmerz alter Menschen. Hrsg.: K. A. Matzen, W. Zuckschwerdt, Verlag, München-Bern-Wien-New York, 73-83, 1996.
40. Halm, H., Liljenqvist, U., Steinbeck, J., **Jeszenszky, D.**: Lumbosacral fracture dislocation in a lumberjack.
Eur. Spine J. 4 (6), 354-356, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00300296>
41. Halm, H., Hoffstetter, I., **Jeszenszky, D.**: Traumatische Epiphysiolyse des Dens axis im Frühkindesalter.
Medizin im Bild 8 (9), 73-77, 1995.
42. **Jeszenszky, D.J.**, Harms, J., Schmelzle, R.: Der transorale Zugang zum kraniozervikalen Übergang.
In: Transfaziale Zugänge zur Schädelbasis. Hrsg.: W-I. Steudel, Presse Verlag transfaziale, Einhorn, 86-92, 1995.
43. László G., **Jeszenszky D.**: Gázödéma-fertőzés veszélye érbetegség miatt végzett alsóvégtag amputációk után.
Magyar Seb. 41, 53-56, 1988.



Összesített impakt faktor: 48.706

Összesített impakt faktor: (értekezés alapjául szolgáló közlemények esetén): 6.44

A DEENK Kenézy Élettudományi Könyvtár a Jelölt által a Publikációs Adatbázisba feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2013.04.25

