

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Csigolyarotációk és műtéti hatékonyság 3D rekonstrukció alapú vizsgálata serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben

Dr. József Kristóf

Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Ortopédiai
Klinika
Országos Gerincgyógyászati Központ

Dr. Tunyogi Csapó Miklós

témavezető
Országos Gerincgyógyászati Központ

Dr. Schlégl Ádám Tibor

témavezető
Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Ortopédiai
Klinika

Prof. Dr. Than Péter

programvezető
Mozgásszervi Klinikai Tudományok Doktori Program

Prof. Dr. Bogár Lajos

Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola vezető

Pécsi Tudományegyetem, OGYDTH

Pécs

2022

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
Célkitűzés	2
Vizsgált populáció és módszer.....	3
Eredmények	6
Megbeszélés	8
Axiális csigolyarotációk vizsgálata 3D módszerrel	8
Műteti hatékonyság vizsgálata 3D módszerrel.....	10
Összefoglalás	12
Az értekezés új eredményei és megállapításai	12
A dolgozat alapjául szolgáló publikációk	14
Tudományos közlemények.....	14
Konferencia előadások	14
Egyéb publikációk	15
Folyóiratokban	15
Konferencia előadások	15
Köszönetnyilvánítás	18

Bevezetés

A serdülőkori idiopátiás gerincferdülés egy 10 éves életkor után kialakuló deformitás, melyet a gerinc strukturális, oldalirányú, axiális rotációval járó görbülete jellemez. Az elváltozások diagnosztikájában – az anamnézis és a fizikális vizsgálat mellett – központi szerepet játszanak a radiológia képalkotó módszerek. A teljes gerinc hagyományos kétirányú röntgen vizsgálata mellett az utóbbi évtizedben megjelentek a kétsíkú röntgentechnikák. Ezek segítségével alacsony sugárterhelés mellett, 3D rekonstrukciós lehetőséggel, relatíve pontos információt kaphatunk a gerincdeformitás axiális síkjáról is. Az így nyert gerincrotációs paraméterek közül kiemelkedik az apikális csigolya axiális rotációja (apicalAVR), amely a vizsgálatok többségében az axiális sík egyedüli meghatározó paramétere.

A műtéti eredményesség meghatározásában legjelentősebb a koronális síkú korrekciós hatékonyság felmérése, amely során a műtéttel elért Cobb-fok csökkenést adjuk meg a műtét előtti Cobb-fok százalékában. A korrekció mértékét számos faktor befolyásolhatja (pl.: gerinc mobilitás, oszteotómiák, csavarok száma), amelyek figyelembevételével 63-83 % közötti átlagos koronális korrekciós hatékonyság található a szakirodalomban.

Az axiális síkban történő korrekció szintén kiemelt fontosságú, hiszen a műtétet követő esetleges nagymértékű reziduális borda deformitás jelentős hatással van a posztoperatív életminőségre.

Célkitűzés

A vizsgálat alapvető célja volt, hogy a serdülőkori idiopátiás gerincferdülés fő és kiegészítő görbületeiben meghatározzuk az axiális csigolyarotációkat (AVR) EOS 2D/3D röntgentechnika segítségével, majd meghatározzuk, hogy az apikális csigolya hogyan viszonyul a maximálisan rotálódó csigolyához (maxAVR). A maxAVR és az apicalAVR paraméterek statisztikai összevetését terveztük a különböző súlyossági csoportokban és Lenke klasszifikációs csoportokban.

Másodlagos célként tűztük ki a kutatócsoportunk által végzett gerinckorrekciós műtétek háromdimenziós hatékonyságának meghatározását EOS 2D/3D képalkotás segítségével serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben. További célunk volt a páciens életkorának befolyásoló szerepének vizsgálata a korrekciós hatékonyságra. A fenti kérdések vizsgálata során kiemelt figyelmet fordítottunk a klinikai relevanciával bíró eltérésekre.

Vizsgált populáció és módszer

A vizsgálatunk retrospektív részében az intézményi etikai engedélyezést követően (ügyiratszám: 7605 – PTE 2019) áttekintettük a PTE Ortopédiai Klinika 2007-2018 közötti rutin betegellátása során készült 9872 db EOS 2D/3D (EOS Imaging, Paris, France) felvételt. Kiválogattuk azokat az eseteket, ahol serdülőkori idiopátiás gerincferdülés igazolódott. Azokat a betegeket kizártuk a vizsgálatból, akiknél ismert eredetű volt gerincferdülésük, 10 éves kor előtt alakult ki gerincgörbületük, vagy történt megelőző gerincműtét, illetve volt társuló mozgásszervi megbetegedésük. Emellett kizártunk minden olyan páciens, ahol a képalkotó vizsgálat nem a standard pozícióban történt, ami torzíthatta a gerincrotációs méréseket. A betegpopuláció 267 leányt és 65 fiút számlált, a Cobb-fok 10-122 között átlagosan $37,7^\circ$ volt, amely felöleli a legenyhébbtől az egészen súlyos deformitással rendelkező eseteket is.

A vizsgálatunk második részében prospektív betegregisztert hoztunk létre. A regiszterbe beválasztottunk minden olyan páciens, akiknél műtéti indikációt elérő serdülőkori idiopátiás gerincferdülés igazolódott. Azokat a betegeket kizártuk a vizsgálatból, akiknél ismert eredetű volt gerincferdülésük, 10 éves kor előtt alakult ki gerincgörbületük, nem volt műtéti indikáció vagy történt megelőző gerincműtét, illetve volt társuló mozgásszervi megbetegedésük. Emellett kizártunk a vizsgálatból azon pácienseket, akiknél nem történt műtét előtti vagy közvetlen műtét utáni EOS 2D/3D képalkotás. A preoperatív EOS röntgenek átlagosan a műtétet megelőzően 2 hónappal készültek, míg a műtét utáni képalkotás a posztoperatív 5. napon történtek.

A beválasztott 23 beteg gerinc korrekciós műtétje 2019-2020 folyamán történt meg. Átlagéletkoruk 17,2 év volt a műtét napján. 12 páciens volt 17 év alatti, 11 fő töltötte már be a 17. életévét. A betegpopuláció 20 leányt és 3 fiút számlált, görbületi súlyosságuk átlagosan 55 Cobb-fok volt.

Korrekciós műtét

Vizsgálatunk prospektív szakaszában, a műtéti indikációt elérő pácienseink esetén az arany standardnak számító transzpedicularis csavarozást követő spondylodesis történt. A korrekciós manőverek betegspecifikusan magukba foglalták a rúd derotáció, transláció-disztrakció, kompresszió, in situ rúdhajlítás, direkt csigolya derotációs alapelveket szükség esetén osteotomiákkal kiegészítve. Minden alkalommal a konkáv

oldalon króm-kobalt ötvözetű, míg a konvex oldalon titán rúd implantátumot használtunk. A műtéti idő átlagosan 436 ± 124 perc volt, a vérvesztés 1437 ± 597 ml.

EOS 2D/3D képalkotás

Klinikánkon a rutin diagnosztika része volt az EOS 2D/3D képalkotás, amely során álló testhelyzetű, alacsony sugárterheléssel járó, 3D rekonstrukcióra alkalmas vizsgálatot lehet végezni. A vizsgálat minden esetben speciális „knuckles on clavicles” pozícióban történt, kilépés nélkül, hogy lehetőség legyen a pontos 3D gerinc rekonstrukciókra.

A röntgenképek alapján teljes gerinc 3D rekonstrukció készült a stereEOS szoftver (V1.4.4.5297, EOS Imaging Ltd, Párizs, Franciaország) segítségével, amely minden háti és ágyéki csigolya kontúrájához igazodik. A 3D rekonstrukció során anatómiai referenciapontok alapján (pl.: sacrum plató) egy kezdeti modell keletkezik, amit egy operátor tökéletesít az adott páciens tényleges csontmorfológiájának megfelelően. Az így létrejött 3D modell alapján számított mérőszámok megbízhatósága CT vizsgálatokkal összevetve is bizonyított.

A 3D modell alapján a stereEOS szoftver automatikusan kiszámítottuk a következő gerinc paramétereket:

- Cobb-fok
- Th.I-Th.XII. kifózis,
- Th.IV-Th.XII. kifózis,
- L.I-L.V. lordózis
- L.I-S.I. lordózis
- Axiális csigolyarotáció (AVR) a Th.I-L.V. csigolyákra
- A gerincferdülésben résztvevő végcsigolyák
- A gerincferdülés apikális csigolyája.

A Cobb-fokot és az AVR értékeket – a görbület és a rotáció irányától függően – a szoftver pozitív és negatív tartományban is számította, ezért ezen paraméterek abszolút értékét használtuk a későbbi számításokhoz. Az apikális csigolyát a stereEOS szoftver automatikusan azonosítja a főgörbületben, a minor görbületben manuálisan határoztuk meg. Az axiális csigolyarotációs adatsorból meghatároztuk a maximálisan rotálódó

csigolyát (maxAVR), amelyet viszonyítottunk a korábban meghatározott apikális csigolyához (apicalAVR).

Statisztikai analízis

A statisztikai analízist SPSS v.23 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) szoftverrel végeztük.

A demográfiai adatok mellett a csigolyák egymástól való távolságát leíró statisztikákkal vizsgáltuk. A statisztikai analízis során Shapiro-Wilk tesztet használtunk a normál eloszlás vizsgálatához. Wilcoxon-féle rangösszegtesztet használtunk az apicalAVR és a maxAVR értékeinek összehasonlításához. Lineáris regresszió analízist használtunk az apicalAVR és maxAVR Cobb-fokkal való viszonyának tisztázásához. Páros mintás t-próbával, illetve Wilcoxon-féle rangösszegteszttel vizsgáltuk a műtét előtti és utáni adatsorok közti különbséget. Eredményeinket szignifikánsnak tekintettük $p < 0,05$ értékeknél.

Eredmények

Axiális csigolyarotációk vizsgálata 3D módszerrel

Vizsgálatunk retrospektív részében az apikális csigolya rotációt viszonyítottuk a maximálisan rotálódó csigolyához. A 332 feldolgozott esetből 198 páciensnél (59,6%) a főgörbületekben nem az apikális csigolyánál mértünk maximális rotációt. A kiegészítő görbületek tekintetében – Lenke 2, 3, 4, 6 pácienseinknél – 102 esetből 69 esetben (67,6%) tapasztaltunk eltérést az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya között. Az apicalAVR és maxAVR paraméterek közti különbséget az 1. táblázatban tüntettük fel.

maxAVR- apicalAVR különbség	megegyezik	0-3°	3-5°	5-10°	>10°	Összesen
Főgörbület	134	124	39	30	5	332
Kiegészítő görbület	34	43	16	8	1	102

1. táblázat — Az apicalAVR és maxAVR értékek közti különbségek a főgörbületekben, illetve a kiegészítő görbületekben

A főgörbületekben mért apicalAVR átlagos értéke $12,53 \pm 9,15$ fok volt, amivel szemben a maxAVR tekintetében átlagosan $14,33 \pm 9,68$ fokot mértünk ($p < 0,001$). A maximálisan rotálódó csigolya esetlegesen 1-2 szinttel tért el az apikális csigolyától, ezek arányát a teljes betegpopuláción belül és a rotációs paraméterek különbségét a 2. táblázatban tüntettük fel.

Távolság az apikális csigolyától	Esetszám	apicalAVR	maxAVR	p-érték
azonos	134	$14,94 \pm 10,17^\circ$	$14,94 \pm 10,17^\circ$	-
1	182	$10,89 \pm 8,16^\circ$	$13,91 \pm 9,59^\circ$	$<0,001^*$
2	16	$10,87 \pm 6,24^\circ$	$14,23 \pm 6,16^\circ$	$<0,001^*$
Összesen	332	$12,53 \pm 9,15^\circ$	$14,33 \pm 9,68^\circ$	$<0,001^*$

2. táblázat — A maximálisan rotálódó csigolya távolsága az apikális csigolyától a főgörbületekben (Átlag \pm szórás). A p-értékek Wilcoxon-féle rangösszegteszt eredményei, $p < 0,05$ értékeket tekintettünk szignifikánsnak, amelyeket csillaggal (*) jelöltünk.

A maximális thoracalis csigolyarotáció (Lenke 1, 2, 3 és 4 görbületekben) a Th.IV. és Th.XI. csigolyák közé estek átlagosan $14,75 \pm 11,12^\circ$ -os értékkel. A maximális

thoracolumbalis/lumbalis csigolyarotáció (Lenke 4, 5 és 6 görbületekben) a Th.XII. és L.IV. csigolyák magasságában átlagosan $13,72 \pm 7,16^\circ$ -os mértékű volt.

Az apicalAVR és maxAVR paraméterek egyaránt szignifikáns különbséget mutattak az enyhétől a súlyos fokú gerincferdüléssel betegecsoportokban, illetve a különböző Lenke főcsoportokban. Akár az apikális csigolyát, akár a maximálisan rotálódó csigolyát vizsgáljuk, az egyre súlyosbodó betegcsoportokban egyre magasabbak axiális rotációs értékek (mindkét $p < 0,001$ lineáris regresszió analízissel vizsgálva; $\text{Beta}_1 = 0,663$; $\text{Beta}_2 = 0,685$). A strukturális kiegészítő görbületek esetén az apicalAVR értékét átlagosan $9,29 \pm 6,95^\circ$ -nak mértük, ehhez képest a maxAVR átlagosan $11,21 \pm 7,44^\circ$ volt ($p < 0,001$).

Műteti hatékonyság vizsgálata 3D módszerrel

A főgörbületben koronális síkban Cobb szerint 78,2%-os műteti korrekciót értünk el (átlagosan 55,1 Cobb-fokról 12,0 Cobb-fokra; $p < 0,001$), míg az axiális síkban mérési módszertől függően 56,7%-ban (apicalAVR átlagosan 21,0 fokról 9,1 fokra; $p < 0,001$), illetve 55,2%-ban (maxAVR átlagosan 24,1 fokról 10,8 fokra; $p < 0,001$) korrigáltuk a gerincgörbületeket.

Az apicalAVR és a maxAVR akár a főgörbületet, akár a kiegészítő görbületet vizsgáljuk, minden esetben szignifikánsan eltért a műtét előtti értékeket elemezve (főgörbületben műtét előtt: $p < 0,001$; kiegészítő görbületben műtét előtt: $p = 0,003$). Hasonló mértékű szignifikáns különbséget találtunk a műtétet követő adatok értékelésekor (főgörbületben műtét után: $p < 0,001$; kiegészítő görbületben műtét után: $p < 0,001$).

Tapasztalataink szerint a serdülőkor végén, a 17 éves életkort elérve a betegeink többségének gerincdeformitása rugalmatlanná válik. Ezt a megfigyelést alátámasztva, a műtét pillanatában 17 éves életkornál találtunk minőségi különbséget a műteti eredményeinkben. A 17 éves kor után operált páciensek esetén a 17 évesnél fiatalabbakkal közel azonos koronális görbületes korrekciót értünk el (átlagosan 79,2% versus 77,0%; $p = 0,614$), azonban szignifikánsan kevésbé sikerült a gerincgörbületek derotációja (apicalAVR korrekció átlagosan 38,1% versus 68,5%; $p = 0,016$, illetve maxAVR korrekció átlagosan 42,4% versus 64,4%; $p = 0,020$).

Megbeszélés

Vizsgálatunk retrospektív részében meghatároztuk a serdülőkori idiopátiás gerincferdüléssel betegek axiális csigolyarotációját 3D képalkotás segítségével. Az ezt követő prospektív betegregiszterünkbe került, műtéten átesett pácienseinknél felmértük a műtéti korrekció hatékonyságát szintén EOS 2D/3D módszerrel. Eredményeinket összevetettük a betegek életkorával, mint potenciális befolyásoló faktoral.

Axiális csigolyarotációk vizsgálata 3D módszerrel

Nagy számú páciensen elemeztük a gerinc rotációs paramétereit EOS 2D/3D képalkotással serdülőkori idiopátiás scoliosisban. A szakirodalommal összhangban kiemelten kezeltük az apikális csigolya axiális rotációját, amit a maximálisan rotálódó csigolyához viszonyítottunk. A kettős és hármas strukturális görbületek esetén elemeztük a főgörbület mellett a kiegészítő görbületeket is.

Az apicalAVR és a maxAVR értékekben szignifikáns különbséget találtunk mind a főgörbületben, mind a kiegészítő görbületek vizsgálatakor. Eredményünk azt jelenti, hogy az esetek jelentős részében nem tekinthető az apikális csigolya maximálisan rotálódónak. Ez ellentmond a 90-es évek eleje óta kialakult általános vélekedésnek, miszerint az apikális csigolya rendelkezik a legnagyobb rotációval.

A vizsgált betegpopulációban az apikális csigolya mellett a szomszédos csigolyák is rendelkeztek maximális rotációval, illetve a főgörbületek 4,8%-ában, a kiegészítő görbületek 10,3%-ában az apikális csigolyától két szint távolságra mértünk maximális rotációt. Ez egybe vág Stokes és munkatársainak eredményeivel, amely szerint az apikális csigolyától két szinten belüli csigolya rendelkezhet a legmagasabb rotációval.

Klinikailag relevánsnak tartjuk az 5° feletti axiális rotációs különbséget az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya között tekintettel arra, hogy a műtét előtti tervezésnél észlelt ekkora különbség már érdemben befolyásolhatja a behelyezésre kerülő csavarok axiális irányát. Amennyiben ilyen helyzetben nem észleli az operatőr az 5° feletti különbséget, hipotetikus szövődmény lehetősége merül fel a nem megfelelő axiális csavarirányok miatt (túl mediális vagy laterális csavarhelyzet). Ugyanezen alapon a 10° feletti axiális rotációs különbséget az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya között kiemelten jelentős különbségnek tartjuk, amelyet mindenképpen javasolt detektálni a műtét előtti kivizsgálás során.

Habár kiemelten kezeljük az 5° feletti axiális rotációs különbségeket klinikai relevanciája miatt, nem feledkezhetünk meg az 5° alatti, de még mérhető különbségekről az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya között. Az ilyen mértékű eltéréseknek elsősorban tudományos relevanciáját látjuk abból a szempontból, hogy rávilágít a maxAVR jelentőségére az általánosan használt apicalAVR mérőszám mellett a gerincferdülések axiális dimenziójának leírásánál.

Az apicalAVR és a maxAVR minden súlyossági csoportban szignifikánsan különbözött egymástól, tehát egyik súlyossági csoportban sem tekinthető az apikális csigolya magától értetődően maximálisan rotálódónak. A Lenke-csoportosítás alapján minden statisztikailag értékelhető főcsoportban érdemi különbség volt az apicalAVR és a maxAVR között.

Az apikális csigolya rotáció és a Cobb-fok szoros összefüggését már korábban leírták, adatainkkal ezt megerősíteni tudtuk. A maxAVR értékek az apicalAVR-hez hasonlóan szignifikáns módon korreláltak a Cobb-szög mértékével. Adataink egy további evidenciával megerősítik az egyre súlyosbodó koronális deformitás során tapasztalt fokozódó axiális rotáció tapasztalatát.

A korábbi vizsgálatokhoz képest a Th.IV-Th.V., a Th.XI-Th.XII. és az L.IV. csigolyáknál is mértünk maximális rotációt. Ez alapján elmondható, hogy a Th.IV-L.IV. szakaszon bárhol előfordulhat maximálisan rotálódó csigolya.

Az apikális csigolya az esetek 40,4%-ában rendelkezett a legmagasabb rotációval a főgörbületekben, míg 31,7%-ban a kiegészítő görbületekben. Ennek a különbségnek az lehet az oka, hogy a strukturális kiegészítő görbületek sok esetben csak az utolsó néhány csigolyával lépik át a keresztcsonti középvonalat (CSVL – central sacral vertical line), amikor már a csigolyák rotációja csökken. Ha a klinikailag releváns, 5° feletti axiális rotációs különbségeket vizsgáljuk meg az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya között a kiegészítő görbületekben, eltűnik a fent említett különbség a főgörbületekhez viszonyítva (5° feletti különbség főgörbületekben 10,5% ezzel szemben kiegészítő görbületekben 8,8%).

Következésképp az apicalAVR-t még kevésbé találjuk alkalmasnak a kiegészítő görbületek axiális dimenziójának tudományos értékelésére.

A vizsgálat retrospektív felépítése alapvető limitáló tényező, azonban úgy gondoljuk, hogy mivel radiológiai elemzés történt standard pozícióban, ez egy prospektív vizsgálatban megegyező eredményeket adna. Limitációnak értékelhető az, hogy olyan esetekben is csigolyát jelöl meg az általunk alkalmazott szoftver, amikor csigolyaközi porckorong van apikális pozícióban. Ez növelheti a nem apikális csigolyán mért maximális rotációk számát, és felveti a módszer további pontosításának igényét. A ritkán előforduló (Lenke 4) csoportban mért értékeink az alacsony elemszám miatt nem voltak statisztikailag értékelhetők.

Műtéti hatékonyság vizsgálata 3D módszerrel

Vizsgálatunk prospektív szakaszában műtét előtti és utáni EOS 2D/3D röntgenképeket elemeztünk idiopátiás serdülőkori gerincferdülésben. A gerinc és medence 3D rekonstrukciók elemzésével átlagosan 78,2%-os koronális síkú műtéti hatékonyságot mértünk, amely megfelel a szakirodalomban található értékeknek. Klinikailag szignifikáns, több mint 10%-os korrekciós hatékonyság különbséget találtunk a korábbi műtéti technikához képest. Az irodalmi adatoknál enyhébb hipokifózist tapasztaltunk (normokifózis) a pácienseink preoperatív értékeiben (háti kifózis $24,9 \pm 12,6^\circ$ versus $13,2 \pm 7,9^\circ$), amelyre a műtéti korrekció nem volt jelentős hatással. Az L.I. és L.V. csigolyák között mért ágyéki lordózis tekintetében statisztikailag szignifikáns különbséget találtunk a műtét előtti és utáni értékeket összevetve. Ez a néhány fokal különbség véleményünk szerint klinikailag nem releváns.

Két különböző módszerrel vizsgáltunk axiális csigolyarotációs szempontú műtéti hatékonyságot. Az elterjedtebb apicalAVR alapú vizsgálattal 56,7%-os derotációs hatékonyságot értünk el, amely érdemben megegyezik a szakirodalmi adatokkal. A scoliosis axiális dimenzióját teljeskörűben leíró maxAVR szerinti módszerrel 55,2%-os derotációs sikerességet mértünk. A két módszer százalékos végeredményében azért nem érzékelhető érdemi különbség, mert a maxAVR az apicalAVR-nél szignifikánsan magasabb volt a preoperatív és posztoperatív esetekben is, kiegyenlítve a kettőből számított műtéti hatékonyság mértékét. Ebből következően mindkét módszer alkalmas az axiális síkú műtéti hatékonyság értékelésére. Mindazonáltal meg kell jegyezni, hogy a maxAVR pre- és posztoperatív vizsgálatokban is kimutathatóan magasabb értékű.

Nem találtunk érdemi különbséget a 17 éves életkor előtt, illetve után operált pácienseink között a koronális korrekciós hatékonyság szempontjából, azonban a

fiatalabb korcsoportban szignifikánsan magasabb derotációs hatékonyságot értünk el. A vizsgálatunkhoz hasonló életkori csoportok között Zhu és munkatársai szignifikáns, átlagosan 8 Cobb-fokos különbséget találtak a korrekciós hatékonyságban, amelyet eredményeink nem támasztanak alá. Az axiális síkú korrekció fontosságát jelzi, hogy műtétet követő nagymértékű reziduális borda deformitás jelentős hatással van a posztoperatív életminőségre. Rotációs szempontból Huitema és munkatársai vizsgáltak 21 év alatt és felett elülső fúziós műtéten átesett pácienseket. A fiatalabb korcsoportban átlagosan 3 fokkal hatékonyabb derotációt értek el (26-ról 11 fokra vs. 33-ról 21 fokra). Eredményeikhez képest vizsgálatunkban magasabb derotációs hatékonyság különbséget tapasztaltunk a fiatalabb korcsoport javára. Megjegyeznénk azonban, hogy a hivatkozott holland vizsgálatban különbség volt az életkori csoportosításban, illetve a műtéttechnikában is, ezért a két vizsgálat összevetése limitált.

A vizsgálatba bevont 23 fő elegendőnek bizonyult a klinikailag szignifikáns különbségek kimutatására, azonban limitálja eredményeinket a viszonylag alacsony esetszám. Utólagos statisztikai erő vizsgálattal a korcsoport bontások esetén tapasztaltunk 80-90% közötti értékeket, a többi eredményünk statisztikai ereje 99% feletti volt.

Összefoglalás

EOS 2D/3D gerinc rekonstrukciók alapján számított csigolyarotációkat tanulmányoztunk serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben. Bizonyítottuk minden súlyossági csoportban és az értékelhető Lenke főcsoportokban, hogy az apikális csigolyarotáció és a maximális csigolyarotáció nem egyezik meg egymással, azaz két külön paraméterről beszélhetünk. Ez az eredmény alapot adhat számos vizsgálat újraértékeléséhez, ahol kizárólag az apicalAVR-t használták a rotációs komponens leírására. Az apicalAVR helyett maxAVR használatát tartjuk teljes értékűnek a scoliosis axiális dimenziójának értékelésében, különösen a kiegészítő görbületek vizsgálatában.

Prospektív vizsgálattal felmértük a kutatócsoportunk által végzett műtéti korrekciók hatékonyságát, amely a deformitás mindhárom dimenziójában vizsgálva megfelel a nemzetközi irányadó értékeknek. Sikerült bizonyítanunk a korábbi életkorban végzett gerinckorrekciós műtétek nagyobb hatékonyságát, elsősorban az axiális gerincparaméterek tekintetében. Eredményeink alapján kijelenthető, hogy rotációs szempontból ajánlott 17 éves életkor előtt elvégezni a gerinckorrekciós műtétet serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben.

Az értekezés új eredményei és megállapításai

- Az apikális csigolya mindössze az esetek 40%-ában rendelkezik a legnagyobb axiális rotációval serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Főgörbületek esetén az apicalAVR és a maxAVR két külön paraméternek tekinthető serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Kettős és hármas görbületek esetén a kiegészítő görbületekben az apicalAVR és a maxAVR két külön paraméternek tekinthető serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Az apicalAVR és a maxAVR közti különbség fennáll görbületi súlyosságtól függetlenül az enyhétől a súlyos fokú gerincferdülésben is
- Az apicalAVR és a maxAVR közti különbség fennáll minden Lenke szerinti főcsoportban serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- A Th.IV-L.IV. szakaszon bárhol előfordulhat maximálisan rotálódó csigolya serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben

- Klinikailag szignifikáns különbség lehet az apikális csigolya és a maximálisan rotálódó csigolya axiális rotációja között serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Az apicalAVR mellett a maxAVR is szoros összefüggést mutat a Cobb-szög értékével serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Az apical AVR és maxAVR paramétereiből számított módszerek is alkalmasak az axiális síkú műtéti hatékonyság értékelésére serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben
- Rotációs szempontból kedvezőbb 17 éves életkor előtt elvégezni a gerinckorrektív műtéteket serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben.

A dolgozat alapjául szolgáló publikációk

Tudományos közlemények

József K., Schlégl, Á. T., Burkus, M., Márkus, I., O’Sullivan, I., Than, P., Tunyogi Csapó, M. (2020). Maximal Axial Vertebral Rotation in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Is the Apical Vertebra the Most Rotated? *Global Spine Journal*, 2192568220948830. IF: 2,915; SJR:1,398 (D1)

József, K., Márkus, I., Bogyó, C., Tunyogi Csapó, M., & Schlégl, Á. T. (2021). Gerinckorrektív műtétek háromdimenziós hatékonysági vizsgálata serdülőkori idiopathiás gerincferdülésben. *Orvosi Hetilap*, 162(39), 1573-1578. IF: 0,540; SJR:0,176 (Q4)

Összesített első szerzős impakt faktor: 3,455 IF

Konferencia előadások

József K, Schlégl ÁT, Tunyogi Csapó M. 3D paraméterek vizsgálata idiopátiás scoliosisban - VIII. Nemzetközi és XIV. Országos Interdiszciplináris Grastyán Konferencia, Pécs, 2016. március 9.

József K, Schlégl ÁT, Tunyogi Csapó M. Analysis of 3D parameters in idiopathic scoliosis – HMAA Summer Conference, Balatonfüred, 2016. augusztus 27.

József K, Schlégl ÁT, Burkus M, Márkus I, Bogyó Cs, Tunyogi Csapó M. Maximális axiális csigolya rotáció meghatározása serdülőkori idiopátiás scoliosisban – mindig az apicalis csigolya a legnagyobb? - A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 2019. évi Tudományos Ülése, Visegrád, 2019. február 22.

József K, Schlégl ÁT, Burkus M, Márkus I, Bogyó Cs, Tunyogi Csapó M. Axiális csigolya rotációk vizsgálata 3D képalkotó módszerrel serdülőkori idiopátiás scoliosisban - A Magyar Ortopéd Társaság 2019. évi Kongresszusa, Budapest, 2019. június 20.

József K, Tunyogi Csapó M. Csigolyarotációk 3D rekonstrukció alapú vizsgálata serdülőkori idiopátiás gerincferdülésben - ÚNKP Konferencia, Pécs, 2020. május 20.

Egyéb publikációk

Folyóiratokban

Burkus, M., **József, K.**, Bálint, G., Niklai, B., Márkus, I., & Tunyogi-Csapó, M. Gerincferdülés esetén tapasztalt szaggítális megjelenés vizsgálata EOS 2D/3D képalkotás használatával MAGYAR TRAUMATOLÓGIA ORTOPÉDIA KÉZSEBÉSZET PLASZTIKAI SEBÉSZET 2017; 60(1-2): 21-31.

Burkus, M., **József, K.**, Niklai, B., Márkus, I., & Tunyogi-Csapó, M. A collodiaphysealis szög vizsgálata gerincferdülés esetén, háromdimenziós képalkotás segítségével. MAGYAR TRAUMATOLÓGIA ORTOPÉDIA KÉZSEBÉSZET PLASZTIKAI SEBÉSZET 2017; 60(1-2): 13-20.

Márkus, I., Schlégl, Á. T., Burkus, M., **József, K.**, Niklai, B., Than, P., & Tunyogi-Csapó, M. The effect of coronal decompensation on the biomechanical parameters in lower limbs in adolescent idiopathic scoliosis. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research 2018; 104.5: 609-616. IF: 1,864; SJR: (Q2)

Burkus, M., Schlégl, Á. T., **József, K.**, O’Sullivan, I., Márkus, I., & Tunyogi-Csapó, M. Analysis of proximal femoral parameters in adolescent idiopathic scoliosis. Advances in Orthopedics, 2019; IF: 0,829; SJR: (Q3)

Összesített impakt faktor: 6,148 IF

Konferencia előadások

Tunyogi Csapó M, **József K**, Bogyó Cs, Schwarcz A. Degeneratív gerincbetegek instrumentált műtéteinek utánkövetése Pécssett – A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 2014. évi tudományos ülése, Bükfürdő, 2014.12.05.

Márkus I, Bogyó Cs, **József K**, Tunyogi Csapó M ICP és egyéb neuromuscularis betegségek talaján kialakult gerincdeformitások műtéti kezelés során szerzett tapasztalataink A Magyar Ortopéd Társaság 59. Kongresszusa, Pécs, 2016.06.24.

Márkus I, Schlégl Á, **József K**, Niklai B, Bogyó Cs, Burkus M, Than P, Tunyogi Csapó M. Az alsó végtag csontos anatómiájának vizsgálata adolescens idiopathiás scoliosban szenvedő betegeknél - A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 25 éves jubileumi tudományos ülése, Balatonfüred, 2016.12.02.

Burkus M, Schlégl Á, Márkus I, **József K**, Niklai B, Somoskeőy Sz, Tunyogi Csapó M. A proximális femur paraméterek értékelése gerincferdülés esetén - Ortopéd Társaság 2017. évi Kongresszusa, Nyíregyháza, 2017. június 29.

Márkus I, **József K**, Burkus M, Schlégl Á, Tunyogi Csapó M. A coronalis balance és az alsó végtagi radiológiai paraméterek összefüggései idiopathiás adolescens scoliosban - Ortopéd Társaság 2017. évi Kongresszusa, Nyíregyháza, 2017. június 29.

Schlégl ÁT, O'Sullivan I, Varga P, Kerekes K, **József K**, Burkus M, Tunyogi Csapó M, Vermes Cs. Csontkor mérési lehetőségek vizsgálata FL-FS és EOS felvételeken - Ortopéd Társaság 2017. évi Kongresszusa, Nyíregyháza, 2017. június 29.

Burkus M, Schlégl ÁT, Márkus I, **József K**, Niklai Bálint, Somoskeőy Sz, Tunyogi-Csapó M. A serdülőkori gerincferdülés és az alsóvégtagi paraméterek kapcsolatának vizsgálata. XXIV. Gyermektraumatológiai Vándorgyűlése, Miskolc, 2017. október 27.

József K, Schlégl ÁT, Tunyogi Csapó M. Korai kezdetű és serdülőkori gerincferdülésekben megjelenő coronalis dekompenzáció hatása az alsó végtagi biomechanikai paraméterekre - ÚNKP Konferencia Pécs, 2018. május 24.

ÁT Schlégl, I Márkus, M Burkus, **K József**, B Niklai, P Than, M Tunyogi-Csapó. Effect of coronal decompensation on the biomechanical parameters in lower limbs in adolescent idiopathic scoliosis. 19th EFORT Congress, Barcelona, Spain, 2018 May 30

Burkus M, Schlégl ÁT, **József K**, Márkus I, Tunyog Csapó M Gerincferdülés melletti sagittalis medenceparaméterek népcsoport függő vizsgálata - A Magyar Ortopéd Társaság és a Magyar Traumatológus Társaság 2018. évi Közös Kongresszusa, Győr, 2018. június 28

Schlégl ÁT, **József K**, Márkus I, Burkus M, Than P, Tunyogi-Csapó M. Korai kezdetű és serdülőkori gerincferdülésekben megjelenő coronalis dekompenzáció hatása az alsó

végtagi biomechanikai paraméterekre - A Magyar Ortopéd Társaság és a Magyar Traumatológus Társaság 2018. évi Közös Kongresszusa, Győr, 2018. június 28

Márkus I, **József K**, Bogyó Cs, Burkus M, Tunyogi Csapó M. Scoliosis korrekciós műtéteket követően kialakult proximalis junctionalis kyphosis kezelésében szerzett tapasztalataink a Pécsi Ortopédiai Klinikán - A Magyar Ortopéd Társaság és a Magyar Traumatológus Társaság 2018. évi Közös Kongresszusa, Győr, 2018. június 28

Burkus M, Schlégl ÁT, **József K**, Márkus I, Tunyogi Csapó M. A medence-gerinc egység sagittalis megjelenésének összetett értékelése gerincferdülés mellett - A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 2019. évi Tudományos Ülése, Visegrád, 2019. február 22.

Márkus I, **József K**, Burkus M, Schlégl ÁT, Tunyogi Csapó M. Early onset scoliosisban megjelenő coronalis dekompenzáció hatása az alsó végtagi biomechanikai paraméterekre - A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 2019. évi Tudományos Ülése, Visegrád, 2019. február 22.

Tunyogi Csapó M, Márkus I, **József K**, Ruzshti P, Kiss L, Jeszenszky D. Congenitalis gerincdeformitások új kezelési stratégiája - A Magyar Gerincgyógyászati Társaság 2019. évi Tudományos Ülése, Visegrád, 2019. február 22.

Bogyó Cs, Márkus I, **József K**, Tunyogi Csapó M. Sacrum dysgenesis és meningomyelokelehez társuló gerincdeformitás kezelési nehézségei - A Magyar Ortopéd Társaság 2019. évi Kongresszusa, Budapest, 2019. június 20.

Schlégl ÁT, Nyakas V, **József K**, Than P. Reliability study of the conventional radiography based measuring of collodiaphyseal angle in children – 41th SICOT Orthopaedic World Congress, Budapest, 2021. szeptember 15-18.

Rónai M, **József K**, Lazary A. Anterior Plate Fixation Compared to Transpedicular Screw Fixation in OLIF Surgery – Global Spine Congress 2021, Párizs, 2021. november 3-6.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Prof. Dr. Than Péternek, hogy az általa vezetett Ph.D. program keretei között, kiépített infrastrukturális háttérrel végezhettem a kutatásomat. Továbbá hasznos stratégiai tanácsaival támogatta a dolgozat létrejöttét. Hálával tartozom témavezetőmnek, Dr. Tunyogi Csapó Miklósnak, hogy a kezdetektől fogva támogatott, felkeltette az érdeklődésemet a gerincsebészet iránt, ezenfelül szívügyemmé tette a deformitás sebészetét és annak kutatását. Köszönöm társ-témavezetőmnek, Dr. Schlégl Ádámnak, hogy a tudományos gondolkodás és a korrekt statisztikai módszerek megismertetése mellett gyakorlati tanácsokkal is segítette munkámat.

Hálás vagyok kutatótársaimnak, Dr. Burkus Máténak, Dr. Márkus Istvánnak, Dr. O'Sullivan Iannek, pótolhatatlan segítségükért, amely nélkülözhetetlen volt a dolgozat létrejöttéhez. A PTE Ortopédiai és Orvosi Képző Klinika munkatársainak is köszönettel tartozom a betegek közvetlen ellátásáért és a felvételek elkészítéséért.

Köszönöm családom valamennyi tagjának, kifejezetten a feleségemnek, Dr. Uhrin Dorottyának és a szüleimnek, hogy a Ph.D. képzés ideje alatt bíztattak, támogattak, és minden segítséget megadtak számomra (és a magyart magyarra fordították).

A vizsgálatokat a GINOP-2.3.3-15-2016-00031 pályázat támogatása mellett az Új Nemzeti Kiválóság Program 2017 (ÚNKP-17-2-I-PTE-318) és 2019 (ÚNKP-19-3-I-PTE-29) támogatta. Valamint a kutatás a Tématerületi Kiválósági Program 2020 (2020-4.1.1-TKP2020) pályázati program finanszírozásával valósult meg.