

Systémy usměrňovaného růstu v léčbě raných dětských skolióz

Growth Guidance System in Treatment of Early Onset Scoliosis

M. REPKO¹, M. FILIPOVIČ¹, M. PRÝMEK¹, M. LATALSKI², A. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ³, J. HOŘÁK¹

¹ Ortopedická klinika Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno

² Department of Pediatric Orthopaedics, University Children's Hospital in Lublin, Poland

³ Klinika radiologie a nukleární medicíny Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The Growth Guidance System (GGS) represent a relatively new alternative to the traditional growing systems used for the treatment of early onset scoliosis. Ranking among the main aims of this surgical treatment is a three-dimensional correction of the deformity, maintenance of spinal growth and postponement of the necessity of final treatment by spondylodesis.

MATERIAL AND METHODS

Our study retrospectively evaluates the results of surgical correction in a group of 35 patients treated by GGS technique. The group consisted of patients with idiopathic, neuromuscular and syndromic spine deformity with the average age of 8 years and 2 months at the time of the surgery. The time of the follow-up is 3 years and 5 months on average. We evaluated the correction of the curve itself, the growth of the spine measured in the thoracic and lumbar part separately, and the growth of the trunk as a whole in the mentioned range on X-ray pictures.

RESULTS

The average correction of the scoliotic curve was 67%, from 75 preoperative degrees to 20 postoperative degrees. After the first operation 11% elongation of the trunk (from 321 mm to 356 mm) was reached, the thoracic spine was elongated by 10% (from 196 to 217 mm) and the lumbar spine was elongated by 11% (from 125 to 139 mm). The elongation of the trunk by 16% (from 322 to 375 mm) was observed in the cohort of patients with two years postoperative follow-up (21 patients). The total protraction of the trunk by 21% (from 318 to 386 mm) was reached in patients treated by definitive fusion (7 patients).

DISCUSSION

There is a very low number of studies analysing the long-term clinical results with the use of GGS. The first pilot results indicate that it is a technique allowing to achieve at least comparable results in correction of frontal plane compared with the distraction type of instrumentations. A negative aspect of this method is the abrasion of metal followed by metallosis. The new types of fixation screws enable more effective sliding of rods, maintenance of continuity of body growth by the shifting of rods as well as lower abrasion of the instrumentation.

CONCLUSIONS

The main advantage of GGS is the limited continuous growth of the spine, partial three-dimensional correction of the deformity, minimisation of inevitable reoperations under general anaesthesia and the possibility to quit a brace.

Key words: growth guided system, early onset scoliosis, distraction, spinal growth, spondylodesis.

ÚVOD

Progredující skolióza v raném věku do 10. roku vývoje dítěte je závažným problémem, který vyžaduje specifický přístup. Nezřídka jsme nuceni aplikovat operační řešení před ukončením kostní zralosti, přičemž hlavním cílem je oddálení definitivní spondylodézy a umožnění dalšího růstu páteře.

Historicky nejvíce užívaným systémem jsou tzv. rostoucí tyče, založené na principu distrakce skoliotické křivky a následných opakovaných distrakcích (redistrakcích) do doby pokročilého vývoje páteře (14). U některých specifických deformit, především vrozených, byly rostoucí tyče

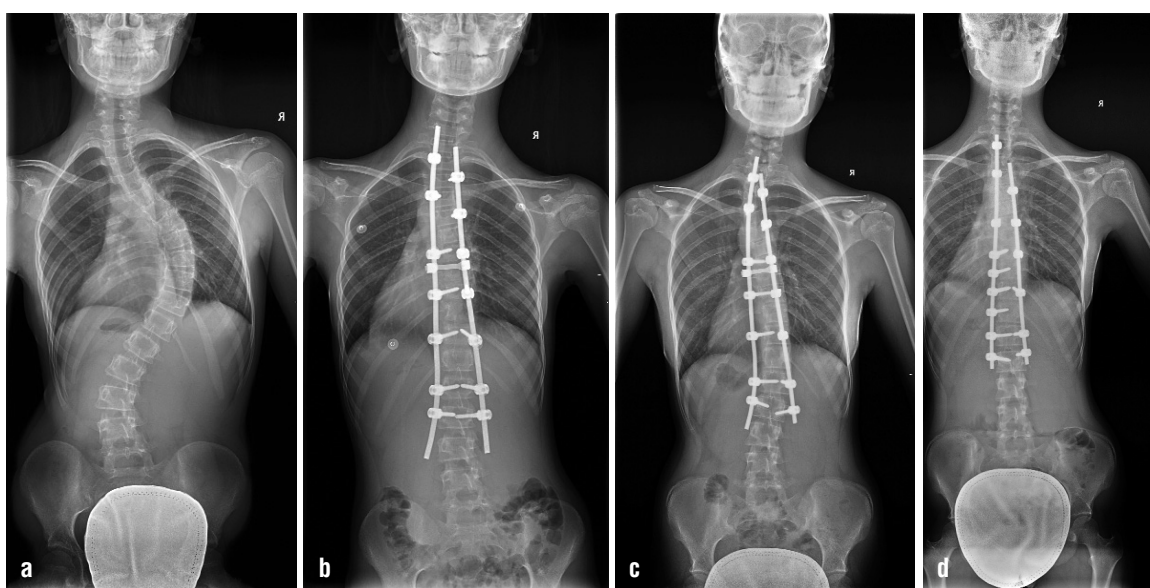
nahrazeny systémem VEPTR, který umožňuje mimo ovlivnění páteře i distrakci žeberního koše (5). Nejmodernější metodou užívanou k léčbě raných dětských skolióz je systém usměrňovaného růstu pod obecným pojmenováním GGS (Growth Guidance System). Zásadní odlišností od distrakčních systémů je parciální trojdimenzionální schopnost korekce a umožnění dalšího růstu páteře bez nutnosti opakovaných redistrakcí. Prvním modelem této instrumentace byl systém Shilla, používaný světově v klinické praxi od roku 2010 (10, 11). Na Ortopedické klinice LF MU a FN Brno je systém GGS aplikován od roku 2011.

GGs indikujeme u rostoucí páteře při Risserově znamení 0, tíži skoliotické křivky nad 40 stupňů dle Cobba a současně predikci další progresu deformity. Z etiologického hlediska je možné tyto systémy využít u idiopatických, neuromuskulárních, syndromických i některých kongenitálních deformit. Principem GGS je korekce skoliotické křivky s omezenou kostní spondylodezou, zpravidla 3 vrcholových obratlů křivky. Současná instrumentace kraniálních a kaudálních obratlových úseků a usazení delších tyčí přesahující konečně instrumentované obratle umožňuje limitovaný další růst instrumentovaných obratlů a posunu páteře v instrumentaci samotné. K zavedení vrcholových fúzních šroubů používáme přístup s kompletní skeletizací. Šrouby určené k zajištění růstu

a nastolení kostěné fúze. Rozsah finální fúze a instrumentace se řídí celkovou kompenzací páteře a ne vždy musí odpovídat iniciálnímu rozsahu operace při primární implantaci.

MATERIÁL A METODIKA

Na naší ortopedické klinice jsme od února 2011 operovali celkově 35 pacientů systémem GGS. Z tohoto počtu bylo 19 pacientů s idiopatickou deformitou, 14 pacientů s neuromuskulární deformitou a 2 pacienti se syndromickou skoliózou. Průměrný věk v době operace byl 8 let a 2 měsíce (2 roky a 9 měsíců až 11 let a 3 měsíce). Operováno bylo 23 hlavních hrudních křivek,



Obr. 1. Předozadní rtg snímky juvenilní idiopatické skoliózy (věk 9 let) s pravostrannou hrudní křivkou v předoperačním období (a), těsně po primární implantaci (b), před definitivním ošetření 3 roky po primární implantaci (c) a po definitivním ošetření (d).

obratlů implantujeme méně invazivním operačním přístupem s vyloučením skeletizace trnových a kloubních výběžků. Tradičním způsobem zavedení instrumentace je fixace vrcholových obratlů a ponechání rostoucích obratlů na obou koncích instrumentace (obr. 1 a–d, obr. 2 a–d, obr. 3a, b, obr. 4a, b). V indikovaných případech však volíme i stabilizaci kaudální části instrumentace a ponecháváme růst ve střední a kraniální oblasti (obr. 5 a–d, obr. 6 a–d). V případech neuromuskulárních deformit páteře s obliquitou pánve volíme stabilizaci pánve a kaudální část bederní páteře s ponecháním růstu v kraniálnějším oblastech.

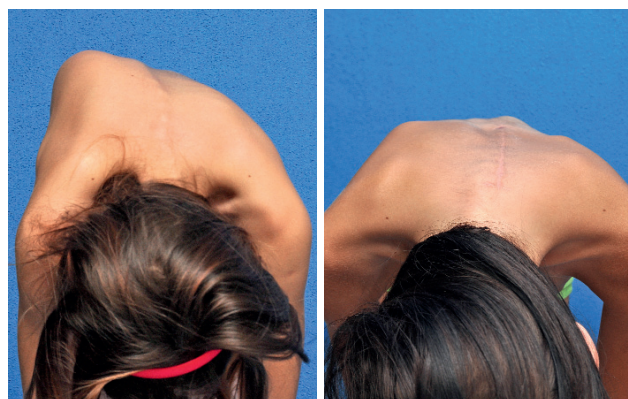
V ideálním případě pacient podstupuje dvě operace – primární korekci deformity a konečně definitivní ošetření na konci růstového období. Finální operace spočívá ve výměně rostoucích jisticích matek šroubů za pevné, doplnění instrumentace



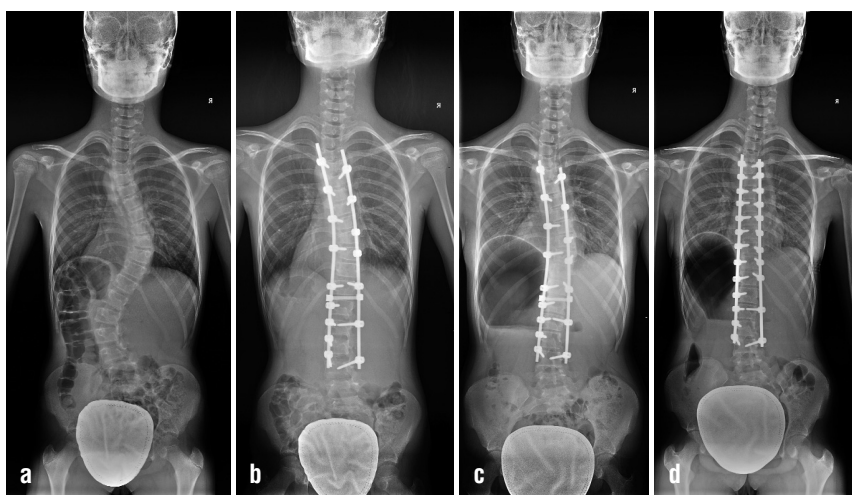
Obr. 2. Boční rtg snímky juvenilní idiopatické skoliózy v předoperačním období (a), těsně po primární implantaci (b), před definitivním ošetření (c) a po definitivním ošetření (d).



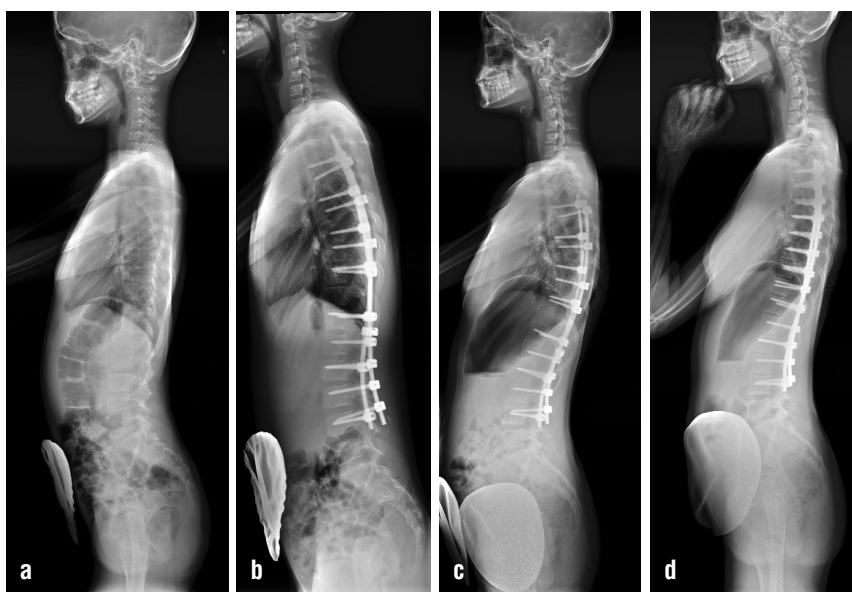
Obr. 3. Klinické foto ze zadního pohledu pacientky před primární korekcí deformity (a) a po primární korekci (b).



Obr. 4. Klinické foto v předklonu pacientky před primární korekcí (a) a po ní (b) s viditelnou redukcí paravertebrální prominence.



Obr. 5. Předozadní rtg snímky juvenilní idiopatické skoliózy s dvojitou hrudní a bederní křivkou v předoperačním období (a), těsně po primární implantaci (b), před definitivním ošetření po 4 letech (c) a po definitivním ošetření (d).



Obr. 6. Boční rtg snímky juvenilní idiopatické skoliózy v předoperačním období (a), těsně po primární implantaci (b), před definitivním ošetření (c) a po definitivním ošetření (d).

6 hlavních bederních křivek a 6 dvojíých křivek. Rozsah instrumentace byl v průměru 12,3 obratlů (9–15). Průměrný rozsah primární fúze byl 3,3 obratlů (2–7). Ve dvou případech byla použita současná stabilizace pánve. Průměrná doba sledování je 3 roky a 5 měsíců. Minimální doba sledování 2 let byla dosažena u 21 pacientů. Definitivní fúze a ukončení léčby bylo realizováno u 7 pacientů, v průměru 3 roky a 2 měsíce po primární operaci. Průměrný věk v době definitivního ošetření byl 14 let a 1 měsíc. Instrumentační systém Socore (firma Novaspine) byl použit v 32 případech, systém Shilla (firma Medtronic) byl použit ve 3 případech.

V elektronické databázi rtg snímků jsme měřili délku hrudního úseku páteře (v milimetrech) od horní krycí plochy T1 po dolní krycí plochu T12, bederního úseku páteře od horní krycí plochy L1 po horní okraj sakra a celkovou délku páteře měřenou od horního okraje T1 po horní okraj S1. Tíži skoliotické křivky, vyjádřené v úhlech, jsme měřili metodou podle Cobba. Risserovo znamení bylo u všech operovaných pacientů ve stupni 0 v okamžiku primární implantace systému.

VÝSLEDKY

Při primární implantaci instrumentace bylo dosaženo korekce hlavní křivky v průměru 67 % z původních 75 stupňů (36–139) na pooperačních 20 stupňů (7–47). Předoperační průměrná délka páteře měřená na rtg snímcích od T1 po S1 byla 321 mm. Bezprostředně po první operaci byla

délka trupu v průměru 356 mm, tedy došlo k prodloužení o 11 %. Při porovnání jednotlivých úseků páteře byla předoperační délka hrudní páteře (T1-T12) 196 mm a délka bederní páteře (L1-S1) 125 mm. Po první operaci došlo v průměru k prodloužení hrudní páteře o 10 % (ze 196 na 217 mm) a prodloužení bederní páteře o 11 % (ze 125 na 139 mm) (tab. 1).

Ve skupině pacientů dosahujících dobu sledování 2 roky (21 pacientů) bylo zaznamenáno celkové prodloužení trupu o 16 % (z předoperačních 322 mm na 375 mm). V tomto souboru došlo k prodloužení hrudní páteře o 18 % (z předoperačních 196 mm na konečných 232 mm) a bederní páteře o 14 % (z předoperačních 126 mm na konečných 143 mm) (tab. 2).

Ve skupině pacientů s ukončením léčby a s doplněním definitivní fúze (7 pacientů) bylo dosaženo celkového prodloužení trupu o 21 % (z předoperačních 318 mm na 386 mm). V tomto souboru došlo k prodloužení hrudní páteře o 27 % (z předoperačních 189 mm na konečných 239 mm) a bederní páteře o 14 % (z předoperačních 129 mm na konečných 147 mm) (tab. 3).

Zaznamenali jsme celkově 6 komplikací. Neplánovanou reoperaci jsme museli provést u 6 pacientů. Z toho počtu došlo k vytržení šroubů v 1 případě. Prodlužovat instrumentaci v období růstu jsme museli u 4 pacientů vzhledem k dekompenzaci páteře pod/nad instrumentací. U 2 pacientů jsme zaznamenali neurologický deficit projevený ihned po operaci. V jednom případě došlo k úplné restituci neurologického nálezu do 6 týdnů, ve druhém případě přetrvávala lehká paréza jedné dolní končetiny. V obou případech neurologických lézí se jednalo o pacienty se syndromickou skoliózou. Nezaznamenali jsme žádnou infekční komplikaci.

DISKUSE

Zásadním problémem u velmi malých dětí je zachování nejen růstu páteře ale i vývoje hrudního koše a plicního parenchymu (12). K dosažení tohoto cíle je užívána celá řada tzv. „growth friendly spine implants“ (14). Nejstarší, a stále ještě nejvíce užívanou metodou, je technika distrakčních tyčí. V současné době nabývá na popularitě i její varianta v podobě magnetických tyčí, redukcující nutnost operačních redistrakcí (2, 3, 4, 13). Podstatnou nevýhodou tradičních distrakčních systémů je však jejich uniplanární korekce (výhradně frontální roviny) a zatížení nutností opakovaných operací, zpravidla v půlročních intervalech. Neméně závažnými nevýhodami jsou i opakované anestezie a zvýšené riziko lokální infekce i zajištění operované oblasti. Porovnání GGS a distrakčních metod se zabývá práce Luhmanna (6), který porovnal 19 pacientů operovaných Shilla instrumentáři a 6 pacientů operovaných distrakční metodou. Výhodou GGS byla iniciální míra korekce, následný růst páteře a zachování sagitálního profilu. Kriticky pro Shilla vyznívá srovnání v souboru Andrase (1) při porovnání 36 pacientů operovaných Shillou a 36 pacientů operovaných distračním dvoutyčovým instrumentáři. V tomto souboru měl distrakční soubor lepší konečný výsledkem v korekci frontální roviny i při měřené

Tab. 1. Výsledky primární implantace celkového souboru

	T1-12 (mm)	T12-S1 (mm)	celkově trup
před operací	196	125	321
po operaci	217	139	356
prodloužení	10 %	11 %	11 %

Tab. 2. Výsledky souboru s minimálně dvouletým sledováním

	T1-12 (mm)	T12-S1 (mm)	celkově trup
před operací	196	126	322
po operaci	218	140	358
ve 2 letech FU	232	143	375
prodloužení	18 %	14 %	16 %

Tab. 3. Výsledky souboru s definitivním ošetřením

	T1-12 (mm)	T12-S1 (mm)	celkově trup
před operací	189	129	318
po operaci	210	136	346
definitivně ošetření	239	147	386
prodloužení	27 %	14 %	21 %

celkové délky páteře T1–S1. Množství a tíže komplikací bylo srovnatelné.

V současném písemnictví je stále ještě velmi málo prací referujících o dlouhodobých výsledcích s využitím GGS (5). Nejvýznamnějším průkopníkem této metody je McCarthy, který publikoval dvouleté i pětileté výsledky vlastního souboru 10 pacientů s využitím systému Shilla (8). Ve svém souboru uvádí akceptovatelnou míru komplikací a umožnění růstu páteře s vyloučením nutnosti pravidelných reoperací a nutnosti nošení korzetu. McCarthy uvádí, že tato skupina by byla odkázána ve stejném časovém období na celkový počet 49 nutných redistrakcí při aplikaci distrakčního typu instrumentace. Průměrná pooperační korekce po iniciální operaci byla v McCarthyho souboru 62 % což zhruba koreluje s naším souborem (68 %). Výška trupu, respektive páteře od T1 po S1, byla v McCarthyho souboru zvýšena o 12 % v dvouletém období.

V následující práci hodnotící 5leté výsledky u 33 operovaných pacientů uvádí 73% výskyt komplikací (9). Z tohoto počtu uvádí infekci v 6 případech, dekompenzaci v 8 případech a 24 problémů souvisejících se samotným implantátem. Tento poměrně rozsáhlý počet komplikací nekoreluje s našimi zkušenostmi kdy dosahujeme výrazně menšího množství komplikací. V našem souboru jsme nepozorovali infekční komplikaci, což může být v souvislosti s ocelovým typem implantátu užívaným McCarthyem. Na druhou stranu titanový implantát, převážně užívaný v našem souboru, může vést k výraznější lokální abrazi a uvolnění titanových iontů do tkání a potencionálně i do krevního řečiště. Ve studii Lukina (7), zkoumající obdobný titanový implantát umožňující růst páteře u 25 dětských pacientů, byla sledována lokální i celková krevní koncentrace titanových iontů. U 90 % pacientů našli 2,8x zvýšenou sérovou koncentraci titanu. Lokální koncentrace titanu byla signifikantně vyšší u všech operovaných pacientů ve

srovnání s kontrolní skupinou. Doporučením autorů je definitivní ošetření a stabilizace u těchto typů instrumentací na konci růstového období.

V našem souboru pacientů reoperovaných, ať už z důvodu finálního ošetření či neplánovaných výkonů, jsme pozorovali pravidelnou abrazi kovu v oblasti rostoucích matek, především v kaudálních úsecích instrumentace. Tento nepříznivý jev je způsoben zvýšenými především střiznými silami, které působí uvnitř hlavy šroubu. Původně užívaný šroubový systém se zkráceným dřikem fixační matky jsme proto od roku 2015 postupně nahradili implantací námi navržených a speciálně vyvinutých šroubů s uložením tyče v kuličkovém systému hlavy šroubu. Takto je umožněn nejen axiální posun tyče ale i jeho parciální možnost vyklopení zhruba v rozsahu 15 stupňů na každou stranu. Tato inovace umožňuje plynulejší a bezpečnější pohyb tyče v hlavě šroubu.

Usměrňovaný růst instrumentované páteře nevede vždy tím směrem, který bychom potřebovali nastavit. Zásadním problémem může být crankshaft fenomén a adding-on, neboli dekompenzace páteře kaudálně od instrumentace. Signifikanční problémy s crankshaft fenoménem nepotvrdila práce Wilkinsona (16) na souboru 21 pacientů operovaných systémem Shilla. Sami pozorujeme mírně akcelerovaný růst konvexní strany při bilaterální instrumentaci, avšak tento nebyl v našem souboru důvodem k neočekávané reoperaci. Wilkinson dále uvádí pozorovanou migraci apexu deformity kaudálně u 57 % pacientů a kraniálně u 5 % pacientů svého souboru po zavedení GGS. Problém adding-on je však pravidelným jevem při GGS instrumentacích. Signifikanční projev pozoroval Wilkinson u 92 % pacientů ve svém souboru. Naše původní představa, že rozsah instrumentace u GGS může odpovídat plánovanému rozsahu u klasického definitivního ošetření vedla k časté dekompenzaci segmentů kaudálně pod instrumentací. Tento problém jsme vyřešili finálně při definitivním ošetření prodloužením instrumentace. V současné době volíme primárně větší rozsah instrumentace, kaudálně končící většinou v koncovém či neutrálním obratli. U dvou pacientů jsme takto při definitivním ošetření dokonce mohli zkrátit původní rozsah instrumentace o dva segmenty a znovu tak obnovili částečný pohyb těchto segmentů.

ZÁVĚR

Nespornými výhodami GGS je ponechání limitovaného růstu páteře, možnost korekce deformity parciálně trojdimenzionálně a signifikantní snížení nutnosti reoperací se snížením nutných anestezií v raném vývojovém dětském věku. Ideální indikací k užití GGS je idiopatická juvenilní hrudní skoliotická křivka progredující a operovaná v období relativně krátce před začátkem rychlého růstového období. V klinické praxi je možné systém použít nejen pro idiopatické ale také pro neuromuskulární a syndromické deformity. Nezanedbatelnou velkou výhodou je možnost odložení korzetu, a tím snížení negativního vlivu na psychiku dítěte i jeho pohybový režim. Tyto systémy současně umožňují lepší kosmetický výsledek. Limitací této studie je omezený počet operovaných dětí, které dosáhly ukončení růstu a definitivního ošetření.

Literatura

- Andras LM, Joiner ER, McCarthy RE, McCullough L, Luhmann SJ, Sponseller PD, Emans JB, Barrett KK, Skaggs DL. Growing Rods Versus Shilla Growth Guidance: Better Cobb Angle Correction and T1-S1 Length Increase But More Surgeries. *Spine Deform.* 2015;3:246–252.
- Figueiredo N, Kananeh SF, Siqueira HH, Figueiredo RC, Al Sebai MW. The use of magnetically controlled growing rod device for pediatric scoliosis. *Neurosciences.* 2016;21:17–25.
- Hickey BA, Towriss C, Baxter G, Yasso S, James S, Jones A, Howes J, Davies P, Ahuja S. Early experience of MAGEC magnetic growing rods in the treatment of early onset scoliosis. *Eur Spine J.* 2014;23(Suppl 1):S61–S65.
- Johari AN, Nemade AS. Growing spine deformities: Are magnetic rods the final answer? *World J Orthop.* 2017;8:259–300.
- Konieczny MR, Ehrlich AK, Krauspe R. Vertical expandable prosthetic titanium ribs (VEPTR) in early-onset scoliosis: impact on thoracic compliance and sagittal balance. *J Child Orthop.* 2017;11:42–48.
- Luhmann SJ, McCarthy RE. A Comparison of SHILLA GROWTH GUIDANCE SYSTEM and Growing Rods in the Treatment of Spinal Deformity in Children Less Than 10 Years of Age. *J Pediatr Orthop.* 2016;34:1–7.
- Lukina E, Laka A, Kollerov M, Sampiev M, Mason P, Wagstaff P, Noordeen H, Yoon WW, Blunn G. Metal concentrations in the blood and tissues after implantation of titanium growth guidance sliding instrumentation. *Spine J.* 2016;16:380–388.
- McCarthy RE, Luhmann S, Lenke L, McCullough FL. The Shilla growth guidance technique for early-onset spinal deformities at 2-year follow-up: a preliminary report. *J Pediatr Orthop.* 2014;34:1–7.
- McCarthy RE, McCullough FL. Shilla growth guidance for early-onset scoliosis: results after a minimum of five years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97:1578–1584.
- McCarthy RE, Sucato D, Turner JL, Zhang H, Henson AW, McCarthy K. Shilla growing rods in a caprine animal model. A pilot study. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:705–710.
- Morell AM, McCarthy RE. New developments in the treatment of early-onset spinal deformity: role of the Shilla growth guidance system. *Medical Devices: Evidence and Research.* 2016;9:241–246.
- Odent T, Ilharreborde B, Miladi L, Khouri N, Violas P, Ouellet J, Cunin V, Kieffer J, Kharrat K, Accadbled F. Fusionless surgery in early-onset scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(6 Suppl):S281–288.
- Polly DW Jr, Ackerman SJ, Schneider K, Pawelek JB, Akbarnia BA. Cost analysis of magnetically controlled growing rods compared with traditional growing rods for early-onset scoliosis in the US: an integrated health care delivery system perspective. *Clinicoecon Outcomes Res.* 2016;8:457–465.
- Skaggs DL, Akbarnia BA, Flynn JM, Myung KS, Sponseller PD, Vitale MG. A classification of growth friendly spine implants. *J Pediatr Orthop.* 2014;34:260–274.
- Tis JE, Karlin LI, Akbarnia BA, Blakemore LC, Thompson GH, McCarthy RE, Tello CA, Mendelow MJ, Southern EP. Early onset scoliosis: modern treatment and results. *J Pediatr Orthop.* 2012;32:647–657.
- Wilkinson JT, Songy CE, Bumpass DB, McCullough FL, McCarthy RE. Curve Modulation and Apex Migration Using Shilla Growth Guidance Rods for Early-onset Scoliosis at 5-Year Follow-up. *J Pediatr Orthop.* 2017;Apr. 3: [Epub ahead of print].

Korespondující autor:

MUDr. Milan Filipovič, Ph.D.
Ortopedická klinika LF MU a FN Brno
Jihlavská 20
625 00 Brno
E-mail: Filipovic.Milan@fnbrno.cz