

# Scheuermannova hyperkyfóza – operační léčba solitárně zadním přístupem s využitím Smith-Petersenových osteotomií

## Scheuermann's Hyperkyphosis – Posterior-Only Surgical Approach Using the Smith-Petersen Osteotomies

M. REPKO<sup>1</sup>, M. FILIPOVIČ<sup>1</sup>, A. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ,<sup>2</sup> P. ŠTOURÁČ,<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ortopedická klinika Lékařské fakulty Masarokovy univerzity, Brno

<sup>2</sup> Klinika radiologie a nukleární medicíny Lékařské fakulty Masarokovy univerzity, Brno

<sup>3</sup> Klinika dětské anesteziologie a resuscitace Lékařské fakulty Masarokovy univerzity, Brno

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

Evaluation of efficiency and safety in surgically treated patients with Scheuermann hyperkyphosis using posterior-only surgical approach.

#### MATERIAL AND METHODS

Our study retrospectively evaluates the results of surgical correction in group of 20 patients with Scheuermann's hyperkyphosis, with an average age of 13 years and 8 month and with follow-up 4 years and 5 month. We evaluated changes of thoracic kyphosis as well as lumbar lordosis in correlation with surgical correction. Furthermore we compared ability of kyphosis to be corrected while performing reclination X-rays before surgery in comparison with rate of surgical correction.

#### RESULTS

The average correction of thoracic kyphosis was 52% – from preoperative 92° to postoperative 44°. We observed of 36% improvement of correction while surgically corrected in comparison with preoperative reclination X-ray pictures. Secondary correction of lumbar lordosis was from preoperative 84° to postoperative 55°.

#### DISCUSSION

Conservative treatment of hyperkyphosis offers only limited treatment results. Combined surgical approach with anterior release and posterior stabilization increase risk of anterior approach and secondary decreasing of lung capacity. Posterior vertebral osteotomies allows quality release and preparation for consecutive correction. Transpedicular instrumentation makes possible segmental correction of kyphotic spine using compression method.

#### CONCLUSIONS

Posterior-only surgical approach in combination with vertebral osteotomies allow effective and safe correction of hyperkyphosis in Scheuermann disease.

**Key words:** Scheuermann, hyperkyphosis, transpedicular screws, osteotomy, posterior approach.

### ÚVOD

Scheuermannova choroba představuje strukturální kyfózu doprovázenou abnormalitami páteře ovlivňujícími obratle i meziobratlové ploténky s následným nahrbením a předklonem trupu. Incidence se pohybuje v populaci mezi 0,04 do 8,3 % (21), s dvojnásobnou převahou chlapců oproti dívkám.

Z genetického hlediska se jedná o dominantně autotomální postižení s vysokým průnikem a variabilním vyjádřením při 74% dědičnosti (3). Základní klasické diagnostické kritérium stanovili Soresen a kol. (20). Jedná se o 3 a více klínovitě deformovaných obratlů za sebou s klínem 5 a více stupňů a o nepravidelnosti krycích ploch, Schmorlovy uzly a zúžení meziobratlových

prostor (obr. 1). Kombinace těchto změn charakterizuje typickou formu Scheuermannovy choroby. Setkáváme se však i s atypickými formami tohoto onemocnění. U nich se může jednat o kombinaci rtg změn bez významné změny kyfózy nebo naopak přítomnost významné hyperkyfózy bez jasných strukturálních změn na obratlích.

Základem vyšetřovacích technik je klinické vyšetření s předklonovým a následně i hyperextenčním testem, který je realizován vleže na břiše s aktivním zvednutím a záklonem horní části trupu a hlavy při pozici rukou umístěných pod čelem. Nedílnou součástí vyšetření je rtg snímek dlouhého formátu v boční projekci vestoje.



Obr. 1. Boční rtg snímek vrcholu kyfotické deformity s typickými klínovitými deformacemi obratlových těl, nerovnostmi krycích ploch a zúžením prostor mezi obratlovými těly.



Obr. 2. Předoperační rtg snímky dlouhého formátu páteře v boční (2a) a AP projekci (2b).

Tento snímek doplňujeme vleže na zádech reklinací snímek s vypodložením vrcholu kyfózy klínem. Toto zobrazení nám dává jasný přehled o tíži deformity i její případné flexibilitě. V indikovaných případech s nutností vyloučení další patologie dané oblasti můžeme využít CT či MRI vyšetření. Na MRI vyšetření můžeme rozeznat i aktivní Schmorlovy uzly.

Léčebné postupy u toho onemocnění jsou stále kontroverzní a pohybují se od prostého cvičení až po složité operační výkony. Konzervativní léčba je určena především raným stádiím deformit a flexibilním typům. Individuální léčebný tělocvik a speciální techniky typu Brunkow, Brügger či Klapp napravují svalové nerovnováhy, zlepšují dechovou kapacitu a parciálně napravují držení těla. Modifikované Milwaukee či Cheneau ortézy umožňují pasivní nápravu deformity u flexibilních typů, především v raném stadiu deformity. Korektní postup ve floridním stadiu onemocnění je klidový režim bez přetěžování páteře a naložení individuální ortézy. Takto lze částečně předejít deformaci vrcholových obratlů a dalším přidruženým změnám. Tužší, ale stále ještě relativně flexibilní deformity indikujeme na naší klinice k naložení reklinacího sádrového korzetu na dobu 3–4 měsíců s následným doléčením v individuální ortéze. Reklinací sádrový korzet umožňuje efektivní korekci deformity a nastoluje dobré podmínky pro následné doléčení.

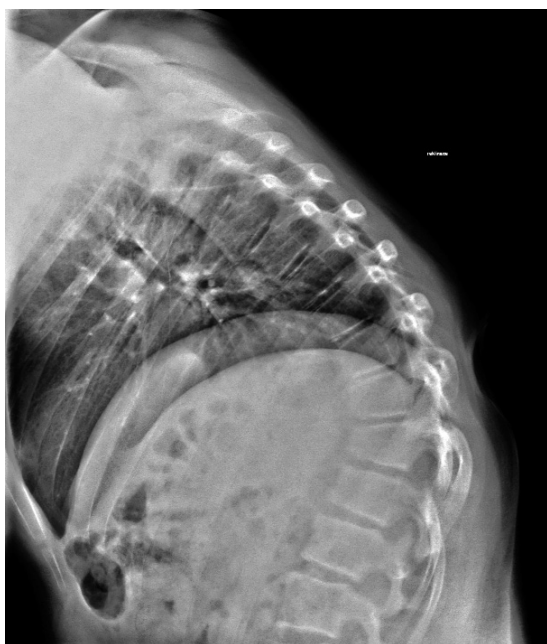
Tuhé deformity s hypekyfózou nad  $75^\circ$  indikujeme k operačnímu řešení, které umožňuje korekci deformity s jejím trvalým udržením a prevencí rozvoje bolestivých změn v přetížených úsecích páteře. Operační léčba může být realizována z kombinovaného přístupu – přední uvolnění a zadní korekce se stabilizací, nebo solitárně zadním přístupem s využitím obratlových osteotomií. Na naší klinice preferujeme od roku 2011 solitárně

zadní operační přístup s využitím transpedikulárních šroubů, Smith-Petersenových osteotomií a cantilever manévru techniky korekce.

## MATERIÁL A METODIKA

Solitárně zadním přístupem jsem v letech 2011–2016 operovali 20 pacientů se základní diagnózou hrudní hyperkyfózy Scheuermannova typu. Věkově nejmladším pacientem byl chlapec 13 let a 8 měsíců, nejstarším pak pacientka ve věku 39 let a 5 měsíců v době operace. Průměrný věk v době operace byl 18 let a 7 měsíců. Všichni pacienti byli operováni implantací transpedikulárních šroubů zavedených free-hand technikou a s následným uvolněním strukturality deformity s využitím Smith-Petersenových osteotomií (SPO) a cantilever manévru korekce. Rozsah instrumentace byl určen dle kraniálně i kaudálně sagitálně stabilních obratlů. V průměru bylo použito 7 SPO (5–9). K posterolaterální fúzi byly použity lokálně odebrané autologní kostní štěpy. Soubor pacientů byl sledován rtg snímky dlouhého formátu v boční projekci předoperačně, bezprostředně pooperačně do 7 dnů a dále po 4, 12 a 24 měsících po operaci (obr. 2a, b, 3, 4a, b). Současně monitorujeme pacienty klinickými snímky (obr. 5a–c). Průměrná tíže hrudní kyfózy byla předoperačně  $92^\circ$  (68–114) a na reklinací snímku došlo ke korekci v průměru na  $77^\circ$ , tedy o 16 % oproti bočnímu snímku ve stoji. Průměrná hodnota sledované bederní lordózy byla  $84^\circ$ .

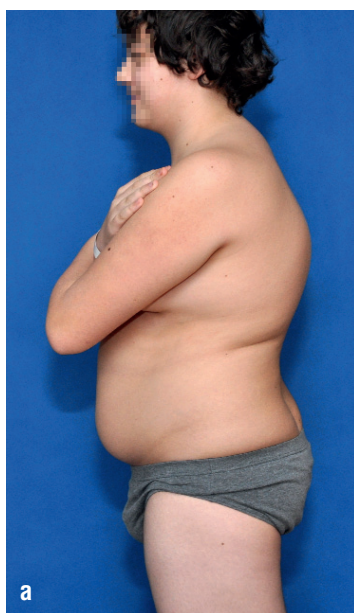
Všichni pacienti byli operováni technikou transpedikulárních šroubů v plné denzitě 2.0, tedy bilaterálně ve všech operovaných etážích. Rozsah instrumentace byl v průměru 12 obratlů (9–14). Nejkraniálněji instrumentovaným obratlem byl první hrudní obratel a nejkaudál-



Obr. 3. Reklinační snímek v boční projekci s patrnou parciální korekcí vrcholu deformity.



Obr. 4. Pooperační rtg snímky v boční (4a) a AP projekci (4b) s patrnou korekcí deformity a stabilizací transpedikulární fixací.



Obr. 5. Klinická foto pacienta se Scheuermannovou hyperkyfózou před operací ve stoji (5a), v předklonu (5b) a pooperační foto (5c) s korigovanou hrudní kyfózou.



nějším čtvrtý bederní obratel. Všichni pacienti byli peroperačně monitorováni evokovanými potenciály. Průměrná doba sledování jsou 4 roky a 5 měsíců s minimální dobou sledování 24 měsíců.

Statisticky jsme porovnali hodnotu korekce křivek těsně po operaci a při poslední kontrole. Pro analýzu hodnot byl použit neparametrický Kruskalův-Wallisův test ke zhodnocení ztráty korekce. Dále jsme statisticky sledovali korelaci mezi mobilitou páteře před operací s velikostí korekce. Absolutní hodnota mobility páteře představovala rozdíl mezi velikostí původní kyfózy a velikostí na reklinačním snímku. Relativní hodnota mobility páteře je procentuální hodnotou vyjádřenou

vzorcem  $100 \text{ minus } \frac{\text{poměr absolutní hodnoty křivky k velikosti křivky na původním snímku}}{\text{poměr velikosti křivky na posledním měření k velikosti původní kyfózy}}$ .

## VÝSLEDKY

Ve sledovaném souboru pacientů došlo ke korekci hrudní hyperkyfózy o 52 % z průměrných předoperačních hodnot  $92^\circ$  na pooperační průměrnou hodnotu  $44^\circ$  (27–85). V porovnání předoperačního reklinačního snímku a pooperačního výsledku bylo dosaženo o 36 % lepší korekce v důsledku

Tab. 1. Soubor hodnocených pacientů s předoperačními a pooperačními hodnotami

Pacient	Pohlaví	Věk	Rozsah	Cobb před		Reklinace	Cobb po		Cobb 0+4		Cobb 1+0		Cobb 2+0	
				Th	L		Th	L	Th	L	Th	L	Th	L
IN	M	16+5	T3-L3	102	128	95	47	60	48	62	48	63	48	61
JH	M	15+9	T3-L3	95	72	83	37	35	38	42	38	44	39	45
DM	M	19+4	T4-L4	73	76	40	27	46	27	46	27	46	28	48
OO	M	16+10	T2-L2	92	102	72	53	61	55	62	56	65	56	65
DK	M	15+11	T3-L3	81	84	73	41	69	43	70	43	68	44	69
FR	M	17+2	T3-L1	68	72	41	45	52	45	55	45	56	46	56
PB	Ž	13+8	T5-L3	81	97	45	37	47	39	48	41	50	41	51
PK	M	15+3	T2-L3	110	65	103	43	64	44	64	44	65	45	65
LV	Ž	24+8	T1-L2	89	58	72	33	49	35	51	36	50	36	49
ZK	M	17+10	T4-L2	91	96	85	38	60	38	61	39	61	40	64
LP	M	15+1	T3-L3	87	78	79	36	56	36	57	38	57	40	58
VS	M	16+8	T2-L1	94	94	75	48	58	48	58	50	59	50	60
MG	Ž	39+5	T2-L3	112	83	104	39	36	39	37	40	37	40	39
MK	M	25+8	T3-L2	88	57	85	57	50	58	50	58	52	59	53
RS	M	16+11	T5-L2	78	76	52	28	52	28	52	30	51	30	50
JN	M	17+0	T3-L2	108	88	102	57	62	57	62	59	64	58	65
JH	M	17+10	T2-L3	114	104	101	85	78	85	78	86	80	87	80
PH	Ž	17+2	T3-L3	97	91	78	46	57	46	58	46	58	46	60
HJ	M	15+5	T4-L2	85	76	72	42	50	43	55	43	53	45	52
RZ	M	19+2	T3-L3	90	85	74	45	54	45	55	46	55	46	56
		18+7		91,75	84,1	76,55	44,2	54,8	44,85	56,15	45,65	56,7	46,2	57,3

efektivního operačního zákroku. Při sledování bederní lordózy byla změna z předoperačních průměrných 84° na pooperačních průměrných 55° (35–78) (tab. 1).

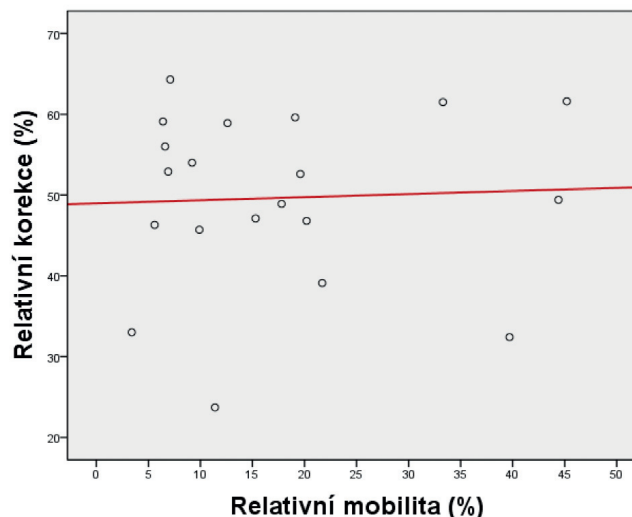
Nebyl nalezen statistický rozdíl při porovnání velikosti Cobbova úhlu kyfózy po operaci s poslední kontrolou ( $p = 0,617$ ). Také nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl při porovnávání velikosti Cobbova úhlu bederní lordózy po operaci s poslední kontrolou ( $p = 0,639$ ). Nulová hypotéza, která říká, že čím větší bude relativní mobilita páteře, tím větší bude i hodnota pooperační korekce kyfotické deformity nebyla na základě statistické analýzy potvrzena. Ke zhodnocení nulové hypotézy jsme využili Pearsonovy korelace k posouzení závislosti mezi relativní mobilitou páteře a relativní pooperační korekcí kyfózy (graf 1). V tomto případě korelace nebyla nalezena ( $p = 0,847$ ). Nulová hypotéza, která určuje, že čím větší bude relativní mobilita páteře, tím větší bude i hodnota pooperační korekce kyfotické deformity, nebyla na základě statistické analýzy potvrzena.

V našem souboru jsme nezaznamenali žádnou závažnou komplikaci. Průměrná ztráta krve byla 900 ml (600–1500 ml). Nedošlo k iatrogennímu poškození nervového systému ani ke komplikacím stran samotné instrumentace. Všichni pacienti byli zhojeni per primam. V jednom případě, při kaudálním zkrácení instrumentace a plném nerespektování sagitálně stabilního obrátle, došlo k DJK (distal junction kyphosis) s progresí o 15° v pooperačním sledování po 12 měsících po operaci, která však nevyžadovala reoperaci.

## DISKUSE

Zatímco kritéria pro stanovení Scheuermanovy choroby jsou jasná a dlouhodobě stanovená, léčba samotná prošla

Graf 1. Pearsonova korelace k posouzení závislosti mezi relativní mobilitou páteře a relativní pooperační korekcí kyfózy nepotvrdila vzájemný signifikantní vztah



významnou proměnou a v mnoha aspektech zůstává kontroverzní (15).

Konzervativní léčba individuální ortézou umožňuje parciální korekci především u flexibilních deformit kostně nezralého skeletu. Etamidafar a kol. (6) dosáhli korekce z průměrných hodnot 63° na 36°. Ve své studii nicméně prokazují schopnost stabilní korekce v průměru o 25° u kyfóz do 75° a 26° u kyfóz nad 75°. Prokazují využití individuálních ortéz k zastavení progresu deformity u 97,5 % pacientů s hyperkyfózami do 90°. Tato práce však neprokazuje dlouhodobou udržitelnost korekce

a spokojenost pacienta. Referuje o dosažené korekci na konci aplikace ortézy. Mehdi Khani a kol. (17) pozorovali statisticky významné rozdíly ve výsledcích u pacientů léčených korzetem s hyperkyfózou nad 45° v plném a jen částečném režimu nošení.

Indikace a samotná operační léčba prošly dlouhodobým vývojem. Někteří autoři indikovali operaci u pacientů, kteří trpí bolestivými potížemi i po prodělané konzervativní léčbě (16, 18). Základní operační technikou byla v té době prostá instrumentovaná stabilizace kyfózy s velmi omezenou schopností korekce. Prvními kroky k operační korekci a stabilizaci hyperkyfózy s využitím kombinovaného předozadního přístupu publikovali Bradford a kol. (2), Herndon a kol. (9) či Lim a kol. (14). Ke zdokonalení předního uvolnění a zmírnění negativního vlivu na orgány dutiny hrudní samotným předním přístupem byla využíván release pomocí VATS (video-assisted thoracoscopic surgery). Touto technikou dosahovali Herrera-Solo a kol. 47% korekce (10).

V první etapě využití solitárně zadního přístupu byla využívána kompresní technika zadní instrumentace. K jednomu z prvních publikovaných souborů patří práce Papagelopoulos a kol. (19), který operoval celkem 21 pacientů, z čehož 13 bylo operováno výhradně zadní stabilizací a kompresí. V souboru operovaných kombinovaně dosáhl korekce 47 % a v souboru se zadní korekcí 42 %. Obdobně nenalezli statisticky významný rozdíl mezi oběma operačními technikami Johnston a kol. (11). Je potřeba si mimo jiné uvědomit, že přední release u hyperkyfózy je realizován v kyfotizované oblasti, a tudíž samotný zhoršuje kyfózu. Současně s tím se zvyšuje riziko případného pakloubu. Kombinovaný přístup tito autoři doporučují u pacientů s velkou deformitou a značnou rigiditou. Dosažená korekce byla limitována nevyužitím osteotomií a aplikací prosté komprese při využívání hybridní formy instrumentace.

Dalším pokrokem, který významně začal upřednostňovat využití solitárně zadních operačních přístupů, bylo zavedení osteotomií do operační korekce a současně většího využití plně transpedikulární zadní stabilizace. V zásadě rozeznáváme dva typy zadních osteotomií, Smith-Petersenovu (SPO) a Ponteho. Rozdíl spočívá v centru rotace, respektive komprese. U SPO je centrum rotace při kompresi v oblasti zadní části obratlového těla, zatímco u Ponteho osteotomie je posunuto k přednímu okraji obratlového těla. Obě zmíněné osteotomie umožňují zhruba 10° v úrovni jednoho segmentu. Na 1° korekce připadá zhruba 1 mm kostní resekce. Většina autorů referuje o využití SPO. Lee a kol. (13) referují o 54% korekci s využitím SPO ve srovnání se 41% korekcí u skupiny operované kombinovaně. Někteří autoři upřednostňují ke korekci Ponteho osteotomii. Geck a kol. (8) ve svém souboru 17 operovaných pacientů dosáhli 61% korekce hyperkyfózy.

Yun a kol. (22) ve svém systematickém přehledu 23 publikovaných studií dospěli k závěru, že ve srovnání kombinovaných a solitárně zadních operačních výkonů je korekce, její ztráta v pooperačním období i úleva od

případné bolesti porovnatelná. Skupina solitárně zadních přístupů však vykazovala lepší výsledky při porovnání pooperačních krevních ztrát, operační doby a případné kyfotizace přilehlých neoperovaných segmentů. Na souboru 30 pacientů rozdělených do srovnatelných skupin dokumentovali Etemadifar a kol. (5) signifikantně vyšší krevní ztrátu a delší operační čas ve skupině operované kombinovaným přístupem. Ve svém rozsáhlém souboru 92 operovaných pacientů referují Koller a kol. (12) o větším počtu operovaných segmentů ve skupině solitárně zadních přístupů při porovnání s kombinovanými výkony.

V našem souboru pacientů jsme vždy použili maximální denzity instrumentace s cílem maximální korekce deformity a zajištění stabilní instrumentace s vyloučením pakloubů. Behrbalk a kol. (1) referují o ekonomické optimalizaci denzity instrumentace. Plnou 100% denzitu aplikovali u 10 pacientů zatímco 54–69% denzitu u 11 pacientů. Srovnali sagitální profil obou operovaných skupin na předoperačních a pooperačních rtg snímcích a nenalezli signifikantní rozdíly v míře korekce či počtu komplikací včetně pakloubů.

Základem dobrého operačního výsledku a jeho dlouhodobého udržení s nastavením harmonického postavení celé páteře je korektní stanovení kaudálního SSV (sagittal stable vertebra). Jako SSV je určen obratel, který na bočním rtg snímku dlouhého formátu je protnut vertikálou vztaženou kraniálně ze zadního horního okraje *os sacrum*. SSV představuje nejspolehlivější metodu určení nejkaudálněji instrumentovaného obratle v porovnání s určením prvního lordotizovaného obratle či spodního koncového obratle (4). Správné nastavení SSV umožňuje efektivní prevenci DJK (distal junctional kyphosis), která může vést k indikaci revizní operace (7). Při nedodržení této podmínky hrozí kyfotizace pod fúzi s následnou sagitální nerovnováhou páteře. Důsledkem této nerovnováhy je i přetížení kaudálních meziobratlových plotének v bederní páteři s následným rizikem předčasné degenerace tohoto úseku.

## ZÁVĚR

Konzervativní léčba závažných hyperkyfóz pokračujících 75° u rostoucího skeletu poskytuje pouze omezenou schopnost korekce. Solitárně zadní operační přístup s využitím obratlových osteotomií umožňuje efektivní a bezpečnou korekci hyperkyfózy při Scheuermannově chorobě. Rtg výsledky dokumentují signifikantní zlepšení hrudní kyfózy i nastavení optimální sagitální rovnováhy při porovnání se změnou bederní lordózy.

Námi popsaná metoda operace kyfózy u pacientů s m. Scheuermann poskytuje trvalé výsledky bez rizika ztráty pooperační korekce ve 24měsíčním FU, a to i ve smyslu křivky bederní lordózy. Naš předpoklad lepší pooperační korekce u pacientů s větším rozdílem Cobbova úhlu mezi bočním snímkem vstoje a reklináčním snímkem se v našem souboru pacientů nepotvrdil.

## Literatura

- Behrbalk E, Uri O, Parks RM, Grewitt MP, Rickert M, Boszczyk BM. Posterior-only correction of Scheuermann kyphosis using pedicle screws: economical optimization through screw density reduction. *Eur Spine J*. 2014;23:2203–2210.
- Bradford DS, Ahmed KB, Moe JH, Winter RB, Lonstein JE. The surgical management of patients with Scheuermann's disease: a review of twenty-four cases managed by combined anterior and posterior spine fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1980;62:705–712.
- Damborg F, Engell V, Andersen M, Kyvik KO, Thomsen K. Prevalence, concordance, and heritability of Scheuermann kyphosis based on a study of twins. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:2133–2136.
- Dikici F, Akgul T, Sarlyilmaz K, Korkmaz M, Ozkunt O, Sar C, Domanic U. Selection of distal fusion level in terms of distal junctional kyphosis in Scheuermann kyphosis. A comparison of 3 methods. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2018;52:7–11.
- Etemadifar M, Ebrahimzadeh A, Hadi A, Feizi M. Comparison of Scheuermann's kyphosis correction by combined anterior-posterior fusion versus posterior-only procedure. *Eur Spine J*. 2016;25:2580–2586.
- Etemadifar MR, Jamalaldini MH, Layeghi R. Successful brace treatment of Scheuermann's kyphosis with different angles. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2017;8:136–143.
- Ghasemi A, Stubig T, Nasto LA, Ahmed M, Mehdian H. Distal junctional kyphosis in patients with Scheuermann's disease: a retrospective radiographic analysis. *Eur Spine J*. 2017;26:913–920.
- Geck MJ, Macagno A, Ponte A, Shuffelbarger HL. The Ponte procedure: posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation. *J Spinal Disord Tech*. 2007;20:586–593.
- Herndon WA, Emans JB, Micheli LJ, Hall JE. Combined anterior and posterior fusion for Scheuermann's kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1981;6:125–130.
- Herrera-Solo JA, Parikh SN, Al-Sayyad MJ, Crawford AH. Experience with combined video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) anterior spinal release and posterior spinal fusion in Scheuermann's kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30:2176–2181.
- Johnston CE 2<sup>nd</sup>, Elerson E, Dagher G. Correction of adolescent hyperkyphosis with posterior-only threaded rod compression instrumentation: is anterior spinal fusion still necessary? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30:1528–1534.
- Koller H, Lenke LG, Meier O, Zenner J, Umschlaeger M, Hempfing A, Hitzl W, Bridwell KH, Koester LA. Comparison of anteroposterior to posterior-only correction of Scheuermann's kyphosis: a matched-pair radiographic analysis of 92 patients. *Spine Deform*. 2015;3:192–198.
- Lee SS, Lenke LG, Kuklo TR, Valenté L, Bridwell KH, Sides B, Blanke KM. Comparison of Scheuermann kyphosis correction by posterior-only thoracic pedicle screw fixation versus combined anterior/posterior fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31:2316–2321.
- Lim M, Green DW, Billingham JE, Huang RC, Rawlins BA, Widmann RF, Burke SW, Boachie-Adjei O. Scheuermann kyphosis: safe and effective surgical treatment using multisegmental instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:1789–1794.
- Liu N, Guo X, MD, Chen Z, Qi Q, Li W, Guo Z, Zeng Y, Sun Ch, Liu Z. Radiological signs of Scheuermann disease and low back pain. *Spine*. 2014;20:1666–1675.
- Lowe TG. Scheuermann disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72:940–945.
- Mehdikhani M, Behtash H, Ganjavlan MS, Abu Osman NA, Khalaj N. Treatment stability of Milwaukee brace in idiopathic hyperkyphosis. *Prosthet Orthot Int*. 2014;38:316–320.
- Murray PM, Weinstein SL, Spratt KF. The natural history and long-term follow-up of Scheuermann kyphosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75:236–248.
- Papagelopoulos PJ, Klassen RA, Peterson HA, Dekutoski MB. Surgical treatment of Scheuermann's disease with segmental compression instrumentation. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;386:139–149.
- Sorensen KH. Scheuermann's Juvenile Kyphosis: Clinical appearances, radiography, aetiology, and prognosis. *Ejnar Munksgaard Forlag, Copenhagen*, 1964.
- Temponi EF, Macedo RD, Pedrosa LOG, Fontes BPC. Scheuermann's kyphosis: comparison between the posterior approach associated with smith-petersen osteotomy and combined anterior-posterior fusion. *Rev Bras Ortop*. 2011;46:709–717.
- Yun C, Shen CL. Anterior release for Scheuermann's disease: a systematic literature review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2017;26:921–927.

## Korespondující autor:

Doc. MUDr. Martin Repko, Ph.D.  
Ortopedická klinika LF MU a FN Brno  
Jihlavská 20  
625 00 Brno  
E-mail: repko@seznam.cz