

RADIOLOGICKÉ SLEDOVÁNÍ SAGITÁLNÍHO PROFILU PÁTEŘE OPERAČNĚ LÉČENÝCH SKOLIOTICKÝCH DEFORMIT

RADIOLOGIC EVALUATION OF SPINE SAGITTAL PROFILE IN SURGICALLY TREATED SCOLIOTIC DEFORMITIES

původní práce

Miloš Keřkovský¹
Aleš Neumann¹
Petr Messner jr.²

¹Radiologická klinika LF MU a FN, Brno – Bohunice

²Ortopedická klinika LF MU a FN, Brno – Bohunice

Přijato: 15. 12. 2007.

Korespondenční adresa:

MUDr. Miloš Keřkovský
Radiologická klinika FN
Jihlavská 20, 625 00 Brno
e-mail: mkerkovsky@fnbrno.cz

SOUHRN

Keřkovský M, Neumann A, Messner P. Radiologické sledování sagitálního profilu páteře operačně léčených skoliotických deformit

Cíl. Práce je zaměřena na analýzu čtyř základních radiologických parametrů stanovujících sagitální stabilitu páteře u operačně léčených skoliotických deformit.

Metoda. Prospektivní studií jsme sledovali změny lordóz, kyfóz (měřeno Cobbovým úhlem) a T9 tiltu se sagitálním tiltem (měřeno metodou dle Duval-Beaupére) na laterálních dlouhých snímcích páteře. Celkem jsme měření prováděli u 76 pacientů (56 idiopatických a 20 neuromuskulárních křivek), vyšetřených na Radiologické klinice a operovaných na Ortopedické klinice FN Brno – Bohunice metodou zadní korekce a stabilizace. Měření bylo realizováno předoperačně, bezprostředně po operaci, 4 měsíce po operaci a dále v půlročních intervalech. K vyhodnocení výsledků jsme použili parametrické a neparametrické statistické testování.

Výsledky. Nalezli jsme signifikantní rozdíly v úhlu hrudní kyfózy při analýze předoperačních snímků celého souboru mezi skupinami pacientů s idiopatickou a neuromuskulární skoliózou. Statisticky významné byly také rozdíly v úhlu bederní lordózy a sagitálního tiltu u souboru neuromuskulární skoliózy v porovnání předoperačního a pooperačního stavu.

Závěr. Operační korekce idiopatických skolióz nevede ke statisticky významným změnám v sagitální rovině. Naopak operační řešení neuromuskulárních křivek prokázalo statisticky významné změny především

SUMMARY

Keřkovský M, Neumann A, Messner P. Radiologic evaluation of spine sagittal profile in surgically treated scoliotic deformities

Aim. The study focuses on the four radiologic parameters describing sagittal stability of a spine in patients with surgically treated scoliotic deformities.

Method. In a prospective study we observed the changes of lordosis, kyphosis (measured by Cobb's angle), T9 and sagittal tilt angle (measurement by Duval-Beaupére) on lateral long-format X-Ray projections of spine. The study was made in a group of 76 patients (50 idiopathic and 20 neuromuscular scoliotic curves) examined at Radiological Clinic and treated surgically at Orthopedical clinic of The Faculty Hospital Brno by means of posterior correction and stabilization. The measurement was realized pre-operative, immediately after surgery, 4 months after surgery and further in 6 months interval. For data evaluation parametric and non-parametric statistical analysis was used.

Results. We found significant difference in pre-operative thoracic kyphosis angle comparing group of patients with idiopathic and neuromuscular scoliosis. Statistically significant was also difference in lumbar lordosis angle and sagittal tilt angle comparing pre- and post-operative state in the subgroup of patients with neuromuscular scoliosis.

Conclusion. Surgical treatment of idiopathic scoliosis does not cause significant changes in sagittal plane. Conversely, surgical treatment of neuromuscular scoliotic curves lead to significant change of lumbar lordosis and

v měření bederní lordózy a sagitálního tiltu v korelaci s obecně příznivým vývojem sagitální stability u těchto pacientů po operaci. Zmiňované parametry lze proto považovat za cenný objektivní ukazatel vhodný ke sledování vlivu operačního zásahu do sagitálního profilu páteře a jeho dalšího vývoje.

Klíčová slova: skolióza, sagitální profil, operace.

sagittal tilt angle in correlation with generally favorable clinical impact of surgery on sagittal stability of spine. Therefore these parameters can be interpreted as valuable objective indicator suitable for assessment of surgical treatment impact on sagittal profile of a spine and its further progression.

Key words: scoliosis, sagittal profile, surgery.

ÚVOD

Skolióza představuje deformitu páteře ve třech základních rovinách – frontální, sagitální a transversální. Většinou se vyvíjí v růstovém období a negativně ovlivňuje stabilitu páteře (1–3). V dospělém věku vedou tyto deformity k sekundárním degenerativním změnám a způsobují závažné bolestivé stavy, které značným způsobem ovlivňují kvalitu života (4). Operační řešení v době dospívání umožňuje korekci v té době flexibilní deformity a zajištění stabilní vyrovnané páteře pomocí kostěné fúze a vnitřní instrumentace (5).

Radiologické vyšetření patří k základním vyšetřovacím metodám. Umožňuje nejen dokumentaci celého průběhu léčby, ale je základním vodítkem pro stanovení optimálního způsobu ošetření a rozsahu nutné operační stabilizace a kostěné fúze (6). K základním vyšetřovacím metodám patří především rentgenové (RTG) vyšetření páteře na dlouhém formátu ve dvou projekcích – předozadní a laterální.

Většina prací s tematikou sledování výsledků operací skoliózy je zaměřena především na sledování korekce frontální roviny. Sagitální rovina se významným způsobem podílí na stabilitě celé páteře a přispívá k celkovému dlouhodobému udržení operačně dosažené korekce. U některých typů skoliózy, především neuromuskulárních, je tato sagitální rovnováha značně narušena a je rozhodujícím činitelem pro stabilitu sedu či stoje (7, 8).

Ve studii jsme se zaměřili na zhodnocení změn sagitálního profilu páteře a jejich významu pro udržení korekce deformity.

MATERIÁL A METODA

V prospektivní randomizované studii jsme vyšetřili 76 pacientů, kteří podstoupili v rozmezí let 2003–2004 na Ortopedické klinice FN Brno – Bohunice operační léčbu pro skoliotickou deformitu technikou zadní korekce frontální a sagitální roviny a stabilizace doplněné posterolaterální fúzí. V tomto souboru bylo 56 idiopatických a 20 neuromuskulárních křivek. Ve skupině pacientů s idiopatickou skoliózou bylo 7 mužů a 49 žen. Skupinu pacientů s neuromuskulární skoliózou tvořilo 10 mužů a 10 žen. Průměrný věk pacienta s idiopatickou skoliózou v době operace byl 16 let a 16,2 roku u pacientů s neuromuskulární skoliózou.

U všech pacientů bylo provedeno RTG vyšetření dlouhého formátu celé páteře v předozadní a boční projekci se zachycením týlu a kyčelních kloubů. U pacientů s idiopatickou křivkou bylo vyšetření prováděno ve stoji, u pacientů s neuromuskulárním postižením ve stoji nebo vsedě dle možností udržení stability stoje. Vyšetření byla realizována na přístroji GE Proteus XA, snímkováno s ohniskem 180 cm. Použity byly kazety formátu 30 × 90 cm s postupně zesilující fólií. RTG snímky a měření byly realizovány v jednotném schématu: předoperačně, bezprostředně po operaci, 4 měsíce po operaci a dále v půlročních intervalech.

Na RTG snímcích jsme měřili tyto parametry:

1. **Úhel kyfózy a lordózy** měřený Cobbovým úhlem. Cobbův úhel je doplňkovým úhlem ke kolmicím vzneseným z nejvíce ukloněných krycích ploch koncových obratlů křivky vzhledem k vertikále. Kladné hodnoty určují míru kyfózy a negativní hodnoty míru lordózy.
2. **Sagitální parametry dle Duval-Beaupère (9)**
T9 tilt. Představuje úhel, který je dán spojnicí středu hlavičky femoru se středem obratlového těla T9 a vertikály. Pozitivní hodnoty vyjadřují míru dekompenzace trupu do záklonu, negativní hodnoty míru dekompenzace trupu do předklonu.

Sagitální tilt. Měříme úhel mezi vertikálou a spojnicí předního okraje sakra s předním okrajem obratlového těla Th3.

Statistické vyhodnocení výsledků měření bylo zaměřeno dvojím směrem:

1. zjištění případných předoperačních rozdílů v sagitální rovnováze mezi skupinami idiopatické a neuromuskulární skoliózy;
2. zjištění případných signifikantních změn v porovnání mezi předoperační a pooperační sagitální rovnováhou páteře. Soubor byl zhodnocen nejprve celkově a poté v jednotlivých etiologických skupinách.

Pro statistickou analýzu byly použity parametrické i neparametrické metody testování. Pro srovnání souboru idiopatických skolióz se neuromuskulárními byl použit nepárový t-test a Mann-Whitneyho test. Pro zhodnocení rozdílů mezi předoperačně a pooperačně naměřenými hodnotami jsme použili párový t-test a Wilcoxonův znaménkový test.

VÝSLEDKY

Souhrnná data pro celkový soubor i samostatně pro obě podskupiny pacientů ukazuje tabulka 1.

Signifikantní změny jsme zaznamenali při porovnání mezi idiopatickou a neuromuskulární skoliózou u předoperačního vyšetření úhlu kyfózy na hladině významnosti $p = 0,003$ (t-test, $t = 3,120$, $df = 74$). Určitý rozdíl mezi oběma skupinami byl shledán i při měření hodnot sagitálního tiltu, byť ne se statistickou významností (Mann-Whitney: $U = 405$, $Z = -1,831$, $p = 0,067$).

Statisticky signifikantní změna byla zaznamenána u celkového souboru při porovnání předoperačních a pooperačních měření sagitálního tiltu pomocí párového t-testu na hladině významnosti $p = 0,045$. Průměrný rozdíl mezi stavem před a po operaci činil $3,8^\circ$.

Závěrem jsme analyzovali jednotlivé skupiny izolovaně. Ve skupině idiopatických křivek nebyly zaznamenány statisticky významné změny. Naopak ve skupině neuromuskulárních křivek byly statisticky významné změny nalezeny u měření úhlu lordózy a sagitálního tiltu. Pro úhel lordózy jsme našli signifikantní změny s průměrným rozdílem mezi předoperačním a pooperačním stavem $10,35^\circ$ na hladině významnosti $p = 0,027$ (t-test, $t = -2,396$, $df = 19$). Významný rozdíl mezi úhlem sagitálního tiltu před a po operaci byl též zjištěn pomocí Wilcoxonova testu ($p = 0,03$, Mean Rank 1 = 11,64, Mean Rank 2 = 7,83, $Z = -2,171$). Průměrný rozdíl úhlu sagitálního tiltu v tomto případě činil $5,1^\circ$.

Efekt operačního zásahu do sagitální osy páteře pacienta s neuromuskulární skoliózou ukazuje obrázek 1.

DISKUSE

Ve studii jsme se zaměřili na analýzu čtyř základních radiologických měřitelných parametrů, které umožňují vyšetření sagitální stability páteře pacientů léčených pro skoliózu. Soubor pacientů zahrnuje skoliózy dvou základních etiologických skupin: idiopatické a neuromuskulární. Porovnáním sagitálních parametrů mezi těmito dvěma skupinami skolióz jsme našli signifikantní změny v úhlu hrudní kyfózy, který je podstatně větší u neuromuskulárních skolióz. Akcentace hrudní kyfózy vede u těchto pacientů k těžším páteřním deformitám a větší

sagitální nestabilitě s pravidelnou tendencí k přepadáváním pacientů dopředu (10, 11). V souladu s tímto poznatkem jsou i zvětšené hodnoty sagitálního tiltu při porovnání se skupinou idiopatických křivek, přestože tento rozdíl nebyl shledán jako statisticky významný.

Porovnání předoperačních a pooperačních měření celého souboru pacientů bez rozdílu typu křivek prokázalo signifikantní změny sagitálního tiltu s nižšími hodnotami v pooperačních měřeních. Analýza skupiny idiopatických křivek na rozdíl od neuromuskulárních skolióz prokázala velmi malou změnu sagitálního profilu vlivem operační léčby. V této skupině pacientů není sagitální nerovnováha tak závažným způsobem porušena (12, 13) a primárním cílem operačního zásahu také není korekce sagitální imbalance páteře, nýbrž úprava, případně zabránění progresi skoliotického zakřivení ve frontální rovině.

Statisticky nejvýznamnější změny sagitálního profilu jsme zaznamenali u neuromuskulárních křivek. Korekce sagitální roviny je jedním ze základních cílů operační léčby této skupiny pacientů (14). V souladu s tímto jsme našli především signifikantní snížení bederní lordózy. Naopak korekce hrudní hyperkyfózy se projevila pouze v omezené míře. Celkové zlepšení stability sedu a stoje se projevilo především ve statisticky významných změnách sagitálního tiltu.

Je nutno podotknout, že v literatuře prozatím nejsou kompletní informace o fyziologických hodnotách všech námi hodnocených parametrů, které by byly zjištěné měřeními na velkých souborech (15), což platí především pro úhel sagitálního tiltu. Z tohoto hlediska lze říci, že prozatím neexistují přesné normy pro úhly sagitální křivky páteře, nejsou tedy ani známy žádoucí hodnoty, kterých bychom měli dosáhnout pomocí operačního zákroku. Ve studii vycházíme z pozorování kladných klinických známek vývoje stability po operaci především pacientů s neuromuskulární skoliózou, které koreluje se signifikantní změnou některých výše uvedených měření, porovnáváme-li situaci před a po operaci. Tyto parametry lze tedy označit jako cenný objektivní ukazatel korekce sagitální rovnováhy páteře. Jistě by bylo žádoucí v budoucnu popsat parametry sagitálního profilu páteře u velkého souboru zdravé populace; v tomto směru by mohlo být perspektivní též využití otevřených MR systémů s možností vyšetření pacienta ve stoje, čímž by byla eliminována radiační zátěž pacientů i zdravých dobrovolníků účastnících se studií.

Tab. 1. Souhrnná data pro celý soubor a samostatně pro skupinu pacientů s idiopatickou a neuromuskulární skoliózou
Tab. 1. General data for the whole set and for the subgroups of patients with idiopathic and neuromuscular scoliosis

		Kyf.		Lord.		T9		ST	
		pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
celkový soubor	průměr	28,64	27,41	-54,46	-53,52	6,83	5,47	3,24	2,01
	σ	22,97	16,46	23,05	16,41	9,55	6,86	4,97	4,61
	medián	29,5	28,5	-60	-53	7	5	3	2
idiopatická skolióza	průměr	23,96	24,27	-52,68	-54,93	7,68	7,05	2,73	2,14
	σ	18,34	15,57	23,06	15,48	9,67	4,27	4,43	4,37
	medián	23,5	23	-55	-55,5	7	6	2	2,25
neuromuskulární skolióza	průměr	41,75	36,20	-59,45	-49,37	4,45	1,05	4,65	1,65
	σ	28,81	15,68	22,31	18,25	8,79	10,06	6,04	5,20
	medián	47,5	39,5	-63,5	-45	4,5	2	5	2



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B

Obr. 1. Předoperační boční RTG snímek páteře pacienta s neuromuskulární skoliózou (A) s patrnou sagitální dysbalancí. Pooperační RTG (B) ukazuje korekci křivky páteře pomocí instrumentace zasahující až do pánve.

Fig. 1. Pre-operative lateral spine X-ray in a patient with neuromuscular scoliosis (A) with obvious sagittal imbalance. Post-operative examination (B) shows correction of the spinal curve using instrumentation reaching down to the pelvis.

ZÁVĚR

V práci jsme se zabývali analýzou definovaných parametrů sagitálního profilu páteře jejich porovnáním mezi dvěma etiologicky odlišnými skupinami pacientů se skoliózou, dále bylo provedeno porovnání opakovaných měření u pacientů před a po operaci.

Prokázali jsme větší míru sagitální osové abnormality páteře u skupiny pacientů s neuromuskulární skoliózou, kterou odráží významně větší hodnoty hrudní kyfotizace.

Při porovnání hodnot sagitálního profilu u pacientů s idiopatickou skoliózou nebyly zjištěny významné rozdíly mezi stavem před a po operaci. Naopak u pacientů s neuromuskulární skoliózou v korelaci s pozorováním příznivého vlivu operač-

ního řešení na sagitální rovnováhu páteře jsme prokázali významnou změnu měřených úhlů bederní lordózy a sagitálního tiltu. Tyto parametry se jeví být slibným objektivním měřítkem, které je možné použít pro posouzení vlivu operačního zásahu do sagitální rovnováhy páteře a jejího dalšího vývoje v čase.

Měření sagitálního profilu operačně řešených pacientů se skoliotickými deformitami lze tedy považovat za přínosné vyšetření pro posouzení operačně dosažené nápravy stability sedu a stoje, především u pacientů s neuromuskulárním postižením.

LITERATURA

1. **Vlach O.** Léčení deformit páteře. Praha: Avicenum 1986.
2. **Engsberg JP, Lenke LG, Hollander KW, Urich ML, Commean PK, Lee JR, Bae KT.** Methods to locate center of gravity in scoliosis. *Spine* 2003; 28: E483–489.
3. **Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthounaud E, Betz RR, Roussouly P.** Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J* 2005; 26: 1–8.
4. **Chaloupka R, Roubalová J, Krbec M, Repko M, Pátková J.** Vybrané kapitoly z LTV ve spondylochirurgii. Brno: IDVPZ 2003.
5. **Mac-Thiong JM, Berthounaud E, Dimar JR, Betz RR, Labelle H.** Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine* 2004; 29: 1642–1647.
6. **Repko M, Krbec M, Šprláková A, Chaloupka R, Neubauer J.** Zobrazovací metody při vyšetření skoliotických deformit páteře. *Ces Radiol* 2007; 61: 74–79.
7. **Repko M, Vlach O.** Paralytic Scoliosis – the management in an adolescent age. *Scripta medica* 2000; 73: 179–181.
8. **Repko M, Chaloupka R, Krbec M, Leznar M, Tichý V, Šprláková A.** Možnosti léčení vrozené skoliózy s diastematomyelií. *Acta spondylogica* 2004; 2: 10–14.
9. **Duval-Beaupère G, Marty C, Barthel F.** Sagittal profile of the spine prominent part of the pelvis. *Stud Health Technol Inform* 2002; 88: 47–64.
10. **Lipton GE, Letonoff EJ, Dabney KW, Miller F, McCarthy HC.** Correction of sagittal plane spinal deformities with unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A: 2349–2357.
11. **Repko M, Tichý V.** Operační řešení neuromuskulárních deformit páteře a pánve technikou dle Luqueho–Galvestonea. *Acta spondylogica*. 2004; 1: 57–61.
12. **Benli IT, Akali S, Kis M, Citak M, Aydin E, Duman E.** Frontal and sagittal balance analysis of late onset idiopathic scoliosis treated with third generation instrumentation. *Kobe J Med Sci* 2001; 47: 231–233.
13. **De Jonge T, Dobousset JF, Illes T.** Sagittal plane correction in idiopathic scoliosis. *Spine* 2002; 27: 754–760.
14. **Dabney KW, Miller F, Lipton GE, Letonoff EJ, McCarthy HC.** Correction of sagittal plane spinal deformities with unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A: 156–168.
15. **Guigui P, Levassor N, Rillardon L, Wodecki P, Cardinne L.** Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagittal balance: analysis of 250 healthy volunteers. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2003; 89: 496–506.