

Retrospektywna ocena dwuetapowego leczenia operacyjnego skolioz powyżej 100° – ocena z uwzględnieniem balansu kręgosłupa

Retrospective Study of Two-stage Surgery in the Treatment of Scoliosis Exceeding 100° – Assessment Including Spinal Balance Evaluation

Barbara Jasiewicz^(A,B,C,D), Tomasz Potaczek^(A,D,F), Andrzej Szczęśniak^(B,C),
Maciej Tęšiorowski^(B,D,E,F)

Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Zakopane
Jagiellonian University, Collegium Medicum, Department of Orthopaedics and Rehabilitation, Zakopane

STRESZCZENIE

Wstęp. Skoliozy o kącie skrzywienia powyżej 100° stanowią istotny problem w spondyloortopedii. Wybór optymalnej techniki operacyjnej jest kluczowy, nie tylko z powodu wielkości korekcji, ale także z powodu ograniczania ilości powikłań oraz unikania zaburzeń kompensacji po leczeniu operacyjnym. Celem pracy jest analiza wyników leczenia operacyjnego pacjentów ze skrzywieniem kręgosłupa powyżej 100°, z zastosowaniem dwuetapowego postępowania: uwolnienie przednie, wyciąg czaszkowo-udowy i spondylodeza tylna z instrumentarium derotacyjnym.

Materiał i metody. Analizę przeprowadzono na podstawie oceny retrospektywnej 12 chorych ze skoliozą w odcinku piersiowym: 7 kobiet i 5 mężczyzn. Średni kąt skoliozy przed operacją wynosił 129°. Wszyscy chorzy byli operowani dwuetapowo: uwolnienie przednie, następnie 10-14 dni wyciągu czaszkowo-udowego i spondylodeza tylna z instrumentarium derotacyjnym. Wiek w chwili operacji wynosił średnio 19 lat. Okres obserwacji był równy 5 lat. Do oceny radiologicznej wykorzystano zdjęcia rentgenowskie tylna-przednie i boczne.

Wyniki. Korekcja skrzywienia wyniosła średnio 44% i wynik ten był trwały w okresie obserwacji. Kifoza piersiowa nie zmieniła się istotnie po leczeniu, wynosiła średnio 61°. Dekompensacja w płaszczyźnie czołowej przed operacją była obecna w 4 przypadkach, a po leczeniu tylko w jednym. Odległość kręgu Th1 od linii środkowej poprawiła się istotnie statystycznie, podobnie jak kąt przejścia Th12-L2 na radiogramie bocznym. W analizowanym materiale nie wystąpiły powikłania neurologiczne.

Wniosek. Dwuetapowe leczenie bardzo dużych skolioz umożliwia trwałą korekcję skrzywienia z poprawą balansu kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej jak i czołowej.

Słowa kluczowe: skolioza, leczenie operacyjne, balans kręgosłupa

SUMMARY

Background. Scoliosis exceeding 100° remains an important problem in spinal orthopaedics. The choice of an optimal surgical technique is crucial, not only because of the degree of correction needed, but also because of the need to minimize the number of complications and avoid imbalance after surgery. The aim of this work is to analyse the outcomes of a two-stage surgical regimen for scoliosis exceeding 100° consisting of anterior release, cranio-femoral traction, and posterior fusion with derotational instrumentation.

Material and methods. Twelve patients with thoracic scoliosis (7 females and 5 males) were assessed retrospectively. The mean curve angle before surgery was 129°. All patients underwent a two-stage procedure consisting of anterior release followed by 10-14 days of cranio-femoral traction and posterior fusion with derotational instrumentation. Mean age at surgery was 19 years. The mean follow-up period was 5 years. Radiological evaluation was based on postero-anterior and lateral radiographs.

Results. Mean curve correction was 44% and this result was stable during the follow-up period. Thoracic kyphosis did not change significantly after treatment, remaining at 61° on average. Coronal decompensation was noted in 4 patients before surgery and one of the four after treatment. The Th1-midline distance improved significantly, as did the Th12-L2 angle on lateral radiographs. There were no neurological complications.

Conclusion. Two-stage treatment of very severe scoliosis enables stable correction with some improvement of spinal balance in both the coronal and sagittal plane.

Key words: scoliosis, surgery, spinal balance

WSTĘP

Leczenie operacyjne bardzo dużych skolioz jest niełatwe, a wybór optymalnej metody leczenia nadal pozostaje nieustalony [1,2]. Dobór właściwej techniki operacyjnej jest kluczowy, nie tylko z powodu wielkości korekcji, ale także z powodu ograniczania ilości powikłań oraz unikania zaburzeń kompensacji po leczeniu operacyjnym. Im skrzywienie jest większe zwłaszcza, gdy przekracza 60-70°, to korekcja jest trudniejsza i bardziej ograniczona [3]. Większość autorów omawiając uzyskane wyniki w leczeniu tych deformacji skupia się na uzyskanej korekcji skoliozy, ewentualnie wielkości kifozy lub lordozy [4].

Celem pracy jest analiza wyników leczenia operacyjnego pacjentów ze skrzywieniem kręgosłupa powyżej 100°, z uwzględnieniem oceny kompensacji w płaszczyźnie czołowej jak i strzałkowej.

MATERIAŁ I METODY

Jest to badanie retrospektywne, materiał stanowi 12 chorych operowanych w latach 1991-2002. Było to 7 osób płci żeńskiej i 5 płci męskiej. Wiek w chwili operacji wynosił średnio 19,2 lata \pm 9,9 (9,5-42,1). Idiopatyczna skolioza strukturalna piersiowa prawostronna występowała u 8 pacjentów, długołukowa piersiowo-lędźwiowa u 3 chorych i podwójna – u 1 chorego. Wszyscy chorzy byli uprzednio leczeni zachowawczo (ćwiczenia, gorsety różnych typów), natomiast nikt nie był leczony operacyjnie.

Kąt skrzywienia wg Cobba wynosił w odcinku piersiowym przed operacją średnio $129^\circ \pm 24,9^\circ$ (100° - 164°). Kąt skrzywienia na radiogramie elongacyjnym wynosił średnio $106^\circ \pm 18,9^\circ$ (75° - 137°). Elastyczność kręgosłupa wynosiła zatem $14,4\% \pm 8,5$ (5% - $32,3\%$). Odległość wyrostka kolczystego kręgu Th1 od linii środkowej ciała przekraczała 2 cm u 4 chorych, u pozostałych była w zakresie do 2 cm, średnia bezwzględnej wartości odległości dla całej grupy wynosiła 1,8 cm.

Kąt kifozy był równy $60,8^\circ \pm 31,7^\circ$ (15° - 135°) a kąt lordozy $49,3^\circ \pm 15,3^\circ$ (33° - 90°). Przejście piersiowo-lędźwiowe, czyli odcinek Th12-L2 był prawidłowy u 4 chorych, a kifotyczny u 8 chorych, ze średnią kifozą w zakresie Th12-L2; $22,3^\circ$.

Wszyscy pacjenci byli leczeni dwuetapowo. W pierwszym etapie wykonywano uwolnienie przednie z dostępu przez torakotomię. Po operacji zakładano wyciąg czaszkowo-udowy: grot Schanza przeprowadzano nadkolanowo przez kość udową, na nim mocowano kłamerę wyciągową (obustronnie), w łusce kości skroniowej obustronnie w linii dwuosznej 3 cm powyżej małżowiny usznej wiercono otwór w blaszce zewnętrznej, zakładano następnie kłamerę

BACKGROUND

Surgical treatment of very severe scoliosis is not easy and an optimal treatment is yet to be found [1,2]. The choice of an appropriate surgical technique is crucial, not only because of the degree of correction needed, but also because of the need to minimize the number of complications and avoid post-surgical imbalance. The greater the degree of curvature, especially exceeding 60-70°, the more difficult and limited the correction [3]. When discussing the outcomes of treatment of such deformities, most authors focus on the degree of correction achieved or, more rarely, on the angle of kyphosis or lordosis [4].

This paper analyzes the outcomes of a two-stage surgical regimen for scoliosis exceeding 100°, including an assessment of coronal and sagittal compensation.

MATERIALS AND METHODS

Twelve patients with scoliosis (7 females and 5 males) operated on between 1991 and 2002 were assessed retrospectively. Mean age at surgery was 19.2 ± 9.9 years (9.5-42.1). Eight patients had right-sided idiopathic structural thoracic scoliosis, three patients had long thoracolumbar scoliosis and the remaining ones presented with double-arch scoliosis. All patients had been treated conservatively (exercises, different braces), and none had undergone surgery.

The mean pre-surgery thoracic Cobb angle was $129^\circ \pm 24.9^\circ$ (100° - 164°). Full-length standing spine radiographs revealed a mean angle of $106^\circ \pm 18.9^\circ$ (75° - 137°). Thus, spinal flexibility amounted to 14.4% \pm 8.5 (5%-32.3%). The Th1 spinous process-midline distance was greater than 2 cm in 4 patients and did not exceed 2 cm in the remaining subjects, for a mean absolute distance of 1.8 cm for the whole group.

The kyphosis and lordosis angles were $60.8^\circ \pm 31.7^\circ$ (15° - 135°) and $49.3^\circ \pm 15.3^\circ$ (33° - 90°), respectively. The thoracolumbar junction (Th12-L2 segment) was normal in four patients and kyphotic in eight, with a mean angle of 22.3° .

All patients underwent a two-stage procedure. The first stage was a thoracotomy for anterior release. Cranio-femoral traction was applied following the surgery: tongs were mounted bilaterally on Schanz screws inserted above the knee through the femur; openings were made bilaterally in the temporal squama in the outer table of the skull 3 cm above the auricles in the biauricular axis for the placement of screws ("Zakopane modification"). The bilateral load on the traction was increased over 10-14 days from 1/14 to approximately 1/3 of the patient's weight, depending on their tolerance of the load. The patients

w modyfikacji zakopiańskiej. Obciążenie wyciągu stopniowo zwiększano w ciągu 10-14 dni od 1/14 do około 1/3 masy ciała pacjenta, w zależności od tolerancji obciążenia przez chorego. Monitorowano obecność jakichkolwiek objawów neurologicznych – ich wystąpienie powodowało zatrzymanie zwiększania obciążenia wyciągu. W drugim etapie wykonywano korekcję skrzywienia z dostępu tylnego ze spondylodezą i z instrumentarium derotacyjnym. W odcinku piersiowym stosowano haki, w odcinku lędźwiowym haki i/lub śruby przez nasadowe. W 4 przypadkach dodatkowo zastosowano podłukowe pętle drutu. Zakres spondylodezy wynosił średnio 12,8 segmentów, najczęściej instrumentarium objęty był odcinek Th4-L4.

Okres obserwacji był równy średnio 5 lat (2-8).

Ocenę radiologiczną przeprowadzono na zdjęciach rentgenowskich wykonywanych na stojąco w projekcjach tylno-przedniej i bocznej przed operacją, bezpośrednio po operacji oraz po okresie obserwacji. Oceniano kąt przed i po operacji, wielkość korekcji skrzywienia na zdjęciu wyciągowym, korekcję pooperacyjną. Kompensacja kręgosłupa jest to ważny parametr wpływający na dobry lub zły wynik leczenia. Chcąc ją uwzględnić wprowadzono uproszczoną ocenę balansu w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej poprzez pomiar odległości kręgu Th1 od linii środkowej w płaszczyźnie czołowej, zmiany kifozy, lordozy i kąt przejścia piersiowo-lędźwiowego (Th12-L2).

WYNIKI

Kąt skrzywienia mierzony na zdjęciu wyciągowym, pod maksymalnym obciążeniem, wyniósł średnio $85^{\circ} \pm 26,2^{\circ}$ (59° - 120°). Korekcja wyciągiem była zatem równa $30,9\% \pm 7,6$ ($24,1\%$ - $41,0\%$). Kąt skrzywienia po operacji był równy $75^{\circ} \pm 22,8^{\circ}$ (37° - 124°), a procentowa wielkość korekcji wynosiła średnio $44\% \pm 15,6$ (23% - 68%). Korekcja była utrzymana i po okresie obserwacji kąt skrzywienia wynosił średnio $73^{\circ} \pm 30,8^{\circ}$ (35° - 130°). Nie zanotowano istotnej statystycznie utraty korekcji.

Po operacji, odległość wyrostka kolczystego kręgu Th1 od linii środkowej ciała przekraczała 2 cm u 3 chorych i wynosiła u nich odpowiednio 3,5 cm, 3,5 cm oraz 3 cm. Po okresie obserwacji kompensacja czołowa uległa dalszej poprawie i tylko u 1 chorego odległość wyrostka kolczystego kręgu Th1 od linii środkowej ciała nadal przekraczała 2 cm i wynosiła 2,5 cm (Ryc. 1). W związku z dużą skoliozą, u wszystkich chorych zarówno przed operacją, jak i po niej obserwowano znaczną deformację klatki piersiowej i żeber z zaburzeniem kształtu tułowia.

Kifoza piersiowa po operacji zmniejszyła się do $54,4^{\circ} \pm 21,3^{\circ}$ (28° - 85°), aby po okresie obserwacji wró-

were monitored for the development of neurological symptoms. If any symptom occurred, load increase was discontinued. The second stage involved correction of the curve by posterior fusion with derotational instrumentation (hooks in the thoracic spine and lumbar hooks and/or transpedicular screws). In four patients sublaminar wiring was added. Posterior fusion involved 12.8 segments on average (Th4-L4 in most patients).

The mean follow-up period was 5 years (2-8).

Radiological assessment was based on postero-anterior and lateral standing radiographs obtained prior to the surgery, immediately following it and after the follow-up period. The following parameters were assessed: pre- and post-surgery curve angles, degree of correction on traction radiograph, and post-surgery correction. Spinal compensation is an important parameter which has a bearing on treatment outcomes. In order to include it in the evaluation, a simplified assessment of both coronal and sagittal balance was implemented by measuring the Th1-midline distance in the sagittal plane, changes in the degree of kyphosis and lordosis, as well as the thoracolumbar junction angle (Th12-L2)

RESULTS

The mean curve angle measured on traction radiographs obtained at maximum load was $85^{\circ} \pm 26.2^{\circ}$ (59° - 120°). Correction by traction thus amounted to $30.9\% \pm 7.6$ (24.1% - 41.0%). The post-surgery curve angle was $75^{\circ} \pm 22.8^{\circ}$ (37° - 124°); thus mean correction amounted to $44\% \pm 15.6$ (23% - 68%). This result was stable, with the mean curve angle after the follow up period at $73^{\circ} \pm 30.8^{\circ}$ (35° - 130°). No statistically significant correction loss was observed.

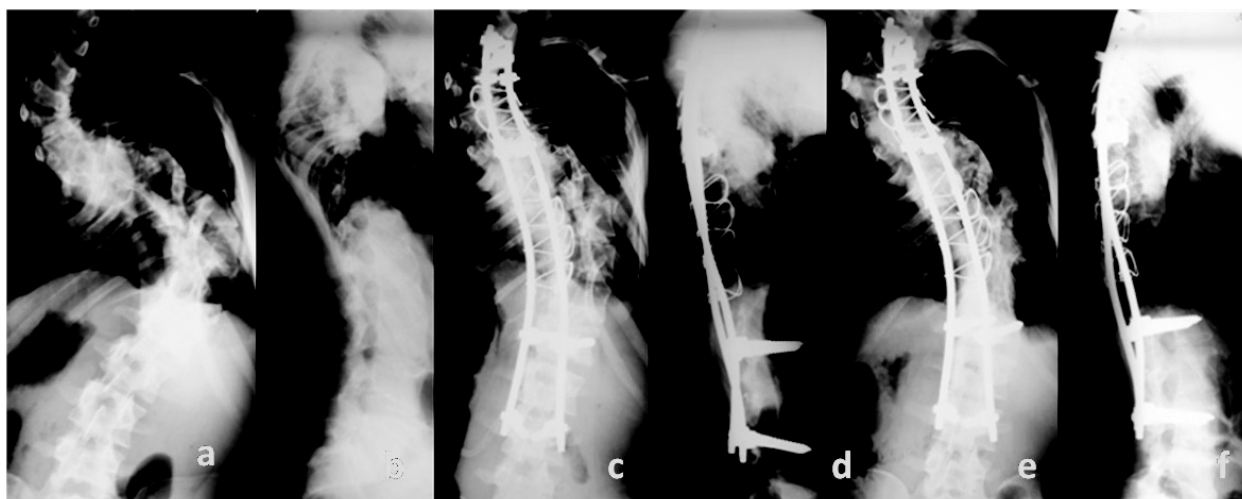
The post-surgery Th1 spinous process-midline distance exceeded 2 cm in 3 patients (3.5 cm, 3.5 cm, and 3 cm). At the end of the follow-up period, coronal compensation had further improved and the distance exceeded 2 cm in only one subject, amounting to 2.5 cm (Fig. 1). Due the severity of the scoliosis, a significant deformity of the thoracic cage and ribs resulting in a deformed trunk was present in all patients both before and after the surgery.

Thoracic kyphosis decreased to $54.4^{\circ} \pm 21.3^{\circ}$ (28° - 85°) following the surgery. However, it returned to its pre-surgical value of $60.7^{\circ} \pm 21.4^{\circ}$ (31° - 95°) at the end of the follow-up period.



Ryc.1. Pacjentka M.M, lat16, skolioza w odcinku piersiowym 100° (a,b), po operacji 65° (c,d), po 2 latach 64° (e,f). Prawidłowy balans czołowy i strzałkowy

Fig.1. Patient M.M, female, 16 yrs, thoracic scoliosis of 100° (a,b); 65° after surgery (c,d) and 64° after 2 years (e,f). Normal coronal and sagittal balance



Ryc. 2. Pacjent S.P, lat 20, skolioza dwułukowa 106°/115° (a,b), po operacji 88°/67° (c,d), po 2 latach 90°/72° (e,f). Instrumentarium hybrydowe z pętlami podłukowymi

Fig. 2. Patient S.P, male, 20 yrs, double-arch scoliosis of 106°/115° (a,b); 88°/67° after surgery (c,d) and 90°/72° after 2 years (e,f). Hybrid instrumentation with sublaminar wires

cić do wartości przedoperacyjnych: $60,7^{\circ} \pm 21,4^{\circ}$ (31° - 95°).

Lordoza lędźwiowa po operacji była równa $45,7^{\circ} \pm 12,1^{\circ}$ (32° - 62°), aby po okresie obserwacji zmniejszyć się do $37,8^{\circ} \pm 14,5^{\circ}$ (20° - 56°). Średni kąt przejścia piersiowo-lędźwiowego istotnie poprawił się po leczeniu: z $14,4^{\circ}$ przed operacją do $9,6^{\circ}$ po okresie obserwacji; nadal jednak pozostał kifotyczny u 6 chorych (Ryc. 2).

W okresie obserwacji 2 chorych było reoperowanych z powodu przemieszczenia się implantów. W analizowanej grupie nie wystąpiły powikłania neurologiczne.

The post-surgery lumbar lordosis of $45.7^{\circ} \pm 12.1^{\circ}$ (32° - 62°) decreased to $37.8^{\circ} \pm 14.5^{\circ}$ (20° - 56°) at the end of the follow-up period. The mean angle of the thoracolumbar junction improved significantly following the treatment from a pre-surgery value of 14.4° to 9.6° at the end of the follow-up period. However, it remained kyphotic in 6 subjects (Fig. 2).

During the follow-up two patients underwent repeat surgery on account of implant dislocation. No neurological complications were observed in the study group.

DYSKUSJA

Określenie „ciężka” skolioza jest niedokładne i różnie interpretowane. Niektórzy zaliczają do tej grupy te skoliozy, które ze względu na swoją wielkość i sztywność wymykają się ustalonym regułom postępowania [5,6]. Większość autorów uznaje za dolną granicę 80°, a chorych ze skrzywieniem ponad 100° jest mało i bywają przedstawiani w postaci „opisu przypadku” [4,7]. W grupie dużych skolioz część autorów stosuje ogólne zasady operacji z dostępu tylnego lub przedniego. Inni przyjmują zasadę uwolnienia przedniego i spondylodezy tylnej, chociaż Luhmann i Suk uważają, że nie jest to konieczne w dobie współczesnych instrumentariów pedikularnych [4,8,9]. Problem stanowi ograniczona wielkość korekcji i możliwe powikłania związane z instrumentarium. Mann proponuje zwiększenie elastyczności kręgosłupa i poprawę korekcji poprzez dodatkową torakoplastykę z przecięciem żeber po wklęsłej stronie skrzywienia [10]. Może to jednak wpływać niekorzystnie na wydolność oddechową pacjenta, znacznie bardziej niż uwolnienie przednie połączone ze spondylodezą tylną [11]. Kolejnym sposobem na zwiększenie korekcji i zmniejszenie ryzyka powikłań neurologicznych jest stosowanie wyciągu czaszkowo-udowego lub typu „halo” [4,12,13]. Stosując korekcję i spondylodezę z dostępu tylnego poprzedzoną ostrym wyciągiem uzyskiwano od 38% do 59%, a nawet 71% korekcji [14,15,16]. Osiągnięta w niniejszej pracy korekcja 44% jest porównywalna z wielkością korekcji opisywaną przez Tokunagę [4]. Znaczący wpływ na wielkość korekcji ma stosowane instrumentarium – im nowsze, tym wielkość korekcji wzrasta [9,17]. Tak więc autorzy skupiali się głównie na wielkości korekcji i jej trwałości – natomiast balans kręgosłupa nie był dokładnie oceniany. Operacja korekcji skrzywienia w tak dużych skoliozach poprawia balans czołowy, ale istniejąca deformacja klatki piersiowej i żeber może uniemożliwić pełną korekcję przesunięcia tułowia.

Luhman i Tokunaga podają stabilne kąty kifozy i lordozy po operacji [4,8]. Przy zakresie operacji obejmującym 10 lub więcej segmentów taka stabilna kifoza i lordoza są ewidentne. Ważniejszym parametrem w płaszczyźnie strzałkowej wydaje się być położenie przejścia piersiowo-lędźwiowego. Kąt Th12-L4 był znacznie zaburzony w omawianym materiale, a po operacji uległ istotnej poprawie. Niestety nadal u części chorych pozostała kifoza połączeniowa. Może ona być źródłem bólu, złego wyniku kosmetycznego; kifoza ta zwiększa także mechaniczne obciążenia sąsiednich segmentów i prowadzi do choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa [18]. Dłate-

DISCUSSION

The term “severe” scoliosis is inaccurate and interpreted in different ways. Sometimes scolioses that cannot be treated with conventional procedures due to large curve angles and inflexibility are included in this group [5,6]. Most authors adopt an angle of 80° as the lower limit of severe scoliosis. Moreover, patients with scoliosis exceeding 100° are few and far between; they tend to be described in “case studies” [4,7]. In the treatment of patients with severe scoliosis, a number of authors apply the usual principles of surgery through a posterior or anterior approach. Others use anterior release and posterior fusion, although Luhman and Suk do not consider it necessary in the era of contemporary pedicular instrumentation [4,8,9]. The problem is the limited degree of correction and possible instrumentation-related complications. Mann proposes that spinal flexibility can be increased and correction improved by an additional thoracoplasty with costotomy on the concave side of the curve [10]. However, it may affect respiratory capacity much more severely than an anterior release with posterior fusion [11]. Another method of improving correction and reducing the risk of neurological complications is cranio-femoral or Halo traction [4,12,13]. A combination of posterior correction and fusion combined and prior heavy traction produced an improvement of 38%-59% or even 71% [14,15,16]. The 44% improvement obtained in the present study is comparable to the degree of correction described by Tokunaga [4]. Another factor that has a significant impact on the degree of correction is the type of instrumentation, as increasingly better outcomes are obtained with newer instrumentation [9, 17]. Thus, studies have mainly focused on the degree and stability of correction, whereas spinal balance has not been carefully assessed. Corrective surgery of such severe scoliosis improves coronal balance. However, the thoracic and rib deformity may render a full correction of trunk dislocation impossible.

Luhman and Tokunaga reported stable post-surgery kyphosis and lordosis angles [4,8]. With surgery involving ≥ 10 segments, such stable kyphosis and lordosis are evident. A more important parameter in the sagittal plane seems to be the position of the thoracolumbar junction. The Th12-L4 angle was severely disturbed in our patients; it significantly improved after the surgery. Unfortunately, junction kyphosis remained in a number of patients, which may cause pain and produce a poor cosmetic outcome; it also increases mechanical loads on the neighbouring segments and leads to degenerative disease of the spine [18].

go wydaje się, że także i w grupie chorych z bardzo dużymi skoliozami należy zwracać szczególną uwagę na balans kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej. Brak powikłań neurologicznych trudno porównać z danymi innych autorów, ponieważ np. Watanabe opisuje tylko jedno powikłanie tego typu w grupie 68 chorych [19].

WNIOSKI

1. Dwuetapowe leczenie bardzo dużych skolioz umożliwia trwałą korekcję skrzywienia z poprawą balansu kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej jak i czołowej.
2. Idealne odtworzenie po operacji prawidłowych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej nie zawsze jest możliwe do osiągnięcia w przypadku skolioz powyżej 100°.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Burton DC, Sama AA, Asher MA, Burke SW, Boachie-Adjei O, Huang RC, Green DW, Rawlins BA. The treatment of large (>70 degrees) thoracic idiopathic scoliosis curves with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? *Spine* 2005;30:1979-84.
2. Di Silvestre M, Bakaloudis G, Lolli F, Vommaro F, Martikos K, Parisini P. Posterior fusion only for thoracic adolescent idiopathic scoliosis of more than 80 degrees: pedicle screws versus hybrid instrumentation. *Eur Spine J* 2008;17:1336-49.
3. Głowacki M. Wartość wybranych czynników prognostycznych w leczeniu operacyjnym skoliozy idiopatycznej. Rozprawa habilitacyjna. AM Poznań. Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 2002.
4. Tokunaga M, Minami S, Kitahara H, Isobe K, Nakata Y, Moriya H. Vertebral decancellation for severe scoliosis. *Spine* 2000;25:469-74.
5. Greiner KA. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *Am Fam Physician* 2002;65:1817-22.
6. O'Brien MF, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, Baldus C. Preoperative spinal canal investigation in adolescent idiopathic scoliosis curves > or = 70 degrees. *Spine* 1994;19:1606-10.
7. Nepple JJ, Lenke LG. Severe idiopathic scoliosis with respiratory insufficiency treated with preoperative traction and staged anteroposterior spinal fusion with a 2-level apical vertebrectomy. *Spine J*. 2009 Jul;9(7):e9-e13. Epub 2009 Feb 23.
8. Luhmann SJ, Lenke LG, Kim YJ, Bridwell KH, Schootman M. Thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves between 70 degrees and 100 degrees: is anterior release necessary? *Spine* 2005;30(18):2061-7.
9. Suk SI, Kim JH, Cho KJ, Kim SS, Lee JJ, Han YT. Is anterior release necessary in severe scoliosis treated by posterior segmental pedicle screw fixation? *Eur Spine J* 2007;16:1359-65.
10. Mann DC, Nash CL Jr, Wilham MR, Brown RH. Evaluation of the role of concave rib osteotomies in the correction of thoracic scoliosis. *Spine* 1989;14(5):491-5.
11. Sucato DJ, Erken YH, Davis S, Gist T, McClung A, Rathjen KE. Prone thoracoscopic release does not adversely affect pulmonary function when added to a posterior spinal fusion for severe spine deformity. *Spine*. 2009;34(8):771-8.
12. Vialle R, Mary P, Harding I, Tassin JL, Guillaumat M. Surgical treatment of severe thoracic scoliosis in skeletally mature patients. *Orthopedics*. 2008;31(3):218.
13. Zarzycki D, Tęsiowski M, Bakalarek B, Zarzycka M. Leczenie operacyjne skolioz idiopatycznych o wysokim stopniu ryzyka. *Chir Narz Ruchu i Ortop Pol* 1992;52:92-3.
14. Golik M, Lebiotkowski M, Golik D. Leczenie operacyjne bardzo dużych skolioz idiopatycznych z użyciem wyciągu czaszkowo-udowego. *Chir Narz Ruchu i Ortop Pol* 1992;52:153-5.
15. Mehlman CT, Al-Sayyad MJ, Crawford AH. Effectiveness of spinal release and halo-femoral traction in the management of severe spinal deformity. *J Pediatr Orthop* 2004;24:667-73.
16. Sponseller PD, Takenaga RK, Newton P, Boachie O, Flynn J, Letko L, Betz R, Bridwell K, Gupta M, Marks M, Bastrom T. The use of traction in the treatment of severe spinal deformity. *Spine* 2008;33(21):2305-9.
17. Kim Y.J, Lenke L.G., Kim J., i wsp.: Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2006;31(3):291-298.
18. Lowe TG, Lenke L, Betz R, Newton P, Clements D, Haheer T, Crawford A, Letko L, Wilson LA. Distal junctional kyphosis of adolescent idiopathic thoracic curves following anterior or posterior instrumented fusion: incidence, risk factors, and prevention. *Spine* 2006;31(3):299-302.
19. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH i wsp.: Comparison of radiographic outcomes for the treatment of scoliotic curves greater than 100 degrees: wires versus hooks versus screws. *Spine* 2008;33(10):1084-92.

Therefore, it appears that particular attention should be paid to spinal balance in both the coronal and sagittal planes also in patients with very severe scoliosis. It is difficult to compare the absence of neurological complications in this study with data obtained by other authors as, for example, Watanabe describes only one complication of this type in a group of 68 patients [19].

CONCLUSIONS

1. Two-stage regimen of very severe scoliosis enables stable correction with some improvement of spinal balance in both the coronal and sagittal plane.
2. An ideal reconstruction of the physiological spinal curves in the sagittal plane following surgery is not always possible in the case of scoliosis exceeding 100°.

Liczba słów/Word count: 3619

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 2

Piśmiennictwo/References: 19

Adres do korespondencji / Address for correspondence
dr n. med. Barbara Jasiewicz
34-500 Zakopane, Balzera 15
Tel. 018 20 142 97, e-mail: basiaj@klinika.net.pl

Otrzymano / Received 06.07.2009 r.
Zaakceptowano / Accepted 18.09.2009 r.