

Surgical treatment of scoliosis in patients with myelomeningocele

Leczenie operacyjne skoliozy u chorych z przepukliną oponowo-rdzeniową

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 4 (16) 2009

Original article/Artykuł oryginalny

POTACZEK TOMASZ, TĘSIOROWSKI MACIEJ, ZARZYCKI DANIEL, JASIEWICZ BARBARA

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum
Kierownik Kliniki: prof. zw. dr hab. med. Daniel Zarzycki

Address for correspondence/Adres do korespondencji:
Klinika Ortopedii i Rehabilitacji UJ Collegium Medicum
ul. Balzera 15, 34-500 Zakopane, Poland
tel. 0-182022133, e-mail: tomaszpotaeczek@gmail.com

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	1701/1686
Tables/Tabele	2
Figures/Ryciny	2
References/Piśmiennictwo	19

Received: 01.09.2009
Accepted: 28.09.2009
Published: 15.10.2009

Summary

Introduction: aetiology of scoliosis in patients with myelomeningocele may be congenital or non-congenital. Treatment of choice in these patients is surgery.

Aim of paper: evaluate the results of surgical treatment and establish treatment guidelines in these patients.

Material: 35 patients treated between 2000 and 2006.

Methods: study group divided in 2 subgroups: without congenital anomalies (group A; n=23) and with anomalies causing scoliosis (group B; n=12). We evaluated: curve type, cord tethering, level of posterior elements absence, curve magnitude, coronal balance, pelvis inclination pre- and post-surgery. Surgery consisted of anterior fusion with instrumentation, followed by posterior fusion when required.

Results: curves were shorter in gr.A (mean nr of vertebrae 8,3 vs 7,7), curve apex was usually Th12(31%) gr.A, and Th11(28%) gr.B. Most common level of posterior wall absence was Th11 (gr.A) and Th10 (gr.B). Cord tethering was present in 23% of patients in gr.A, and 41% in gr.B. Mean curve angle before surgery was 96,7° (gr.A) and 84,8° (gr.B). Mean pelvis inclination was 23° (gr.A) and 17,3° (gr.B). Age at surgery was higher in gr.A (11,8 years vs. 9,3 years). Final curve correction was 31,2% (gr.A) vs. 24,6% (gr.B). Only 4 patients required posterior fusion in gr.B vs. 14 (61%) in gr.A. At follow-up examination mean curve magnitude was 68,1°; pelvis inclination 16,5° (gr.A) vs. 69,2° and 11,3° (gr.B).

Conclusion: in patients with myelomeningocele and congenital scoliosis anterior fusion may be the treatment of choice, presence of stable deformations prevents curve progression, in cases of non-congenital deformities wide anterior fusion followed by posterior fusion is recommended.

Key words: scoliosis, myelomeningocele, surgical treatment

Streszczenie

Wstęp: etiologia skoliozy u pacjentów przepukliną oponowo-rdzeniową (mmc) może być wrodzona lub niewrodzona. Leczeniem z wyboru w tej grupie chorych jest leczenie operacyjne.

Cel pracy: ocena wyników leczenia operacyjnego oraz ustalenie strategii leczenia w tej grupie chorych.

Materiał: 35 chorych leczonych w latach 2000 – 2006.

Metodyka: grupę podzielono na dwie podgrupy: ze skoliozą bez wady wrodzonej skoliotyecznej (grupa A; n = 23) i skoliozą wynikającą z wady wrodzonej (grupa B; n = 12).

Oceniano: rodzaj skrzywienia, obecność zakotwiczenia rdzenia, poziom rozszczezu. Oznaczano wielkość skrzywienia, balans w płaszczyźnie czołowej i ustawienie miednicy w stosunku do linii poziomej na radiogramach przed- i pooperacyjnych. Zabieg operacyjny wykonywano z dostępu przedniego z użyciem instrumentarium, następnie w wymaganych sytuacjach, zabieg korekcji z dostępu tylnego z objęciem miednicy.

Wyniki: skrzywienia w grupie A były dłuższe (średnia liczba kręgów 8,3 vs 7,7), szczyt skrzywienia przypadał najczęściej na krąg Th12(31%) - grupa A, i Th11(28 %) w grupie B. Najczęstszy poziom rozszczepu w grupie A to Th11, w grupie B - Th10. Zakotwiczenie rdzenia stwierdzono u 23% chorych grupy A i 41% grupy B. Kąt skrzywienia przed leczeniem operacyjnym wyniósł średnio 96,7° (gr.A) i 84,8° (gr.B). Skośne ustawienie miednicy wyniosło średnio 23° (gr.A) i 17,3° (gr.B). Wiek w chwili operacji był wyższy w grupie A (11,8 lat vs. 9,3 lat). Ostateczna korekcja skrzywienia wyniosła średnio 31,2% (gr.A) vs. 24,6% (gr.B). Tylko 4 chorych (33%) wymagało stabilizacji tylnej w grupie B vs. 14 (61%) w grupie A. W ostatnim badaniu kontrolnym kąt skrzywienia wyniósł średnio 68,1°; pochyleń miednicy 16,5° (gr.A) vs. 69,2° i 11,3° (gr.B).

Wnioski: u chorych z przepukliną oponowo-rdzeniową i skoliozą wynikającą z wady wrodzonej spondylodeza przednia może być leczeniem z wyboru, obecność stabilnych deformacji zapobiega dalszej progresji, u chorych bez wrodzonych deformacji wymagana jest spondylodeza przednia obejmująca cały zakres skrzywienia oraz dodatkowo spondylodeza tylna.

Słowa kluczowe: skolioza, przepuklina oponowo-rdzeniowa, leczenie operacyjne

INTRODUCTION

Scoliosis is the most frequent deformity of the musculoskeletal system in myelomeningocele (mmc) patients that requires surgical treatment. Number of children with diagnosed scoliosis according to different authors is between 20% to 94% [1,2,3,4]. Incidence depends on level of neurological impairment, and so in walkers scoliosis occurs less frequently than in patients with high level of cord injury. The aetiology may be various: May result from presence of congenital anomalies of the spine or spinal canal [5], may be morphologically similar to idiopathic scoliosis, and finally may result from asymmetric trunk and pelvis muscle paresis leading to pelvis tilt. Considering wheelchair-bound patients scoliosis may lead to difficulties with bearing a seating position; leads to imbalanced load on the pelvis and pressure sore formation; leads to trunk collapsing and pathological pressure on the abdomen and via the diaphragm on the thorax. Conservative treatment is limited in this group, especially in patients with severe congenital deformities with high potential of progression [6,7]. It is proved that bracing may be efficient to halt the progression of curves below 40° Cobb angle. Pressure sores occurring on the deformity apex and around the pelvic girdle form a huge problem for patients and their caregivers [6]. Surgical treatment is then the treatment of choice in those patients. But treatment encounters unique problems. First of all the absence of posterior elements is a challenge for good fixation and solid fusion, often fusion to the pelvis is required, that immobilizes the sacro-pelvic junction and leads to decrease of patients mobility and self-care [8,9]. The presence of massive scarring surrounding the neural elements may lead to neurological impairments when using the distraction technique. Cerebro-spinal fluid leakage may negatively influence healing processes. Finally placing the incision in area covered by scars increases the risk of improper wound healing and secondary infection.

WSTĘP

Skolioza jest najczęstszą deformacją układu kostno-szkieletowego u chorych z przepukliną oponowo-rdzeniową (*myelomeningocele*, mmc), która wymaga leczenia operacyjnego. Odsetek dzieci z taką deformacją waha się wg różnych autorów od 20% do 94% [1,2,3,4]. Częstość występowania zależna jest głównie od poziomu uszkodzenia struktur nerwowych, i tak u chorych samodzielnie chodzących występuje ona zdecydowanie rzadziej niż w grupie z wysokim poziomem uszkodzenia rdzenia. Deformacja kręgosłupa może też mieć różną etiologię: wynikać może z obecności wad wrodzonych kręgosłupa czy kanału kręgowego [5], może być zbliżona morfologią i przebiegiem do skoliozy idiopatycznej, może w końcu być rezultatem asymetrycznego porażenia mięśni tułowia i miednicy i utrwalonego, skośnego ustawienia miednicy. Biorąc pod uwagę chorych niechodzących, skolioza może utrudniać bądź wręcz uniemożliwiać samodzielne siedzenie; prowadzić może do nierównomiernego rozłożenia nacisku na guzy kulszowe, a tym samym do powstawania odleżyn; powoduje zapadanie się tułowia chorych z uciskiem na jamę brzuszną i poprzez przeponę na narządy wewnętrzne klatki piersiowej. Leczenie zachowawcze skolioz w tej grupie chorych ma ograniczone zastosowanie, zwłaszcza wśród chorych z wadami wrodzonymi o dużym potencjale progresji [6,7]. Wykazano, że gorsetowanie może skutecznie hamować progresję skrzywień w przypadku deformacji rozwojowych o kącie mniejszych od 40° wg Cobba. Problemem są jednak bardzo często pojawiające się odleżyny zarówno na szczycie deformacji jak i w okolicy obręczy biodrowej [6]. Leczenie operacyjne, więc jest leczeniem z wyboru u chorych ze skoliozą w przebiegu mmc. Leczenie to napotyka jednak kilka specyficznych trudności. Po pierwsze brak tylnych elementów kręgosłupa znacznie utrudnia solidne zakotwiczenie implantów, po drugie często niezbędna jest fiksacja korygująca skośne ustawienie miednicy z usztywnieniem połączenia miedniczno-kręgowego, co może prowadzić do zmniejszenia sprawności chorych [8,9]. Kolejny problem stanowią zmiany bliznowate w obrębie struktur nerwowych czy zakotwiczenie rdzenia kręgowego, co w przypadku zastosowa-

AIM OF PAPER

Aim of paper is to present results of surgical treatment of scoliosis in patients with mmc. In order to unify the group only non-walkers with a minimal post-operative follow-up period of 24 months were selected to this study. The aim of this paper is also to underline the differences in surgical treatment of different types of curves and present the current team preferred strategy of treatment.

MATERIAL

Between 2000 – 2006 we treated 56 patients with mmc scoliosis, from this group 35 fulfilled the criteria of inclusion: non-walking patients with typical hip and knee flexion contractures, no prior scoliosis correction surgery. Mean postoperative follow-up period was 24 months (24-82 months).

METHODS

To analyze the differences in surgical treatment the whole group was divided in 2 subgroups, first, where no congenital deformity responsible for scoliosis was identified (group A) and second, where scoliosis developed due to presence of a congenital spine deformity (group B). There were 23 patients (66%) in group A, and 12 (34%) in group B. For both groups following general data were collected: age of scoliosis onset, previous treatment, level of posterior elements deficit, presence of cord tethering and its level, curve type according to King classification, curve length, moreover for patients in group B a detailed description of the congenital deformity was also done. To precisely describe the congenital defect Winter classification modified by Nascia was used [10]. Detailed radiological data: curve magnitude (Cobb angle), pelvic inclination, coronal balance (distance from C₇ drop-line to the central sacral vertical line) were assessed prior surgery and at follow-up. The course of surgical treatment was also analyzed: type of surgery, range of fusion, blood loss, early and late complication rate and the need of further treatment were assessed. Surgery was performed by design using anterior approach with the “bone-on-bone” technique utilizing intervertebral spacers in cases of thoracolumbar junction fusion [fig.1]. Second stage was performed in cases of loss of coronal balance, progression of the unfused curve, or in cases of large curves in which proper instrumentation was impossible. In those situations anterior *in situ* fusion was followed by posterior fusion that included the pelvis [fig.2].

nia techniki dystrykcyjnej może pogorszyć zachowane jeszcze funkcje neurologiczne. Łatwość uszkodzenia opony, czy blizny pokrywającej kanał kręgowy z następowym płynotokiem może być problemem w gojeniu rany. Ostatecznie wykonanie cięcia w okolicy pokrytej maszyną blizną zwiększa ryzyko nieprawidłowego gojenia się rany oraz jej wtórnej infekcji.

CEL PRACY

Praca ma na celu przedstawienie wyników leczenia operacyjnego deformacji skoliozycznej u chorych z przepukliną oponowo-rdzeniową. W celu maksymalnego ujednolicenia grupy wyselekcjonowano tylko chorych niechodzących, z okresem obserwacji pooperacyjnej minimum 24 miesięcy. Praca ma także na celu zaprezentowanie odmienności leczenia operacyjnego w różnych typach skoliozy oraz przedstawienie aktualnie preferowanej przez zespół strategii postępowania.

MATERIAŁ

W latach 2000 – 2006 leczylimy operacyjnie 56 chorych ze skoliozą w przebiegu mmc, spośród tej grupy 35 chorych spełniało wymagane kryteria tj.: byli to chorzy niechodzący, u wszystkich występowało wiotkie porażenie kończyn dolnych z typowymi dla jednostki przykurczami stawów biodrowych i kolanowych, zabieg operacyjny był pierwotnym na kręgosłupie (poza operacją zamknięcia przepukliny oponowo-rdzeniowej), okres obserwacji pooperacyjnej wyniósł minimum 24 miesiące (24-82 miesiące).

METODYKA

Celem przeanalizowania odmienności leczenia operacyjnego analizowaną grupę podzielono na 2 podgrupy, jedną, w której nie zidentyfikowano żadnej wady wrodzonej skoliozycznej (grupa A) i drugą, w której skolioza wynikała z występowania wady wrodzonej (grupa B). Grupa A liczyła 23 chorych (66%), grupa B 12 (34%). Dla każdej z grup określono następujące dane ogólne: wiek rozpoznania skoliozy i stosowane wcześniej leczenie zachowawcze, poziom rozszczepu, obecność zakotwiczenia rdzenia kręgowego i jego poziom, typ skrzywienia wg klasyfikacji King, jego zakres, ponadto dla chorych z grupy B opisano rodzaj wady wrodzonej. Dla analizy występujących wad wrodzonych posłużono się klasyfikacją Wintera z uzupełnieniem wprowadzonym przez Nascia [10]. Szczegółowe dane radiologiczne: wielkość skrzywienia wg Cobb'a, ustawienie miednicy w stosunku do linii poziomej, położenie linii spuszczonej ze środka trzonu C₇ w stosunku do linii środkowo-krzyżowej (balans czołowy) oceniono zarówno w okresie przedoperacyjnym jak i w kolejnych badaniach kontrolnych. Następnie opisano przebieg leczenia operacyjnego: rodzaj, zakres usztywnienia, stratę krwi, obecność powikłań wczesnych i późnych oraz konieczność dalszego leczenia operacyjnego. Leczenie operacyjne przeprowadzano z założenia z dostępu przedniego techniką

RESULTS

In the study group scoliosis was detected at the age of mean 5,2 years (1-10 years), in group A 5,8 years (1-10 years), and in group B was lower and averaged 3,9 years (1-9 years). Bracing was used in 16 patients (45%), herein 56% patients in group A and only 35% in group B. Despite bracing progression was evident in all cases. Level of posterior elements absence was on average 11,6 thoracic vertebra (from Th₇ to L₄), and was slightly lower in group A than B (11,9 vs. 10,1). In 12 (34%) patients spinal cord tethering was confirmed with MRI studies, it was present in 41% of patients in group B and only 23% in group A. Only 2 patients were treated surgically in a different surgical centres, liberilization of the spinal cord was performed. A detailed description of the congenital anomalies in group B patients is presented in table 1. Among all hemivertebrae only 1 was fully segmented. Other were partially segmented. Thoraco-lumbar curves were dominant in the study group, the apex was located on average on the level of 11,9 thoracic vertebra. (from Th₄ to L₂) and like the level of bone deficiency, the apex was located lower in group A than B (12,3 vs. 11,1). The curve length was greater in group A, and involved on average 8,3 segments (5-12), whereas in group B – 7,7 segments (6-11). Classifying the curves according to King classification there were 7 curves type I, 8 type III, 20 – type IV. Curve magnitude prior to

„kość-na-kość” z zastosowaniem koszyków międzytrzonowych w sytuacji, gdy spondylodeza obejmowała poziom przejścia piersiowo-lędźwiowego [ryc.1]. Drugi etap wykonywano w przypadku braku prawidłowej kompensacji po spondylodezie przedniej lub w tych przypadkach, gdzie z powodu zbyt dużego wyjściowego skrzywienia niemożliwe było zastosowanie stabilnego instrumentarium z dostępu przedniego. W takich sytuacjach wykonywano spondylodezę przednią *in situ*, a następnie spondylodezę tylną z objęciem miednicy [ryc.2].

WYNIKI

W badanej grupie skoliozę rozpoznano w wieku średnio 5,2 lat (1-10 lat), dla grupy A wiek ten wyniósł średnio 5,8 lat (1-10lat), zaś w grupie B był niższy i wynosił średnio 3,9 lat (1-9 lat). Leczenie gorsetem stosowano łącznie u 16 chorych (45%), w tym u 56% chorych z grupy A i tylko 25% z grupy B. Pomimo leczenia zachowawczego u wszystkich chorych wykazano progresję skrzywienia. Poziom rozszczepu w badanej grupie przypadła średnio na 11,6 krąg (od Th₇ do L₄), był on niewiele niższy w grupie A niż B (11,9 vs. 10,1). U 12 (34%) chorych na podstawie badania rezonansu magnetycznego stwierdzono obecność zakotwiczenia rdzenia kręgowego, w tym aż u 41% chorych z grupy B, i tylko 23% z grupy A. Tylko 2 chorych leczono operacyjnie z tego powodu poza ośrodkiem, wykonano liberalizację ogona

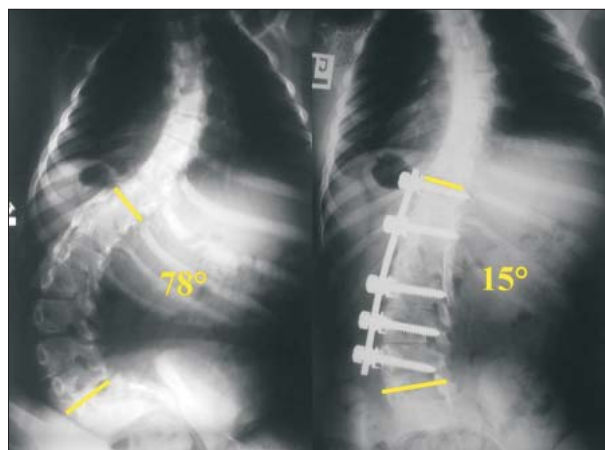


Fig. 1. Example of a radiogram of a 9-year old female patient (S.A.) with myelomeningocele scoliosis pre- (a) and postsurgery (b) (anterior fusion using "bone-on-bone" technique). Follow-up – 2 years
Ryc. 1. Przykład radiogramu 10-letniej chorej (S.A.) z przepukliną oponowo-rdzeniową przed (a) i po (b) leczeniu operacyjnym (spondylodeza przednia techniką „kość-na-kość”). Okres obserwacji pooperacyjnej – 2 lata

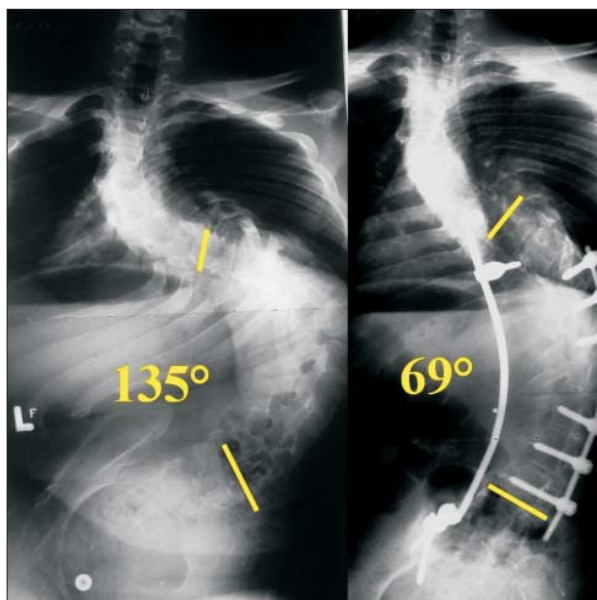


Fig. 2. Example of a radiogram of a 16-year old male patient (R.P.) with myelomeningocele scoliosis pre- (a) and postsurgery (b) (anterior fusion using "bone-on-bone" technique and posterior fusion after 9 months). Follow-up – 3 years
Ryc. 2. Przykład radiogramu 16-letniego chorego (R.P.) z przepukliną oponowo-rdzeniową przed (a) i po (b) leczeniu operacyjnym (spondylodeza przednia techniką „kość-na-kość” i spondylodeza tylna po 9 miesiącach). Okres obserwacji pooperacyjnej – 3 lata

surgery was 92,6° (49°-150°), and was greater in group A than B (96,7° vs. 84,8°). Curve correction on “elongation” test was again greater in group A than B (33% vs. 25,5%). Pelvis inclination was similarly bigger in group A (23° vs. 17,3°). Detailed pre- and postoperative radiological data are presented in table 2. Age at surgery was on average 11 years (6-19 years), was higher in group A (11,8 years vs. 9,3 years). In 28 (80%) of the patients anterior fusion with instrumentation was performed, in 7 cases (20%) *in situ* anterior fusion followed by posterior fusion was done. Mean 6,5 vertebrae were fused during the first procedure, mean blood loss was 530 ml (100-1500 ml), time of surgery 220 minutes (120-420min). Only 17 patients (48%) did not require further surgical treatment, and in the remaining 18 (52%) coronal balance was severely altered and a progression of the unfused curves was evident. In group A 14 patients (61%) had posterior fusion, and in group B only 4 (33%). Mean period between surgeries was 1,3 years (2 months – 6 years). Following intraoperative complications were noted: limforrhea in 3 patients (8,5%), screw plowing and vertebral body fracture requiring expanding of the fusion range – 3 patients (8,5%), liquorrhea – 2 patients (5,7%), improper wound healing requiring surgical intervention – 4 patients (11,4%). No neurological complication s were noted. During the second surgical step following intraoperative complications were present: liquorrhea – 3 patients (3/13=23%), loosening of laminar hooks with posterior elements fracture – 2 patients (2/13=15%), improper wound healing requiring surgical treatment – 4 patients (4/13=15%). At final follow-up mean obtained correction was 26,7% (7%-70%), and was higher in group

końskiego. Dokładny opis wad wrodzonych występujących u chorych w grupie B przedstawia tabela 1. Wśród kręgów z defektem budowy bocznej tylko 1 był całkowicie posegmentowany. Pozostałe były częściowo posegmentowane. Wśród skrzywień dominował skrzywienia piersiowo-lędźwiowe, szczyt przypadał średnio na 11,9 krąg piersiowy (Th₄-L₂) i posobnie jak w przypadku poziomu rozszczepu był on nieco niższy w grupie A niż B (12,3 vs. 11,1). Długość skrzywień była nieznacznie większa w grupie A, średnio 8,3 segmenty (5-12), zaś w grupie B – 7,7 segmentów (6-11). Przyporządkowując skrzywienia do klasyfikacji Kinga było 7 skrzywień typ I, 8 – typ III, 20 – typ IV. Wielkość kąta skrzywienia przed operacją wyniosła średnio 92,6° (49°-150°), była nieco wyższa w grupie A niż B (96,7° vs. 84,8°). Korektywność bierna oceniana na teście „elongacyjnym” była większa w grupie A niż B (33% vs. 25,5%). Ustawienie skośne miednicy było także większe w grupie A (23° vs. 17,3°). Szczegółowe dane radiologiczne przed- i pooperacyjne przedstawia tabela 2. Wiek w chwili wykonywania pierwotnej operacji wyniósł średnio 11 lat (6-19lat), był on nieco wyższy w grupie A niż B (11,8lat vs. 9,3lat). U 28 (80%) chorych wykonano zabieg korekcji skrzywienia i spondylodezy z implantem z dostępu przedniego, u 7(20%) chorych wykonano spondylodezę przednią *in situ* z następową spondylodezą tylną, dystrykcyjną. Podczas pierwotnego zabiegu usztywniono średnio 6,5 kręgów (4-15), strata krwi wyniosła średnio 530 ml (100-1500ml), czas zabiegu 220 min (120-420min). Jedynie 17 chorych (48%) nie wymagało dalszych interwencji, zaś pozostałych 18 (52%) z powodu dysbalansu w płaszczyźnie czołowej i stwierdzonej progresji niezainstrumowa-

Table 1. Detailed data of congenital spine defects present in patients from group B

Deformity type		Number of patients	Number of malformed vertebrae	Localizaton	
				Thoracic spine	Lumbar spine
Defect of formation	Lateral	8	12	8	4
	Central	8	12	9	3
Defect of segmentation	Lateral	3	3	1	2
	Complete	1	2	2	
Sacral bone malformation		3			

Tabela 1. Szczegółowe dane dotyczące występowania wad wrodzonych kręgosłupa w grupie B

Rodzaj wady		Ilość chorych	Ilość kręgów z defektem	Lokalizacja	
				Kręgi piersiowe	Kręgi lędźwiowe
Defekt budowy	Boczny	8	12	8	4
	Centralny	8	12	9	3
Defekt segmentacji	Boczny	3	3	1	2
	Całkowity	1	2	2	
Wady kości krzyżowej		3			

A than B (31,2% vs. 24,6%), but the final curve magnitude was similar (68,1° vs. 69,2°).

DISCUSSION

Surgical treatment of scoliosis in mmc patients presents high risk due to unique factors of the main disease. Despite initial fears of introducing anterior approach in these patients we did not notice major complications. Carstens [11], and also Banta and Park [12] noted an improvement in ventilatory function after anterior fusion. Performing anterior fusion using the "bone-on-bone" technique, in which intervertebral discs are totally removed, leads to spine shortening and quick fusion. Therefore even in cases of intracanal malformations (cord tethering) the risk of neurological injuries is minimized. We did not encounter cases of pseudoarthrosis, a complication that was typical for anterior fusion [13,14]. Most authors recommend two staged surgery in mmc scoliosis. Anterior *in situ* fusion followed by posterior fusion with instrumentation is advised [14,15,16,17]. Only McMaster [18] presented in his paper cases with anterior instrumentation, but implants used at that time were not as solid as those used nowadays. Based on our experience we believe that utilizing a solid instrumentation in anterior fusion may in certain cases be sufficient for mmc scoliosis. The conditions for a good result is performing a wide fusion, not a selective one and presence of stable deformities above the fused vertebrae. Moreover the curve should not exceed 90° Cobb angle, since in greater deformations the risk of screw misplacement and minor degree of correction is an argument for anterior in situ fusion followed by posterior fusion with instrumentation. In the analyzed group the period between surgeries was 1,3 years, this is due to the fact, that primary intervention was performed usually before 15 -16 years of age, that is before progression stops [3,19]. After this period of time in 48% of patients no curve progression was evident nor decompensation of the spinal balance.

nego segmentu zakwalifikowano do dalszego leczenia operacyjnego. W grupie A było to 14 chorych (61%), zaś w grupie B dodatkowej korekcji wymagało jedynie 4 chorych (33%). Odstęp czasowy pomiędzy zabiegami wyniósł średnio 1,3 lat (2 miesiące – 6 lat). Wśród powikłań śródoperacyjnych wystąpiły: chłonnokotek u 3 chorych (8,5%), wypłuzenie śruby i pęknięcie trzonu wymagające zmiany planowanego zakresu spondylodezy – 3 chorych (8,5%), płynotok – 2 chorych (5,7%), rozejście się rany wymagające rewizji chirurgicznej – 4 chorych (11,4%). Nie zanotowano powikłań neurologicznych. W trakcie drugiego etapu leczenia operacyjnego zanotowano następujące powikłania: płynotok – 3 chorych (3/13=23%), wypadnięcie haków z wyłamaniem tylnych łuków – 2 chorych (2/13=15%), nieprawidłowe gojenie się rany wymagające jej chirurgicznego opracowania – 4 chorych (4/13=30%). Ostatecznie uzyskana korekcja dla badanej grupy to 26,7% (7%-70%), była ona większa w grupie A niż B (31,2% vs. 24,6%), jednak końcowe wartości kąta skrzywienia były zbliżone (68,1° vs. 69,2°).

DYSKUSJA

Leczenie operacyjne skoliozy u chorych z mmc jest obarczone dużym ryzykiem ze względu na specyfikę schorzenia podstawowego. Pomimo początkowych obaw o zastosowanie dostępu przedniego w tej grupie chorych, nie odnotowaliśmy żadnych poważnych powikłań. Carstens [11], a także Banta i Park [12] podają wręcz poprawę funkcji oddechowej po korekcji skrzywienia z dostępu przedniego. Wykonanie dostępu przedniego ze stabilizacją techniką kość-na-kość, dzięki zabiegowi usunięcia tarczy międzykręgowych prowadzi do skrócenia operowanego segmentu oraz do szybkiej spondylodezy. Dzięki temu, nawet w przypadku występowania patologii wewnątrzkanalowych (np. zakotwiczenie rdzenia) minimalizujemy ryzyko deficytów neurologicznych. Nie obserwowaliśmy przypadków braku zrostu po zastosowanym dostępie przednim, które to powikłanie było opisywane jako typowe dla tego rodzaju dostępu do kręgosłupa [13,14]. Większość autorów aktualnie postuluje dwuetapowe leczenie skolioz w przebiegu mmc. Zaleca się dostęp przedni ze spondylodezą *in situ* i następnie spondylodezę tylną [14,15,16,17]. Jedynie McMaster [18] podaje, że stosował spondylodezę przednią z instrumentarium, jednak ówczesne implanty nie były tak wytrzymałe jak te stosowane obecnie i niezbędna była dodatkowa tylna stabilizacja. Na podstawie naszych doświadczeń uważamy, że zastosowanie stabilnego instrumentarium do spondylodezy przedniej w wybranych przypadkach może być wystarczające. Warunkiem jest wykonanie szerokiej, a nie selektywnej, spondylodezy oraz obecność stabilnych wad wrodzonych powyżej zakresu instrumentacji. Ponadto skrzywienie nie powinno przekraczać 90° wg Cobb'a, przy większych deformacjach ryzyko nieprawidłowego zaimplantowania śrub oraz niewielki stopień korekcji przemawiają za wykonaniem spondylodezy *in situ*. W ocenianej przez nas grupie

In this group a single stage was sufficient. It seems that splitting two stages of surgery with a wide time frame is also justified, since we did not encounter, contrary to other authors [18], severe cardio-pulmonary complications. Analyzing the group in which single stage surgery was sufficient, it resulted that the majority of the patients had congenital defects of the spinal column, with the presence of stable deformities above fusion. In this situation we think that anterior fusion with instrumentation may be sufficient even in growing patients. Despite the presence of radiologically confirmed cord tethering in a high number of patients, after anterior fusion no neurological complications were present. Performing distraction during posterior fusion also did not lead to neurological deficits.

odstęp czasowy między korekcją przednią i tylną wyniósł średnio aż 1,3 roku, wynika to z faktu, że pierwotny zabieg wykonywano przed 15-16 rokiem życia, kiedy to uważa się, że progresja deformacji jest zatrzymana [3,19]. Po upływie tego czasu u 48% chorych nie zaobserwowano progresji skrzywienia ani dekompensacji balansu kręgosłupa. W tej grupie jeden zabieg okazał się wystarczający. Wydaje się, że rozłożenie w czasie obu etapów ma swoje uzasadnienie, nie obserwowaliśmy, bowiem, w przeciwieństwie do innych autorów [18], poważnych powikłań ze strony układu krążeniowo-oddechowego. Analizując dokładnie grupę, u której wystarczający był jeden zabieg, okazało się, że większość stanowią chorzy ze skoliozą wrodzoną, gdzie powyżej zakresu spondylo-

Table 2. Radiological results in the whole group and divided into 2 subgroups: without congenital defect (group A), with congenital defect (group B)

	All patients			Group A			Group B		
	Before surgery	After surgery	Final follow-up	Before surgery	After surgery	Final follow-up	Before surgery	After surgery	Final follow-up
Curve magnitude (Cobb angle)	92,6° (49°-150°)	65,7° (36°-127°)	68,3° (32°-113°)	96,7° (50°-150°)	66,5° (36°-128°)	68,1° (32°-95°)	84,8° (49°-125°)	64,1° (40°-93°)	69,2° (48°-113°)
Curve magnitude "elongation" test	65,3° (25°-121°)	n/d	n/d	65,8° (28°-121°)	n/d	n/d	64,3° (25°-100°)	n/d	n/d
Curve correction (%)	n/d	29,1% (5%-60%)	26,7% (7%-70%)	n/d	34,7% (5%-60%)	31,2% (7%-70%)	n/d	26,5% (11%-6%)	24,6% (9%-45%)
Pelvis inclination	21° (5°-50°)	14,8° (0°-28°)	14,9° (0°-30°)	23,0° (5°-50°)	15,5° (0°-28°)	16,5° (0°-30°)	17,3° (0°-35°)	11,4° (0°-20°)	11,3° (0°-30°)
Coronal balance	23,5mm (0-75mm)	20,3mm (0-70mm)	19,8mm (0-48mm)	25,2mm (0-75mm)	21,5mm (0-65mm)	15,4mm (0-48mm)	15,7mm (0-55mm)	17,9mm (0-70mm)	13,9mm (0-35mm)
Number of patients requiring posterior fusion	n/d	n/d	18 (52%)	n/d	n/d	14 (61%)	n/d	n/d	4 (33%)

Tabela 2. Wyniki radiologiczne z podziałem na 2 grupy: bez wady wrodzonej (grupa A) i z wadą wrodzoną kręgosłupa (grupa B)

	Wszyscy chorzy			Grupa A			Grupa B		
	Przed operacją	Po operacji	W okresie obserwacji	Przed operacją	Po operacji	W okresie obserwacji	Przed operacją	Po operacji	W okresie obserwacji
Kąt skrzywienia wg Cobba	92,6° (49°-150°)	65,7° (36°-127°)	68,3° (32°-113°)	96,7° (50°-150°)	66,5° (36°-128°)	68,1° (32°-95°)	84,8° (49°-125°)	64,1° (40°-93°)	69,2° (48°-113°)
Kąt elongacja	65,3° (25°-121°)	n/d	n/d	65,8° (28°-121°)	n/d	n/d	64,3° (25°-100°)	n/d	n/d
Korekcja kąta skrzywienia (%)	n/d	29,1% (5%-60%)	26,7% (7%-70%)	n/d	34,7% (5%-60%)	31,2% (7%-70%)	n/d	26,5% (11%-6%)	24,6% (9%-45%)
Kąt pochyleń miednicy	21° (5°-50°)	14,8° (0°-28°)	14,9° (0°-30°)	23,0° (5°-50°)	15,5° (0°-28°)	16,5° (0°-30°)	17,3° (0°-35°)	11,4° (0°-20°)	11,3° (0°-30°)
Balans w płaszczyźnie czołowej	23,5mm (0-75mm)	20,3mm (0-70mm)	19,8mm (0-48mm)	25,2mm (0-75mm)	21,5mm (0-65mm)	15,4mm (0-48mm)	15,7mm (0-55mm)	17,9mm (0-70mm)	13,9mm (0-35mm)
Liczba chorych wymagających spondylodezy tylnej	n/d	n/d	18 (52%)	n/d	n/d	14 (61%)	n/d	n/d	4 (33%)

CONCLUSIONS

1. Surgical treatment of mmc scoliosis should be introduced as soon as possible before curve progression.
2. The method of choice should be anterior fusion with instrumentation and in curves exceeding 90° anterior *in situ* fusion followed by posterior fusion with instrumentation.
3. In cases of congenital scoliosis presence of stable deformities above the anterior fusion level decreases the need for posterior fusion.
4. Performing anterior fusion with instrumentation in patients with cord tethering leads to spine shortening and minimizes the risk of neurological injuries during posterior fusion.

dezy obecne są wady stabilne. W takiej sytuacji uważamy, że spondylodeza przednia będzie wystarczająca dla korekcji skrzywienia nawet u chorych rosnących. Pomimo, iż w operowanej grupie odsetek chorych ze stwierdzonym na podstawie badań obrazowych zakotwiczeniem rdzenia był znaczny, po wykonaniu spondylodezy przedniej nie zanotowaliśmy powikłań neurologicznych. Wykonanie distrakcji w drugim etapie na kręgach powyżej spondylodezy także nie spowodowało komplikacji neurologicznych.

WNIOSKI

1. Leczenie operacyjne skolioz u chorych z przepukliną oponowo-rdzeniową powinno być wdrażane jak najwcześniej, zanim dojdzie do znacznej progresji skrzywienia.
2. Techniką z wyboru powinna być spondylodeza przednia z instrumentarium, a w przypadku skrzywień powyżej 90° lub braku możliwości prawidłowego osadzenia implantów spondylodeza przednia *in situ*, z następową spondylodezą tylną.
3. W przypadkach skolioz wywołanych wadą wrodzoną obecność stabilnych anomalii powyżej zakresu spondylodezy przedniej powoduje, że konieczność wykonania spondylodezy tylnej jest mniejsza niż w przypadku skoliozy bez obecności wady wrodzonej.
4. Wykonanie spondylodezy przedniej u chorych z obecnością zakotwiczenia rdzenia prowadzi do skrócenia kręgosłupa i minimalizuje ryzyko powikłań neurologicznych w przypadku wykonywania równoczesowej lub odroczonej spondylodezy tylnej.

References/Piśmiennictwo:

1. Muller E.B., Nordwall A.: Prevalence of scoliosis in children with myelomeningocele in Western Sweden. *Spine* 1992;17:1097-1102.
2. Piggot H.: The natural history of scoliosis in myelodysplasia. *J Bone Joint Surg Br* 1980;62:54-58.
3. Muller E.B., Nordwall A., Oden A. Progression of scoliosis in children with myelomeningocele. *Spine* 1994;19:147-150.
4. Sriram K., Bobechko W.P., Hall J.E. Surgical management of spinal deformities in spina bifida. *J Bone Joint Surg Br* 1972;54:666-76.
5. McLone D.G., Herman J.M., Gabrieli A.P. et al. Tethered cord syndrome as a cause of scoliosis in children with myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg* 1990;16:8-13.
6. Muller E.B., Nordwall A. Brace treatment of scoliosis in children with myelomeningocele. *Spine* 1994;19:151-155.
7. Olafsson Y., Saraste H., Al-Dabbagh Z. Brace treatment in neuromuscular spine deformity. *J Pediatr Orthop* 1999;19:376-379.
8. Mazur J., Menelaus M.B., Dickens D.R. et al. Efficacy of surgical management for scoliosis myelomeningocele: Correction of deformity and alteration of functional status. *J Pediatr Orthop* 1986;6:568-575.
9. Muller E.B., Nordwall A., von Wendt L. Influence of surgical treatment of scoliosis in children with spina bifida on ambulation and motoric skills. *Acta Paediatr* 1992;81:173-176.
10. Nasca R.J., Stilling F.H., Stell H.H. Progression of congenital scoliosis due to hemivertebrae and hemivertebrae with bars. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;4:456-466.
11. Carstens C., Paul K., Niethard F.U. et al. Effect of scoliosis surgery on pulmonary function in patients with myelomeningocele. *J Pediatr Orthop* 1991;11:459-464.
12. Banta J.V., Park S.M. Improvement in pulmonary function in patients having combined anterior and posterior spine fusion for myelomeningocele scoliosis. *Spine* 1983;8:765-770.
13. Stark A., Saraste H. Anterior fusion insufficient for scoliosis in myelomeningocele: 8 children 2-6 years after the Zielke operation. *Acta Orthop Scand* 1993;64:22-24.
14. Ward W.T., Wenger D.R., Roach J.W. Surgical correction of myelomeningocele scoliosis: A critical appraisal of various spinal instrumentation systems. *J Pediatr Orthop* 1989;9:262-268.
15. Banta J.V. Combined anterior and posterior fusion for spinal deformity in myelomeningocele. *Spine* 1990;15:946-952.
16. Osebold W.R. Stability of myelomeningocele spines treated with the Mayfield two-stage anterior and posterior fusion techniques. *Spine* 2000;25:1344-1351.
17. Parsch D., Geiger F., Brocai D.R. et al. Surgical management of paralytic scoliosis in myelomeningocele. *J Pediatr Orthop B* 2001;10:10-17.
18. McMaster M.J. Anterior and posterior instrumentation and fusion of thoracolumbar scoliosis due to myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:20-25.
19. Trivedi J., Thomson J.D., Slakey J.B. et al. Clinical and radiographic predictors of scoliosis in patients with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:1389-1394.