

Problemy i komplikacje w leczeniu systemem VEPTR

Problems and Complications in VEPTR-based Treatment

Michał Latański^(A,B,D,E,F), Marek Fatyga^(A,B,D,E,F), Andrzej Gregosiewicz^(A,E,F)

Klinika Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego, Lublin
Department of Pediatric Orthopaedics, Medical University of Lublin, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Skoliozy wczesnodziecięce z towarzyszącymi deformacjami klatki piersiowej są wyjątkowo trudnym problemem leczniczym. Wczesne leczenie operacyjne jest zazwyczaj jedynym racjonalnym rozwiązaniem. Wykorzystuje się techniki umożliwiające taką korekcję kręgosłupa i klatki piersiowej, która zapewniłby ich dalszy wzrost. Jednym ze sposobów naprawy jest zastosowanie systemu VEPTR (pionowe rozsuwalne żebro tytanowe) zaprojektowanego do dynamicznej stabilizacji klatki piersiowej i kręgosłupa. Celem naszej pracy jest przedstawienie trudności i komplikacji podczas leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa i klatki piersiowej u najmłodszych dzieci z wykorzystaniem systemu VEPTR.

Materiał i metody. W Klinice Ortopedii Dziecięcej UM w Lublinie etapowe leczenie operacyjne z użyciem systemu VEPTR zastosowaliśmy u 12 dzieci w wieku od 3 do 9 lat (średnio 5,25). Troje dzieci wymagało leczenia tą metodą z powodu wielomiejscowych wad wrodzonych kręgosłupa, czworo z powodu wczesnie progresującej skoliozy nerwowo-mięśniowej i pięcioro z powodu garbu kifotycznego w następstwie przepukliny oponowo-rdzeniowej. Liczba zabiegów operacyjnych u jednego dziecka wynosiła od 4 do 10. Czas obserwacji od 10 miesięcy do 4 lat (średnio 2,5 roku). Zaobserwowane niepowodzenia i powikłania to: wyłamanie żebra (czterokrotnie), perforacja talerza kości biodrowej przez hak miedniczny (pięciokrotnie), odma opłucnowa (dwukrotnie), ponowny zrost żeber (dwukrotnie), złamanie implantu (dwukrotnie), destabilizacja stawu biodrowego (1 raz), reakcja tkanek na metal (4 razy), złamanie instrumentarium (dwukrotnie).

Wyniki i Wnioski. Specyfika metody powoduje, że przy jej stosowaniu należy liczyć się z różnymi trudnościami i powikłaniami mogącymi niekiedy wpłynąć na ostateczny wynik leczenia. Własne doświadczenia, jak i dane z piśmiennictwa dowodzą skuteczności klinicznej systemu VEPTR. Podkreślić jednak trzeba, że metoda leczenia z użyciem tego systemu jest rozwiązaniem jedynie czasowym, które nie może naruszać strategicznych elementów anatomicznych kręgosłupa wykorzystywanych później w klasycznych rozwiązaniach operacyjnych. Znajomość ograniczeń metody i możliwości pojawienia się trudności w leczeniu, pozwala nam na zastosowanie pewnych modyfikacji, które sprawiają, że sposób ten jest nadal skutecznym rozwiązaniem w etapowym leczeniu deformacji klatki piersiowej i kręgosłupa u najmłodszych dzieci.

Słowa kluczowe: skolioza, VEPTR, metody leczenia, kręgosłup, deformacja, powikłania.

SUMMARY

Background. Early-onset scoliosis with co-existing thoracic deformity is particularly difficult to treat, with early surgery usually being the only rational solution. Operative correction of the deformed spine and rib cage employs techniques enabling further growth of the structures, an example of which is the Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib (VEPTR), designed to provide dynamic stabilization of the spinal column and the thoracic cage. Our study aimed to present difficulties and complications related to VEPTR-based operative reduction of the spinal and thoracic deformities in the youngest child.

Material and methods. Twelve children aged 3 to 9 years (a mean age of 5.25 years) underwent sequential VEPTR-based surgery the Department of Paediatric Orthopaedics of the Medical University of Lublin. The subjects were qualified for the procedure on account of multiple congenital spine deformities (3 children), early-onset progressive neuromuscular scoliosis (4 children) and kyphosis secondary to a myelomeningocele (5 children). The number of procedures per child ranged from 4 to 10 and the follow-up was 10 months to 4 years (with a mean of 2.5 years). Treatment failures and complications comprised rib fractures (4 cases), perforation of the iliac ala by the ala hook (5 cases), pulmonary oedema (2 cases), hip joint destabilization (1 case), tissue reaction to the metal (4 cases), breakage of the implant (2 cases).

Results and Conclusions. The specific character of the method makes it liable to a variety of difficulties and complications that may sometimes affect the outcome. Both the authors' experience and published data prove the clinical effectiveness of VEPTR. Nevertheless, it is only a temporary means that cannot disturb the strategic anatomical elements of the spine which are to be involved in subsequent conventional operative procedures. An awareness of the limitations and possible difficulties connected with VEPTR allows for some modifications with which the technique continues to be the most effective sequential treatment of thoracic and spinal deformities in the youngest child.

Key words: scoliosis, VEPTR, treatment methods, spine, deformity, complications

WSTĘP

Skoliozy wczesnodziecięce z towarzyszącymi deformacjami klatki piersiowej są trudnym problemem leczniczym. W wielu przypadkach konieczne jest wczesne leczenie operacyjne. Pośród kilku sposobów naprawy operacyjnej tego typu wad najbardziej popularnym w ostatnim dwudziestolecu była (i jest nadal) korekcja wieloetapowa oparta na metodzie Harringtona [1]. Zasadniczym problemem tego sposobu leczenia jest brak możliwości hamowania rozwoju torsji i rotacji kręgosłupa oraz klatki piersiowej [2]. Samo bowiem zatrzymanie progresji kątowej skrzywienia kręgosłupa nie zapobiega narastaniu niekształcenia klatki piersiowej i nasilania się zespołu TIS (zespół niewydolności klatki piersiowej). Ważnym zatem jest wykorzystanie technik umożliwiających taką korekcję kręgosłupa i klatki piersiowej, która zapewniłaby ich dalszy wzrost i rozwój. Tego typu rozwiązaniem jest system VEPTR (pionowe rozsuwalne żebro tytanowe), zaprojektowany do dynamicznej stabilizacji klatki piersiowej i kręgosłupa. Technika operacyjna wykorzystująca system VEPTR nie jest nadmiernie skomplikowana, ale oczywisty dysonans między przyłożoną siłą korekcyjną, a wytrzymałością mechaniczną niedojrzałej szkieletowo klatki piersiowej stwarza niejednokrotnie duże problemy w trakcie leczenia. Stąd celem pracy jest przedstawienie problemów i komplikacji powstających w trakcie leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa i klatki piersiowej w okresie wczesnodziecięcym z wykorzystaniem systemu VEPTR.

MATERIAŁ I METODY

W Klinice Ortopedii Dziecięcej UM w Lublinie w latach 2006-2010 etapowe leczenie operacyjne z użyciem systemu VEPTR zastosowaliśmy u 12 dzieci. Troje dzieci wymagało leczenia tą metodą z powodu wielomiejscowych wad wrodzonych kręgosłupa, czworo z powodu wczesnie progresującej skoliozy nerwowo-mięśniowej i pięcioro z powodu garbu kifotycznego w następstwie przepukliny oponowo-rdzeniowej. Średni wiek dzieci podczas operacji wszczepienia implantów (IP) wyniósł 5,25 roku (od 3 do 9 lat). U dzieci tych wykonaliśmy od 4 do 10 procedur operacyjnych. Średni czas obserwacji wynosił 2,5 roku (od 10 miesięcy do 4 lat).

WYNIKI

U opisywanych dzieci przeprowadziliśmy 12 zabiegów implantacji wszczepów (index procedure-IP), 26 dodatkowych planowych zabiegów operacyjnych korekcji etapowej, a także 6 nieplanowych operacji związanych z różnymi komplikacjami (łącznie

BACKGROUND

Early-onset scoliosis with coexisting thoracic deformities is particularly difficult to treat, with many cases requiring early surgery. For the past 2 decades the most popular operative treatment has been (and continues to be) sequential correction based on the Harrington rod system [1]. The core drawback of the method is that it does not prevent further torsion and rotation of the spine and thoracic cage [2] since inhibition of the angular progression of scoliosis alone does not stop the progression of chest deformity or TIS (Thoracic Insufficiency Syndrome). Thus, it is vital to employ techniques that both correct deformities of the spine and chest and allow their further growth and development. One such solution is the VEPTR (vertical expandable prosthetic titanium rib), designed for a dynamic stabilization of the chest and the spinal column. The technique of implanting VEPTR is not overly complicated. However, the obvious disparity between the correction force applied and the mechanical strength of a skeletally immature thoracic cage often poses considerable difficulties in the course of the treatment. Accordingly, our study aims to present the problems and complications occurring in the VEPTR-based operative treatment of spinal and thoracic deformities in early infancy.

MATERIAL AND METHOD

Twelve children underwent sequential VEPTR-based operative treatment in the Department of Paediatric Orthopaedics of the Medical University of Lublin between 2006 and 2010. The subjects were qualified for the procedure due to multiple congenital spine deformities (3 children), early-onset progressive neuromuscular scoliosis (4 children) and kyphosis secondary to myelomeningocele (5 children). The mean age at the index procedure (IP) was 5.25 years (range: 3-9 years). Each child underwent 4-10 procedures. Mean follow-up duration was 2.5 years (10 months - 4 years).

RESULTS

The subjects underwent 12 index procedures, additional 26 elective sequential correction surgeries as well as 6 emergency surgeries due to various complications (a total of 44 procedures). The elective surgeries involved lengthening (25), change of the con-

44 procedury). Planowe zabiegi obejmowały wydłużenie (25), zmianę typu konstrukcji (4) lub miejsca implantacji klamer żebrowych (2) i haka miednicznego (2).

U czterech pacjentów zmodyfikowaliśmy konstrukcję podczas planowego zabiegu wydłużenia. U dwojga dzieci wydłużyliśmy konstrukcję z powodu powiększającego się skośnego ustawienia miednicy, u jednego zdemontowaliśmy rozwórkę po kontrlateralnej stronie z powodu utraty balansu czołowego. Jedną konstrukcję żebro-żebro usunęliśmy z powodu konfliktu z łopatką.

Kąt skrzywienia w płaszczyźnie czołowej w pomiarze wg Cobba przed IP wyniósł średnio 83,4° (62°-100°), zaś po korekcji 37° (20°-50°). Średnia korekcja po IP wyniosła 55,6%. U dwojga dzieci mimo dystrakcji etapowych doszło do progresji deformacji o więcej niż 10°. U jednego uzyskaliśmy dalszą korekcję powyżej 10°. U kolejnych trojga pacjentów stopień korekcji uzyskany po IP w stosunku do ostatniego badania utrzymał się w zakresie 0-9°.

U dzieci leczonych z powodu garbu kifotycznego średnia wielkość deformacji przed IP wynosiła 115° (160°-90°). Wszczepienie implantów pozwoliło na zmniejszenie tego zniekształcenia do 72° (145°-40°). U trojga dzieci uzyskaliśmy dalszą poprawę o 15°. U dwojga pierwotna korekcja utrzymała się.

Komplikacje

U ośmiorga dzieci stwierdziliśmy 15 komplikacji i powikłań leczenia.

Podczas IP w czasie zakładania haków żebrowych u dwojga pacjentów wystąpiła odma opłucnowa. Pozostałe trudności zaobserwowaliśmy podczas badań kontrolnych i w trakcie zabiegów etapowej dystrakcji.

U jednego dziecka dwukrotnie doszło do wyłamania żebra przez klamrę (Ryc. 1). Perforację talerza kości biodrowej przez hak miedniczny zaobserwowaliśmy u trojga dzieci (Ryc. 2). Do ponownego zrostu rozdzielonych żeber doszło u jednego dziecka (dwukrotnie), zaś u innego powstał zrost mostkowy wzdłuż implantu. U jednego dziecka nastąpiło podwichnięcie stawu biodrowego związane z narastającym skośnym ustawieniem miednicy (Ryc. 3). Kolejne komplikacje to złamanie implantu (1 dziecko dwukrotnie) (Ryc. 4), przedłużenie gojenia się rany pooperacyjnej (1 dziecko) i cechy metalozy (4 dzieci).

Reasumując: komplikacje pulmonologiczne (naprawione śródoperacyjnie) wystąpiły w czasie implantacji wszczepów (IP) u dwojga dzieci 16,6%. Pozostałe w trakcie ponad połowy (17) procedur etapowych (31), co stanowi 54,7%. Oczywiście większość tych powikłań była mało istotna klinicznie. Niemniej w 6 przypadkach musieliśmy dokonać re-

struct type (4), reposition of the rib cradles (2) or the ala hook (2).

In four patients, the construct was modified during elective lengthening. In two patients the device was expanded due to an increasingly slanting pelvis. One patient underwent a removal of the distraction pin on the contralateral side due to loss of frontal balance. The implant was removed in one of the subjects due to interference with scapular motion.

The mean Cobb angles in the frontal plane at baseline and after the implantation were 83.4° (62°-100°) and 37° (20°-50°) respectively, with a mean post-IP correction of 55.6%. Despite sequential distractions, deformation progressed by over 10° in 2 children. One subject demonstrated further correction of more than 10° and 3 other patients maintained the post-IP correction of 0-9° as compared to the last examination.

In the kyphotic children, the mean deformation at baseline was 115° (160°-90°), decreasing by up to 72° (145°-40°) after the procedure. Three children demonstrated further improvement by 15°, whereas the remaining two subjects maintained the primary correction degree.

Complications

There were 15 complications in 8 children.

Pneumothorax was noted in two patients while attaching the rib cradles during the index procedure. The remaining complications were observed in follow-up examinations and during sequential distraction procedures.

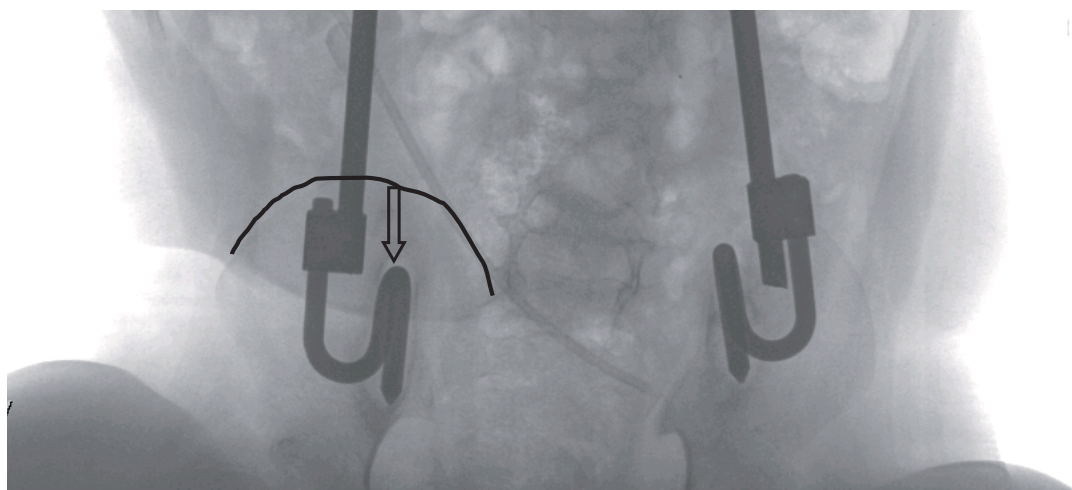
One patient had a rib fractured by a rib cradle twice (Fig. 1) and in three children the ala hook perforated the iliac ala (Fig. 2). The separated ribs fused again in one subject (twice), whereas another child developed a sternal fusion along the implant. There was also one subluxed hip due to an increasingly slanting pelvis (Fig. 3). Other complications included device breakage (twice in one patient) (Fig. 4), prolonged healing of the operative wound (1 case) and signs of metalosis (4 cases).

To sum up, pulmonary complications (repaired intraoperatively) occurred during the index procedure (IP) in 2 children (16.6%), with the rest found during more than half of sequential surgeries (17 out of 31, or 54.7%). The majority of the complications were obviously of little clinical importance. Nevertheless, 6 cases required repeat surgery to reposition the construct (4) or replace a broken implant (2). No post-operative pulmonary problems were observed.



Ryc. 1. Radiogram obrazujący wyłamane żebro przez kłamię (obejmę żebrową)

Fig. 1. Radiograph of a rib fractured by the rib cradle



Ryc. 2. Zdjęcie rtg z obrazem perforacji talerza kości biodrowej przez hak miedniczny. Strzałka pokazuje głębokość dryftu

Fig. 2. Radiograph showing perforation of the ala of ilium by the ala hook. The arrow indicates drift depth

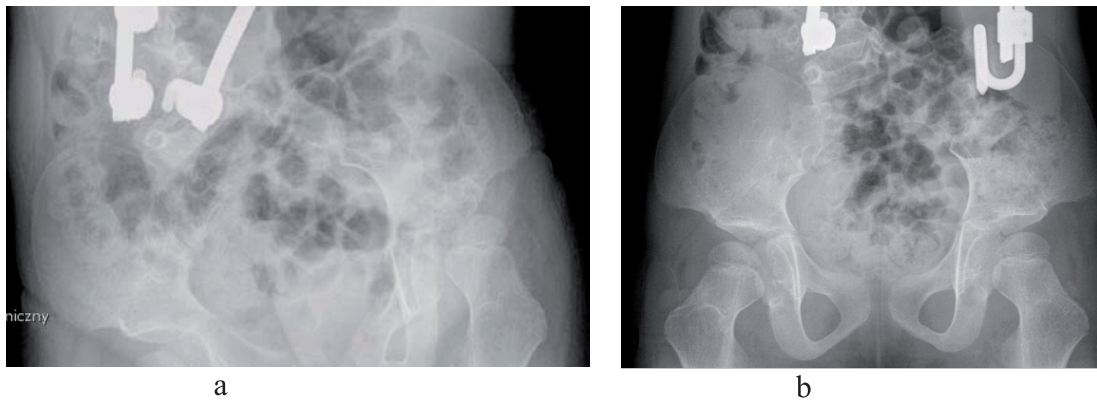
operacji celem zmiany umiejscowienia implantów (4 razy) i wymiany złamanego implantu (2 razy). U żadnego dziecka nie obserwowaliśmy pooperacyjnych problemów pulmonologicznych.

DYSKUSJA

Instrumentarium VEPTR zostało skonstruowane do leczenia dzieci ze złożonymi deformacjami klatki piersiowej i kręgosłupa będącymi przyczyną zespołu niewydolności klatki piersiowej (TIS). Jednak mo-

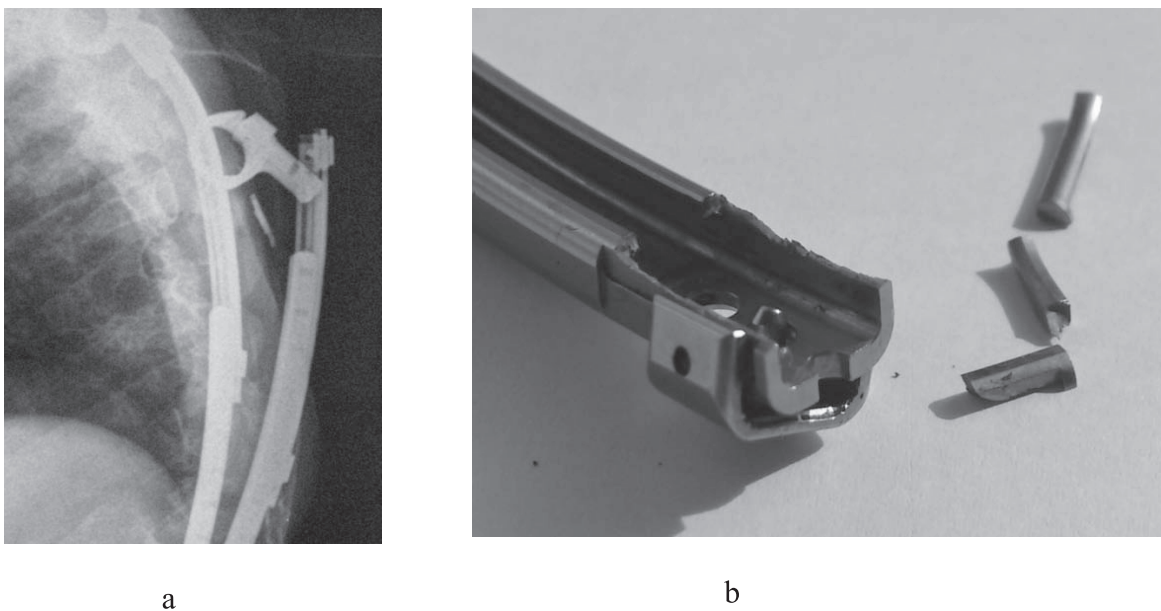
DISCUSSION

The VEPTR instrumentation was devised to treat children with complex thoracic and spinal deformities causing TIS. Since the device also offered the possibility of correcting deformities by transferring



Ryc. 3. Radiogramy dziecka z zespołem Ehler-Danlos. a) Zdjęcie rentgenowskie z podwichnięciem lewego stawu biodrowego związanym z narastającym skośnym ustawieniem miednicy. b) obraz po przemontowaniu rozwórki żebro-lamina na żebro-miednica i poprawnym scentrowaniu głowy kości udowej

Fig. 3. Radiographs of a child with Ehler-Danlos syndrome. a) with a subluxed hip caused by an increasingly slanting pelvis. b) after reposition of the distraction pin from rib-lamina to rib-pelvis and correct centering of the femoral head



Ryc. 4. Złamanie implantu: a) w obrazie rtg, b) po usunięciu

Fig. 4. Implant breakage: a) radiographic presentation, b) following removal due to an increasingly slanting pelvis b/ after reposition of the distraction pin and correct centering of the femoral head

żliwości korekcji zniekształcenia poprzez przenoszenie sił z żeber na kręgosłup i miednicę skłoniło chirurgów do rozszerzania pierwotnych wskazań stosowania systemu [3-7]. Wydaje się, że operacja z użyciem pionowego rozsuwalnego żebra tytanowego jest metodą z wyboru w leczeniu deformacji kręgosłupa u najmłodszych dzieci. Nie hamuje bowiem wzrostu kręgosłupa i klatki piersiowej zmniejszając ryzyko wystąpienia problemów związanych z wczesną spondylodezą (krótki i sztywny tułów, mała ob-

forces from the ribs to the spine and pelvis, the primary indications for the system were extended [3-7]. It appears that VEPTR-based therapy is a method of choice to treat a deformed spine in the youngest children as it encourages the growth of the spinal column and the thoracic cage, thus reducing the risk of early spondylodesis-related problems (short and stiff trunk, low thoracic volume, respiratory insufficiency, progression of the deformity combined with crankshaft phenomenon) [8,9]. Therefore, the

jętość klatki piersiowej, niewydolność oddechowa, progresja deformacji połączona ze zjawiskiem crankshaft) [8,9]. Może być więc uznana za wartościową alternatywę dla innych operacyjnych metod korekcji, na przykład prętów rosnących lub sterowania wzrostem [10-12].

System VEPTR ma jednak swoje ograniczenia. Do przeciwwskazań stosowania metody należą niewystarczająca wytrzymałość tkanki kostnej żeber i/lub kręgosłupa w miejscach umieszczenia implantów, wady wrodzone polegające na braku cefalnych i kaudalnych żeber, do których implanty mają być przymocowane. Pozostałe specyficzne przeciwwskazania to wiek poniżej 6 miesięcy lub osiągnięta dojrzałość szkieletowa, brak funkcji przepony oraz brak wystarczającej ilości tkanki do pokrycia instrumentarium.

Dodatkowo przy stosowaniu metody należy się liczyć z różnymi trudnościami i problemami, które są związane z budową implantów, techniką operacyjną oraz chorobą będącą przyczyną zaburzenia osi kręgosłupa. Obniżenie wieku rozpoczęcia leczenia operacyjnego zwiększyło ryzyko niepowodzeń i powikłań. Wg Sankar i wsp., pacjenci, u których zastosowano implanty VEPTR są bardziej narażeni na powikłania niż pacjenci, u których zastosowano klasyczne implanty hybrydowe łączące żebra i kręgosłup. W jego badaniach odsetek powikłań wyniósł 2,37 na jednego pacjenta [13].

System VEPTR nie zapewnia pierwotnej korekcji trójpłaszczyznowej. Nadal istnieją trudności w utrzymaniu balansu czołowego. Dodatkowym utrudnieniem jest potrzeba wykonywania dodatkowych korekcji charakterystyczna dla etapowego leczenia skolioz wczesnodziecięcych [14].

Nie dyskwalifikuje to oczywiście rozwiązania, pod warunkiem jednak, że leczenie jest prowadzone w wyspecjalizowanych ośrodkach. Pamiętać przy tym należy, że metoda leczenia z użyciem systemu VEPTR jest rozwiązaniem jedynie czasowym, które nie narusza strategicznych elementów anatomicznych kręgosłupa wykorzystywanych później w klasycznych rozwiązaniach operacyjnych. Nie należy zniechęcać się trudnościami i niepowodzeniami w trakcie leczenia. Każdy rok zyskany dzięki temu rozwiązaniu zwiększa pewność doprowadzenia dziecka do zakończenia wzrostu i spondylodezy z najmniejszym możliwym zniekształceniem i zadawalającą wydolnością oddechową.

WNIOSKI

1. Zastosowanie metody VEPTR wymaga precyzyjnego ustalenia wskazań indywidualnie dla każdego pacjenta

method can be considered a valuable alternative to other correction techniques, e.g. growing rods or guided growth [10-12]

The system, however, has its limitations. The contraindications include insufficient strength of the osseous tissue of the ribs and/or the spine in the implant placement sites, congenital absence of the cephalad and caudad ribs to which the construct is to be attached. Other specific contraindications are age below 6 months, skeletal maturity, non-functional diaphragm, and an insufficient amount of tissue to cover the device.

There are also various difficulties and problems resulting from the device's structure, operative technique and the underlying disease that caused the deviation of the spinal axis. Lowering the minimum age for the operative treatment increased the risk of failure and complications. Sankar et al. claim that patients with VEPTR are more complication-prone than those who have received hybrid intervertebral spinal implants, with the total complication rate of 2.37 per patient in his study [13].

The VEPTR system does not ensure primary correction in three planes. Frontal balance is still difficult to maintain. Another problem is the necessity to perform additional corrections, which is typical of a sequential treatment of early-onset scoliosis [14].

Obviously, the drawbacks do not disqualify the method providing that the treatment is conducted in a specialist center. It should also be borne in mind that VEPTR is only a temporary measure which does not interfere with strategic anatomic elements of the spine that are to be involved in subsequent conventional operative procedures. The difficulties and failures encountered in the course of the treatment should not be seen as discouraging, since every year gained through the treatment increases the probability of the child's living through the growth period and reaching spondylodesis with the smallest possible deformity and satisfactory respiratory capacity.

CONCLUSIONS

1. The VEPTR-based treatment requires a precise individual analysis of indications for every patient.

2. Niezależnie od powyższego należy się liczyć z relatywnie wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia powikłań.
3. Rodzice dziecka powinni być zawsze informowani o konieczności wykonania nieplanowanych operacji.
2. Nevertheless, a high risk of complications should be borne in mind.
3. The parents should always be informed about the necessity to perform emergency surgeries.

PIŚMIENICTWO/REFERENCES

1. Bartie BJ, Lonstein JE, Winter RB. Long-term follow-up of adolescent idiopathic scoliosis patients who had Harrington instrumentation and fusion to the lower lumbar vertebrae: is low back pain a problem? *Spine*. 2009 Nov 15;34(24):E873-8.
2. Eberle CF. Failure of fixation after segmental spinal instrumentation without arthrodesis in the management of paralytic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1988;70:696-703
3. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, i wsp. The effect of opening wedge thoracostomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86:1659-1674
4. Emans JB, Caubet JF, Ordonez CL, Lee EY, Ciarlo M. The treatment of spine and chest wall deformities with fused ribs by expansion thoracostomy and insertion of vertical expandable prosthetic titanium rib: growth of thoracic spine and improvement of lung volumes. *Spine* 2005;30:58-68
5. Smith J, Smith M. Treatment of progressive spinal deformity using the VEPTR device with a bilateral percutaneous rib to pelvis technique in non-ambulatory children with neuromuscular disease. In: Proceedings of 2nd international congress on early onset scoliosis & growing spine, 2008.11.7-8. Montreal, Kanada.
6. Hasler CC, Mehrkens1A, Hefti F. Efficacy and safety of VEPTR instrumentation for progressive spine deformities in young children without rib fusions *Eur Spine J*. 2010;19(3):400-8.
7. Latałski M, Fatyga M, Gregosiewicz A. The vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR) in the treatment of scoliosis and thoracic deformities. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2007;9(5):459-66.
8. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 1989;9:541-550
9. Motoyama EK, Deeney VF, Fine GF i wsp. Effects on lung function of multiple expansion thoracoplasty in children with thoracic insufficiency syndrome: a longitudinal study. *Spine* 2006;31:284-29
10. Ahmadiadli H, Olgun D, Yazici M. The effect of a new modification of the growing rod technique on the success rate: distal and proximal pedicle screw fixation, dual rod application and routine lengthening at every 6 months. *J Child Orthop* 2009;3:19
11. McCarthy RE, Luhmann S, Lenke L. Greater than two years follow-up Shilla growth enhancing system for the treatment of scoliosis in children. In: Proceedings of 2nd International Congress on Early Onset Scoliosis & Growing Spine, 2008.11.7-8. Montreal, Kanada.
12. Latałski M, Fatyga M, Gregosiewicz A, Raganowicz T. Guided growth implants as a Solution for Revision Surgery Proximal Junctional Kyphosis after Butterfly Vertebra Resection in the Growing Spine - Case Report In: Proceedings of 3rd International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine, 2009.11.20-21. Istanbul, Turkey.
13. Sankar WN, Acevedo DC, Skaggs DL. Comparison of Complications Among Growing Spinal Implants. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Jun 18.
14. Akbarnia BA, Emans JB. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Dec 1;35(25):2193-204.

Liczba słów/Word count: 3449

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 14

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr med. Michał Latałski

20-843 Lublin, ul. Koncertowa 19/100

tel./fax: (81) 718-55-51, e-mail: michall1@o2.pl

Otrzymano / Received

14.06.2011 r.

Zaakceptowano / Accepted

02.08.2011 r.

