

Does VEPTR meet the expectations?

Czy VEPTR spełnia rozbudzone oczekiwania?

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 4 (20) 2010

Original article/Artykuł oryginalny

MICHAŁ LATAŁSKI, MAREK FATYGA, ANDRZEJ GREGOSIEWICZ

Klinika Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. med. Andrzej Gregosiewicz

Address for correspondence/Adres do korespondencji:
Katedra i Klinika Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego
ul. Chodźki 2, 20-090 Lublin
tel. +48 81/7185551; e-mail: michall@o2.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	925/832
Tables/Tabele	0
Figures/Ryciny	3
References/Piśmiennictwo	13

Received: 17.07.2010

Accepted: 09.08.2010

Published: 13.10.2010

Summary

Early onset scoliosis with associated thoracic deformities is a difficult treatment problem. In many cases early surgery is necessary with the use of such techniques to correction of spine and chest which would ensure their continued growth. One solution is a VEPTR system (vertical expandable titanium rib) designed for mechanical stabilization of the chest and spine. Aim of this study is to provide the effectiveness of surgical treatment of the spine and chest deformities using the system VEPTR during the early childhood. The authors describe their own experiences highlighting the difficulties associated with this method.

Material and methods. In the Department of Pediatric Orthopedics, Medical University of Lublin staged surgery with VEPTR system was used in 12 children aged from 3 to 8 years. Three children required treatment because of multiple congenital spine deformations, four because of the neuromuscular scoliosis and five because of the kyphotic deformation in myelomeningocele. The number of surgical procedures in one child ranged from 3 to 8. Follow up from 10 months to 4 years. The observed failure and complications include: broken ribs (four times), perforation of the iliac by iliac hook (5 times), pneumothorax (2 times), re-adhesion of ribs (2 times), implant fracture (one time).

Results and conclusions. Our own experience and the literature data underline the clinical efficacy of VEPTR. This method is only a temporary solution, but it appears to be an effective method in treating chest and spine deformation in the youngest children. The specificity of the method makes that the application of it reckon with the various difficulties and complications that may occasionally affect the final outcome. They are associated with the specific surgical technique and the implants construction. These threats do not disqualify the method, but that treatment must be carried out in specialized centers by a properly trained team.

Key words: early-onset scoliosis, veptr, treatment methods

Streszczenie

Cel pracy. Skoliozy wczesnodziecięce z towarzyszącymi deformacjami klatki piersiowej są trudnym problemem leczniczym. W wielu przypadkach konieczne jest wczesne leczenie operacyjne z wykorzystaniem technik umożliwiających taką korekcję kręgosłupa i klatki piersiowej, która zapewniłaby ich dalszy wzrost. Jednym z rozwiązań jest system VEPTR (pionowe rozsuwalne żebro tytanowe) zaprojektowany do mechanicznej stabilizacji klatki piersiowej i kręgosłupa. Celem pracy przedstawienie skuteczności leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa i klatki piersiowej w okresie wczesnodziecięcym z wykorzystaniem systemu VEPTR. Autorzy przedstawiają własne doświadczenia podkreślając trudności związane z tym sposobem.

Material i metoda. W Klinice Ortopedii Dziecięcej UM w Lublinie etapowe leczenie operacyjne z użyciem systemu VEPTR zastosowaliśmy u 12 dzieci w wieku od 3 do 8 lat. 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 3 do 8. Czas obserwacji od 10 miesięcy do 4 lat. Zaobserwowane niepowodzenia i powikłania to: wyłamanie żebra (4 krotnie), perforacja talerza kości biodrowej przez hak miedniczny (5 krotnie), odma opłucnowa (2 krotnie), ponowny zrost żeber (2 krotnie), złamanie implantu (1 raz).

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. Są one związane ze specyfiką techniki operacyjnej i budową implantów. Zagrożenia te nie dyskwalifikują metody, pod warunkiem że leczenie jest prowadzone w wyspecjalizowanych ośrodkach przez odpowiednio wyszkolony zespół. Własne doświadczenia, jak i dane z piśmiennictwa podkreślają skuteczność kliniczną systemu VEPTR. Metoda leczenia z użyciem systemu VEPTR jest rozwiązaniem jedynie czasowym, które nie narusza strategicznych elementów anatomicznych kręgosłupa wykorzystywanych później w klasycznych rozwiązaniach operacyjnych. Obecnie wydaje się być skuteczną metodą w etapowym leczeniu deformacji klatki piersiowej i kręgosłupa u najmłodszych dzieci.

Słowa kluczowe: skolioza wczesnodziecięca, veptr, metody leczenia

INTRODUCTION

Early onset scoliosis with associated thoracic deformities is a difficult treatment problem. In many cases early surgical treatment is necessary. Among many modalities of surgical correction of this type of defects in the last 2 decades (and is still now) the most popular was staged correction according to Harrington [1]. The fundamental problem of this method of treatment is lack of control of the development of torsion and rotation of the spine and thoracic cage. [2]. Arresting only the progression of curve magnitude does not prevent thorax deformity and development of TIS (thorax insufficiency syndrome). It is important to utilise techniques that allow spine and thorax correction and allow further growth. One solution is a VEPTR system (vertical expandable titanium rib) designed for mechanical stabilization of the chest and spine. Aim of this study is to provide the effectiveness of surgical treatment of the spine and chest deformities using the system VEPTR during the early childhood. The authors describe their own experiences highlighting the difficulties associated with this method.

MATERIAL AND METHODS

In the Department of Paediatric Orthopaedics, Medical University of Lublin between years 2006 and 2010 staged surgical treatment with the VEPTR system was implemented in 12 children. Three children required treatment because of multiple congenital spine deformations, four because of the neuromuscular scoliosis and five because of the kyphotic deformation in myelomeningocele. Mean age at initial surgery (implant insertion) was 5.25 (from 3 to 9 years). The number of surgical procedures in one child ranged from 3 to 8. Mean follow-up was 2.5 years (from 10 months to 4 years).

WPROWADZENIE

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) korekta 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 zniekształcenia klatki piersiowej i nasilania się zespołu TIS (zespół niewydolności klatki piersiowej). Ważnym zatem jest wykorzystanie technik umożliwiających taką korektę kręgosłupa i klatki piersiowej która zapewniłaby ich dalszy wzrost. Tego typu rozwiązaniem jest system VEPTR (pionowe rozsuwalne żebro tytanowe) zaprojektowany do dynamicznej stabilizacji klatki piersiowej i kręgosłupa. Celem pracy jest przedstawienie skuteczności leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa i klatki piersiowej w okresie wczesnodziecięcym z wykorzystaniem systemu VEPTR. Autorzy przedstawiają własne doświadczenia podkreślając trudności związane z tym sposobem terapii.

MATERIAŁ I METODA

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

RESULTS

In the described group 12 implantation procedures were performed (index procedure- IP), 24 additional scheduled staged surgeries were performed and 5 additional non-scheduled interventions connected to different complications (41 procedures altogether). Planned procedures included: lengthening (24), change of construction (4), change of rib clamps position (2), change of pelvic hook (1).

In four patients the construction was modified during the planned lengthening procedure. In two children the construction was lengthened due to increasing pelvic tilt, in one case additional bar on the contra-lateral side was implanted due to loss of coronal balance. One rib-rib construction was removed due a conflict with the scapula.

The mean Cobb angle in the coronal plane prior to IP was 83.4° (62° – 100°), and after correction 37° (20° – 50°). The mean correction after IP was 55.6%. In two children despite staged lengthening procedures a progression of more than 10° was noted. In one patient further correction of other 10° was present. In other three patients the grade of correction achieved after IP compared to the last examination was between 0 – 9° .

5,25 roku (od 3 do 9 lat). U dzieci tych wykonaliśmy od 3 do 8 procedur operacyjnych. Średni czas obserwacji wyniósł 2,5 roku (od 10 miesięcy do 4 lat).

WYNIKI

U opisywanych dzieci przeprowadziliśmy 12 zabiegów implantacji wszczepów (index procedure- IP), 24 dodatkowe planowe zabiegi operacyjne korekcji etapowej, a także 5 nieplanowych operacji związanych z różnymi komplikacjami (łącznie 41 procedur). Planowe zabiegi obejmowały wydłużenie (24), zmianę typu konstrukcji (4) lub miejsca implantacji klamer żebrowych (2) i haka miednicznego (1).

U czterech pacjentów zmodyfikowaliśmy konstrukcję podczas planowego zabiegu wydłużenia. U dwojga dzieci wydłużyliśmy konstrukcję z powodu powiększającego się skośnego ustawienia miednicy, u jednego domontowaliśmy 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 $83,4^\circ$ (62° – 100°), zaś po korekcji 37° (20° – 50°). Średnia korekcja po IP wyniosła 55,6%. U dwojga dzieci mimo dystrakcji etapowych doszło do progresji 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° –



Fig. 1. Rib fracture requiring an unplanned intervention of repositioning the rib clamp

Ryc. 1. Wyłamanie żebra, wymagające ponownej, nieplanowanej zmiany zamocowania rozwórkę na żebrach

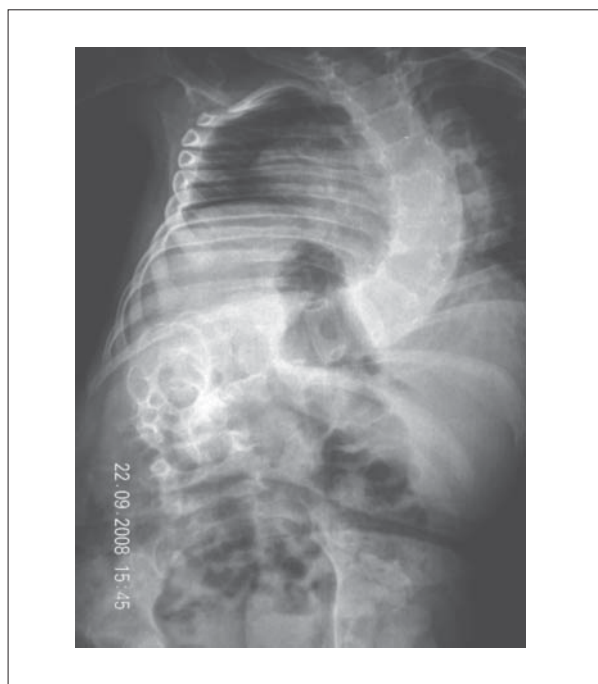


Fig. 2a. Kyphoscoliosis in Ehlers-Danlos Syndrome, planned for treatment with VEPTR system at 4 years of age

Ryc. 2a. Kifoskolioza w zespole Ehler-Danlos, w 4 roku życia kwalifikowana do leczenia metodą VEPTR

In children treated due to kyphotic deformity the mean magnitude of deformity prior to IP was 115° (160° - 90°). Implantation of the system lead to correction of the deformity to mean 72° (145° - 40°) in three children further correction of 15° was present. In two cases the correction remained unchanged.

In eight children we noted 15 complications and difficulties during treatment. In one child the rib clamp twice caused rib fracture [pic.1]. Perforation of the iliac bone by the iliac hook was observed in two children. Above that, in two children – during rib clamp implantation – pneumothorax occurred. In one case the osteotomized ribs fused again (twice), in one case a sternal fusion occurred. In one child a subluxation of the hip joint was present related to increasing pelvic tilt [pic.2 a,b,c,d]. Following further complications were present: fracture of the implant in one child [pic.3], prolonged surgical wound healing (1 child) and traits of metallosis (4 children).

The risk of complications was 16.6% (2/12) during IP and 51.7% (15/29) for the staged surgery. During five reoperations changed the location of the implants four times and once we changed the broken rail. No pulmonary complications were noted.

DISCUSSION

The VEPTR system was designed to treat children with complex thorax and spine abnormalities that lead to thorax insufficiency syndrome (TIS). But the possibility of correction deformities by transmitting forces from the ribs to the spine prompted surgeons to extend the initial

90°). Wszczepienie implantów pozwoliło na zmniejszenie tego zniekształcenia do 72° (145° - 40°). U trojga dzieci uzyskaliśmy dalszą poprawę o 15° . U dwojga pierwotna korekta utrzymała się.

U ośmiorga dzieci stwierdziliśmy 15 komplikacji i powikłań leczenia. U jednego dziecka dwukrotnie doszło do wyłamania żebra przez kłamerę [Ryc. 1]. Perforację talerza kości biodrowej przez hak miedniczny zaobserwowaliśmy u dwojga dzieci. Również u dwojga – podczas zakładaniu haków żebrowych – wystąpiła odma opłucnowa. Do ponownego zrostu rozdzielonych żeber doszło u jednego dziecka (dwukrotnie), zaś u innego powstał zrost mostkowy. U jednego dziecka nastąpiło podwichnięcie stawu biodrowego związane z narastającym skośnym ustawieniem miednicy [Ryc. 2 a,b,c,d]. Kolejne komplikacje to złamanie implantu u jednego dziecka [Ryc. 3], przedłużone gojenie rany pooperacyjnej (1 dziecko) i cechy metalozy (4 dzieci).

Ryzyko komplikacji wyniosło więc 16,6% (2/12) w czasie IP i 51,7% (15/29) na procedurę etapową. W czasie pięciu reoperacji dokonaliśmy czterech zmian umiejscowienia implantów i jednej wymiany złamanej szyny przedłużającej. 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 możliwości korekcji



Fig. 2b. I stage of treatment, implantation of rib-lamina rails bilaterally

Ryc. 2b. I etap leczenia, założenie rozwórek z uchwytów żebro-lamina obustronnie



Fig. 2c. Lumbar scoliosis progression with increasing pelvic tilt and right hip subluxation

Ryc. 2c. progresja skoliozy lędźwiowej z narastaniem skośnego ustawienia miednicy i podwichnięciem prawego biodra

indications. [3,4,5,6,7] it seems that surgery utilising the vertical expandable titanium rib is a method of choice in the treatment of youngest children. It does not inhibit further growth of the spine and thoracic cage decreasing the risk related to early fusion (short and stiff trunk, low volume of the thorax, respiratory insufficiency, progression of deformity related to crankshaft phenomenon). [8,9]. It might be therefore recognised as a valuable alternative to other surgical methods of correction like for example growing rods [10] or guided growth [11,12].

Nonetheless utilising this method it must be considered that certain difficulties and problems might occur, they are related to implant construction and surgical technique, child's age at the beginning of treatment and the aetiology of the spine deformity (neuromuscular deformities). According to Sankar et al patients in whom VEPTR system was implanted are exposed to higher risk of complications compared to patients treated with classic, hybrid rib-spine constructs. [13]

This of course does not disqualify this method, under the condition that treatment is carried in specialized centres. It must be remembered that treatment with the VEPTR system is only a temporary solution that does not violate the strategic anatomical elements of the spine that are needed for classic surgical solutions.

znieszczenia poprzez przenoszenie sił z żeber na kręgosłup i miednicę skłoniło chirurgów do rozszerzania pierwotnych wskazań stosowania systemu. [3,4,5,6,7] 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 objętość klatki piersiowej, niewydolność oddechu, progresja deformacji połączona ze zjawiskiem crankshaft). [8,9]. Może być więc uznana za wartościową alternatywę dla innych operacyjnych metod korekcji, na przykład prętów rosnących [10] lub sterowanie wzrostem [11,12].

Niemniej jednak przy stosowaniu tej metody należy się liczyć z różnymi trudnościami i problemami, które są związane z budową implantów i techniką operacyjną, wiekiem dziecka przy rozpoczęciu leczenia oraz etiologią deformacji kręgosłupa (znieszczenia nerwowo-mięśniowe). 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. [13]

Nie dyskwalifikuje to oczywiście metody, pod warunkiem jednak że leczenie jest prowadzone w wyspecjalizowanych ośrodkach. Pamiętać przy tym należy, że metoda leczenia z użyciem systemu VEPTR jest rozwią-

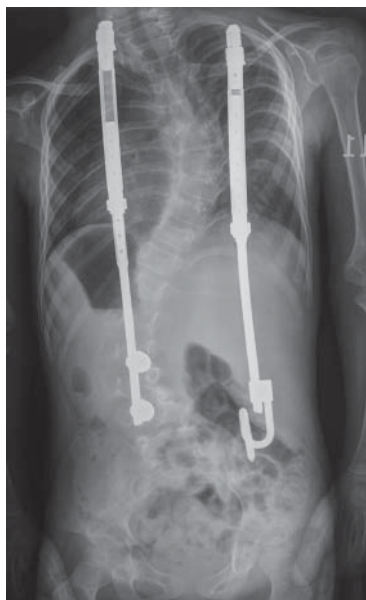


Fig. 2d. After 10 months after initial surgery the patient required an unplanned procedure of VEPTR system re-implantation, consisting of supporting the right side of the trunk on the pelvis with a pelvic hook
Ryc. 2d. Po 10 miesiącach konieczność nieplanowanej zmiany konstrukcji systemu VEPTR, polegającej na wsparciu strony prawej tułowia na miednicy z użyciem haka miednicznego

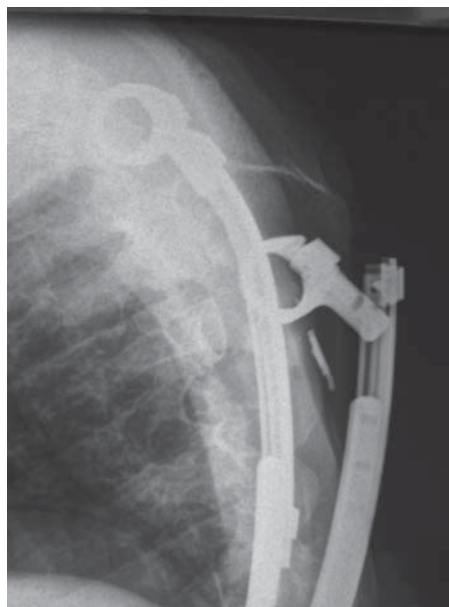


Fig. 3. Rare complication, VEPTR rail fracture
Ryc. 3. Rzadkie powikłanie w postaci złamania rozwórki VEPTR

CONCLUSION

1. Using the VEPTR technique requires precise, individual indications tailored to each patient.
2. Independently of the above-mentioned one has to be aware of the relatively high risk of complications.
3. Parents and caregivers must always be informed about the risk of performing unplanned procedures.

zaniem jedynie czasowym, które nie narusza strategicznych elementów anatomicznych kręgosłupa wykorzystywanych później w klasycznych rozwiązaniach operacyjnych.

WNIOSKI

1. Zastosowanie metody VEPTR wymaga precyzyjnego ustalenia wskazań indywidualnie dla każdego pacjenta
2. Niezależnie od powyższego należy się liczyć z relatywnie wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia powikłań.
3. Rodzice pacjenta powinni być zawsze poinformowani o ewentualnej konieczności wykonania nieplanowanych operacji.

References/Piśmiennictwo:

1. Skwarcz A, Repelewski M, Kłapeć B, Fatyga M, Majcher P. Etapowe leczenie operacyjne skolioz wczesnodziecięcych. *Materiały z XXVIII Zjazdu PTO i Tr*; 20 1990.09.20-22; Szczecin, Polska
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, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N 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:S58-S68
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 (abstract). In: *Proceedings of 2nd international congress on early onset scoliosis & growing spine, Montreal 2008*
6. Hasler CC, Mehrkens IA, 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. Latajski 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, Yang CI, Mutich RL, Walczak S.A. i wsp. (2006) 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:S19
11. McCarthy RE, Luhmann S, Lenke L. Greater than two years follow-up Shilla growth enhancing system for the treatment of scoliosis in children (abstract). In: *Proceedings of 2nd international congress on early onset scoliosis & growing spine, Montreal 2008*.
12. Latajski 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, 20-21, Istanbul, Turkey November 2009*
13. Sankar WN, Acevedo DC, Skaggs DL. Comparison of Complications Among Growing Spinal Implants. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Jun 18.