



**Barbara Jasiewicz, Maja Zarzycka
Daniel Zarzycki, Wojciech Kącki**

*Katedra i Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Collegium Medicum Uniwersytetu
Jagiellońskiego, Kraków-Zakopane*

Wskazania do tylnej i przedniej spondylodezy w skoliozach idiopatycznych w zależności od klasyfikacji Kinga i Lenke

*Indications to posterior and anterior fusion in idiopathic scoliosis
according to King and Lenke classification*

Słowa kluczowe: *skolioza idiopatyczna, klasyfikacja wg Lenke, klasyfikacja wg Kinga,
wskazania, dostęp przedni, dostęp tylny*

Key words: *idiopathic scoliosis, Lenke classification, King classification, fusion
level, indications, posterior approach*

STRESZCZENIE

Głównym celem leczenia operacyjnego skolioz idiopatycznych jest maksymalna, bezpieczna korekcja wszystkich elementów deformacji prowadząca do odtworzenia czolowego, strzałkowego i poziomego balansu ciała przy usztywnieniu możliwie minimalnej liczby segmentów ruchowych kręgosłupa.

Tylna wielopoziomowa spondylodeza kręgosłupa od lat 80-tych ubiegłego wieku jest najczęściej stosowaną techniką operacyjną w korekcji młodzieńczej skoliozy idiopatycznej. Niewiele jednak technik z dostępu tylnego daje możliwość korekcji hypokifozy w piersiowym odcinku kręgosłupa oraz korekcji rotacji. Od lat 90-tych grupa ortopedów stosująca przednie instrumentaria publikuje wyniki selektywnej przedniej spondylodezy, głównie dla skrzywień w odcinku piersiowym. Spondylodeza przednia pozwala zaoszczędzić ruchomość w dystalnym odcinku instrumentowanej skoliozy o 2÷3, a nawet więcej segmentów, w skrzywieniu strukturalnym zarówno w odcinku piersiowym, piersiowo-lędźwiowym, jak i w lędźwiowym. Każdy z tych dostępów ma swoje zalety i wady i każdy nadaje się do innego rodzaju skrzywień kręgosłupa.

W niniejszym opracowaniu podano wskazania do tylnej i przedniej spondylodezy, w zależności od typu skrzywienia wg klasyfikacji Kinga i Lenke.

Wnioski:

1. Spondylodeza tylna jest wskazana w skoliozach typu King II, V, ewentualnie IV oraz typu Lenke 3, 4, 6.
2. Spondylodeza przednia w odcinku piersiowym jest wskazana w skoliozach typu King II i III oraz typu Lenke 1, ewentualnie 2.

3. *Spondylodeza przednia w odcinku lędźwiowym jest wskazana w skoliozach typu King I oraz Lenke 3 i 5.*
4. *Hypokifoza w odcinku piersiowym jest wskazaniem do spondylodezy przedniej, a hyperkifoza powyżej 40° do spondylodezy tylnej.*

ABSTRACT

The goal of operative treatment in idiopathic scoliosis is the maximally safe correction of all deformity elements leading to restoration of coronal, sagittal and horizontal balance with fusion of the possible lowest number of vertebral segments.

Since 1980-s, posterior, multilevel spinal fusion is the most frequently used technique in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. However, few posterior techniques enables possibility for correction of hypokyphosis in thoracic spine and rotation. Since 1990-s the group of orthopedic surgeons using anterior instrumentation publishes results of selective anterior fusion mainly in thoracic curves. Anterior fusion allows for saving 2, 3 and more segments, with mobility in distal instrumented area of scoliosis, both in thoracic, thoraco-lumbar and lumbar spine.

Each of these approaches has its own advantages and drawbacks, and each of them is used for different kind of scoliosis.

In this paper indications for anterior and posterior fusion depending on type of scoliosis according to King and Lenke classification.

Conclusions:

1. *Posterior fusion is advised in King II, V, sometimes IV, and Lenke 3, 4, and 5 type of scoliosis.*
2. *Anterior fusion in thoracic spine is advised in King II and III and Lenke 1, eventually 2, type of scoliosis.*
3. *Anterior fusion in lumbar spine is advised in King I, Lenke 3 and 5 types of scoliosis.*
4. *Thoracic hypokyphosis is an indication for anterior fusion, while hyperkyphosis above 40° is an indication for posterior fusion.*

WSTĘP

Skolioza jest to trójplaszczynowa deformacja kręgosłupa, polegająca na bocznym skrzywieniu kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej, zaburzeniu prawidłowych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej (kifoza i lordoza) oraz torsji i rotacji kręgów. Torsja jest to zjawisko dotyczące pojedynczego kręgu, polega na skręcaniu się części kręgu wzdłuż jego osi i prowadzi do zmiany kształtu kręgu. Zjawisko rotacji dotyczy grupy kręgów, skręcających się wzdłuż osi długiej, tym samym zmieniających wzajemne położenie.

Główny postęp w chirurgii kręgosłupa dokonał się za sprawą Harringtona i Moe,

którzy upowszechnili technikę spondylodezy tylnej z użyciem instrumentarium [1]. W latach sześćdziesiątych XX wieku, Cotrel i Dubousset zastosowali w leczeniu skolioz instrumentarium derotacyjne [2]. Przednie instrumentarium w korekcji skoliozy wprowadzone przez Dwyer'a, zmodyfikowane przez Zielke, w połączeniu z usuwaniem krążków międzykręgowych, umożliwiło lepszą korekcję skrzywień [3, 4, 5]. Wadą spondylodezy przedniej, szczególnie w pierwszym okresie stosowania techniki Zielke, było częste złamanie pręta i utrata korekcji, ale dzięki postępowi technologicznemu zwiększającemu wytrzymałość implantów, obecnie powikłanie to jest nadzwyczaj rzadkie. Głównym celem lecze-

nia operacyjnego skolioz idiopatycznych jest maksymalna, bezpieczna korekcja wszystkich elementów deformacji, prowadząca do odtworzenia czołowego, strzałkowego i poziomego balansu ciała, przy usztywnieniu możliwie minimalnej liczby segmentów ruchowych kręgosłupa.

Do lat dziewięćdziesiątych skoliozy idiopatyczne leczone były operacyjnie głównie z dostępu tylnego. Obecnie zwiększa się popularność spondylodezy przedniej. Każdy z tych dostępów ma swoje zalety i wady, a wskazania do ich stosowania zależą od rodzaju skrzywienia kręgosłupa i wieku chorego, w jakim wykonywana jest spondylodeza.

Zadaniem niniejszej pracy jest określenie na podstawie własnych doświadczeń oraz danych z piśmiennictwa, która z technik operacyjnych daje większe możliwości korekcji wszystkich składowych deformacji i przywrócenia prawidłowego kształtu kręgosłupa w poszczególnych typach skolioz w oparciu o najczęściej stosowane klasyfikacje skolioz wg Kinga i Lenke [6, 7].

PŁASZCZYZNA CZOŁOWA

Spondylodezę tylną stosuje się zwłaszcza w przypadku podwójnych i potrójnych skrzywień strukturalnych, natomiast spondylodeza przednia używana jest szczególnie do korekcji pojedynczych skrzywień strukturalnych we wszystkich odcinkach kręgosłupa [8].

Skrzywienie strukturalne w odcinku piersiowym, występujące w skoliozach typu III wg Kinga, oraz 1 i 3, a niekiedy 2 wg Lenke, można operować z dostępu przedniego przy minimalnym skrzywieniu lędźwiowym, korygującym się w skłonie bocznym lub podczas radiogramu elongacyjnego (ryc.1). Skrzywienia w odcinku lędźwiowym (King I, Lenke 5) oraz je-

dnołukowe piersiowo-lędźwiowe (King IV, Lenke 5) również stanowią wskazanie do zastosowania dostępu przedniego (ryc. 2). Spondylodeza tylna zalecana jest do korekcji podwójnych i potrójnych skrzywień strukturalnych (King II i V, Lenke 2,3,4, i 6) (Ryc.3). Postępując zgodnie z klasyfikacją Lenke w przypadku skolioz strukturalnych w odcinku piersiowym z modyfikatorem lędźwiowym B, a zwłaszcza C, należy rozważyć dostęp tylny.

PŁASZCZYZNA STRZAŁKOWA

Deformacja skoliotyczna kręgosłupa z towarzyszącą hypokifozą piersiową lub hyperlordozą lędźwiową jest wskazaniem do wykonania spondylodezy przedniej w danym odcinku kręgosłupa. Nadmierna kifoza piersiowa może być przesłanką do zastosowania spondylodezy tylnej. Hypolordoza lędźwiowa oraz kifotyzacja przejścia piersiowo-lędźwiowego (Th12-L2) wymaga instrumentacji tylnej lub przedniej z zastosowaniem klinowych czopów międzytrzonowych [9,10,11] (ryc.4).

DOJRZAŁOŚĆ KOSTNA

Brak dojrzałości kostnej (test Rissera mniejszy lub równy 1) nakazuje wybór metody operacyjnej pozwalającej na uniknięcie efektu skreślenia (*crankshaft phenomenon*). Są nimi albo spondylodeza przednia, albo spondylodeza przednia i tylna [11].

Zauważalną na pierwszy rzut oka różnicą między technikami z dostępu przedniego i tylnego jest **zakres spondylodezy**. Dostęp przedni pozwala ograniczyć usztywnienie kręgosłupa do

kilku segmentów na szczycie skrzywienia i nie przekracza na ogół kręgów krańcowych [1, 2, 3, 4, 5]. Operacja z dostępu tylnego wymaga usztywnienia kręgosłupa na większym odcinku, zwykle przekraczającym zakres skrzywienia. Tak więc, podczas wykonywania spondylodezy przedniej możemy zaoszczędzić 2÷3 poziomy ruchowe kręgosłupa, co ma znaczenie szczególnie w odcinku lędźwiowym. Przy takiej różnicy w zakresie spondylodezy przy podobnych typach skrzywień nasuwa się kilka pytań. Pierwszym z nich jest pytanie o **wielkość korekcji** osiąganej w obu powyższych dostępach. Korekcja skrzywienia operowanego z dostępu przedniego wynosi średnio od 59% do 78%, zwykle 60÷70% [10,13,14]. Taka duża rozbieżność wynika z zastosowania różnych technik z tego samego dostępu przedniego. Maksymalne korekcje uzyskiwane są w technice *"bone on bone"* z całkowitym usunięciem krążków międzykręgowych i bez użycia przeszczepów kostnych do wypełnienia przestrzeni międzytrzonowych [5,10]. Korekcja z dostępu tylnego wahała się od 27% do 80,5% [10,11,14,15], osiągając większe wartości przy zastosowaniu śrub przemasadowych w odcinku lędźwiowym, jak i piersiowym, w technice segmentarnej derotacyjnej instrumentacji [15].

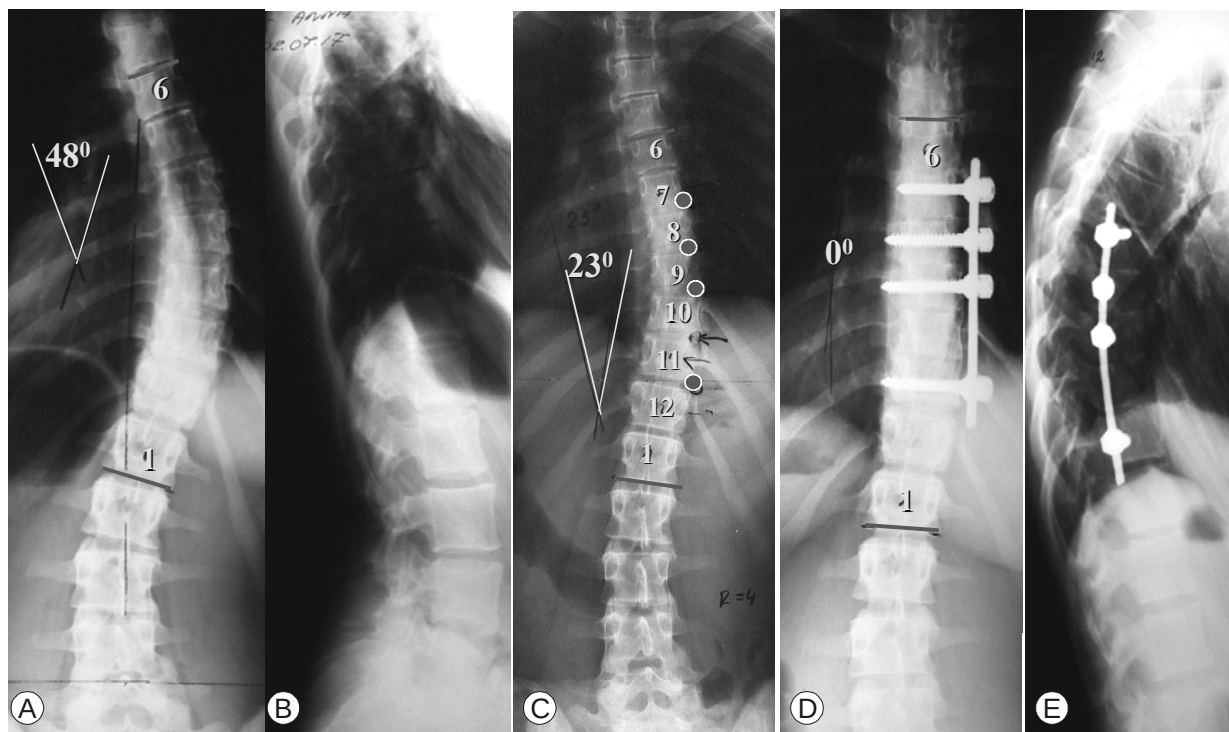
Korekcja w **płaszczyźnie strzałkowej** polega na odtworzeniu prawidłowych krzywizn kręgosłupa - fizjologicznej kifozy i lordozy. Dostęp przedni pozwala na łatwiejsze odtworzenie krzywizn strzałkowych kręgosłupa, ale z pewnymi ograniczeniami. W większości przypadków skoliozie towarzyszy hypokifoza piersiowa, która łatwo koryguje się podczas operacji z dostępu przedniego. Dodatkowo całkowite usunięcie krążków międzykręgowych pozwala na pełniejsze

odtworzenie krzywizn fizjologicznych. Nadal pozostaje nie do końca rozwiązany problem pacjentów z przedoperacyjną zwiększoną kifozą piersiową, u których dostęp przedni może prowadzić do wytworzenia hyperkifozy [11]. W tych sytuacjach część autorów zaleca operację z dostępu tylnego, a Shufflbarger uważa wręcz kifożą piersiową większą od 40° za przeciwwskazanie do spondylodezy przedniej [11]. Przedoperacyjne zmniejszenie lordozy lędźwiowej jest wskazaniem do spondylodezy tylnej z użyciem śrub przemasadowych lub przedniej z zastosowaniem klinowych czopów międzytrzonowych.

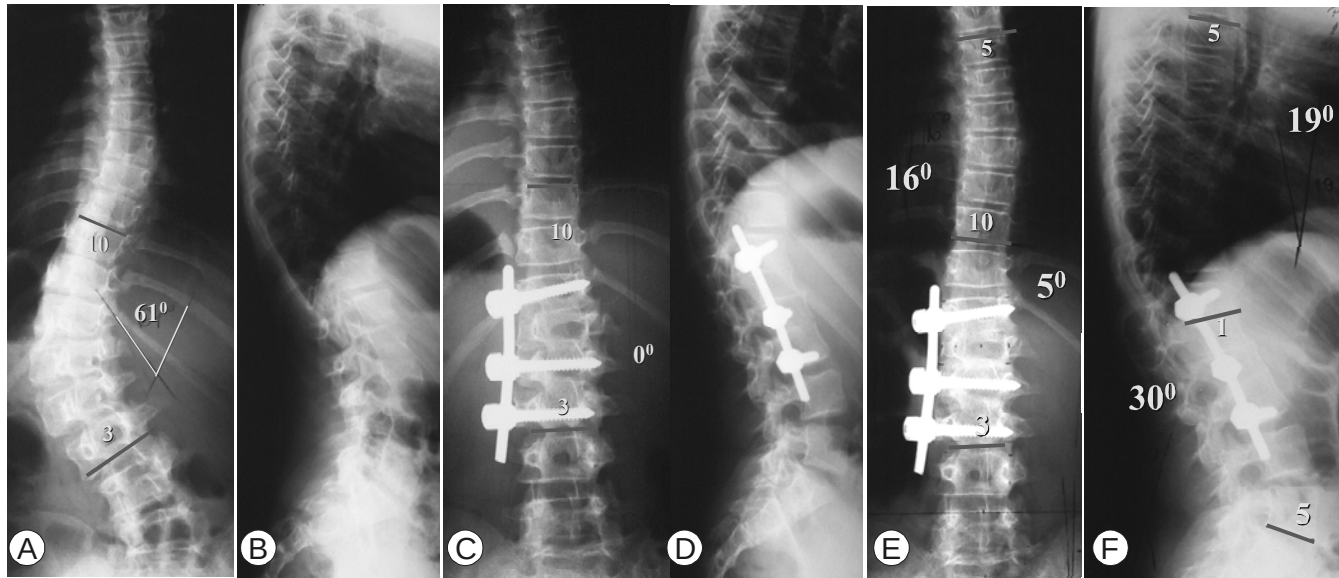
Dobrze wyselekcjonowany poziom spondylodezy przedniej lub tylnej w odcinku piersiowym spontanicznie wpływa na **korekcję skrzywienia w niezainstrumentowanym odcinku lędźwiowym** (ryc.5). Spontaniczna korekcja dolnego skrzywienia zwiększała się systematycznie w okresie obserwacji i wynosiła 56%÷68% w 2 lata po spondylodezie przedniej i 37% po spondylodezie tylnej [9,11,14,16].

Utrata korekcji w większości współczesnych technik operacyjnych przednich i tylnych jest podobna [10]. Wcześniejsze wyniki operacji z dostępu przedniego były związane z wysokim procentem utraty korekcji, spowodowanym niedoskonałością używanego instrumentarium [11]. Przy właściwie dobranych poziomach instrumentowania zarówno z dostępu przedniego jak i tylnego **balans kręgosłupa** jest dobry, a ilość opisywanych przypadków dekomensacji pooperacyjnej jest zbliżona [11] (ryc.6).

Czas powstania spondylodezy przedniej z kompresją (technika *"bone on bone"*) jest dużo krótszy aniżeli spondylodezy tylnej.

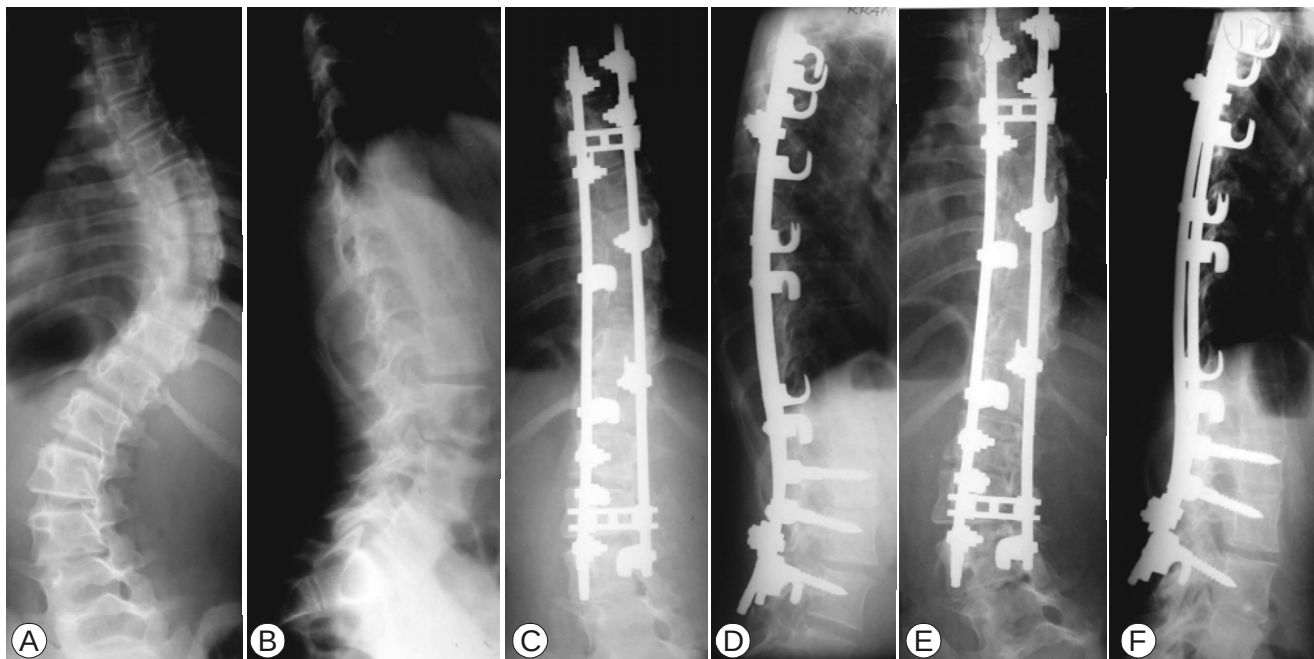


Ryc. 1. Skrzywienie Lenke 1A-. Spondylodeza przednia „bone on bone”:
 A,B – przed operacją; C – rtg w elongacji; D,E - 2 lata po zabiegu, wynik dobry.



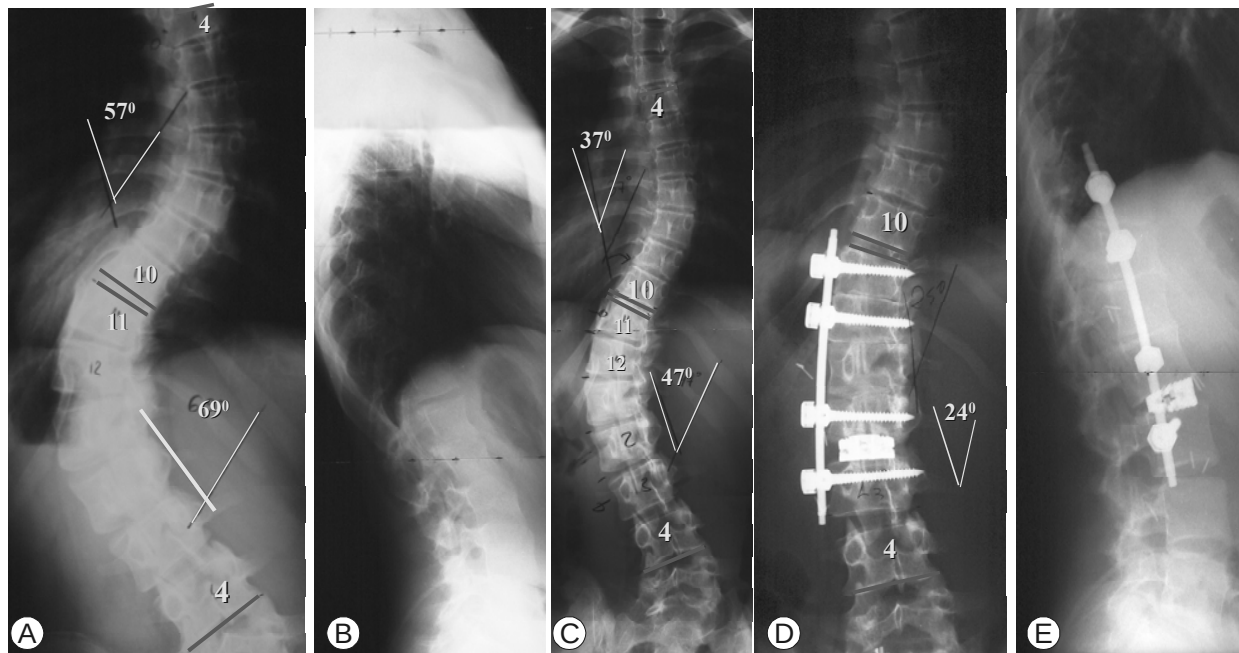
Ryc. 2. Skrzywienie Lenke 5CN. Spondylodeza przednia „bone on bone” w odcinku lędźwiowym:

A,B – przed operacją; C,D – po zabiegu; E, F – 1,5 roku po zabiegu, wynik dobry.



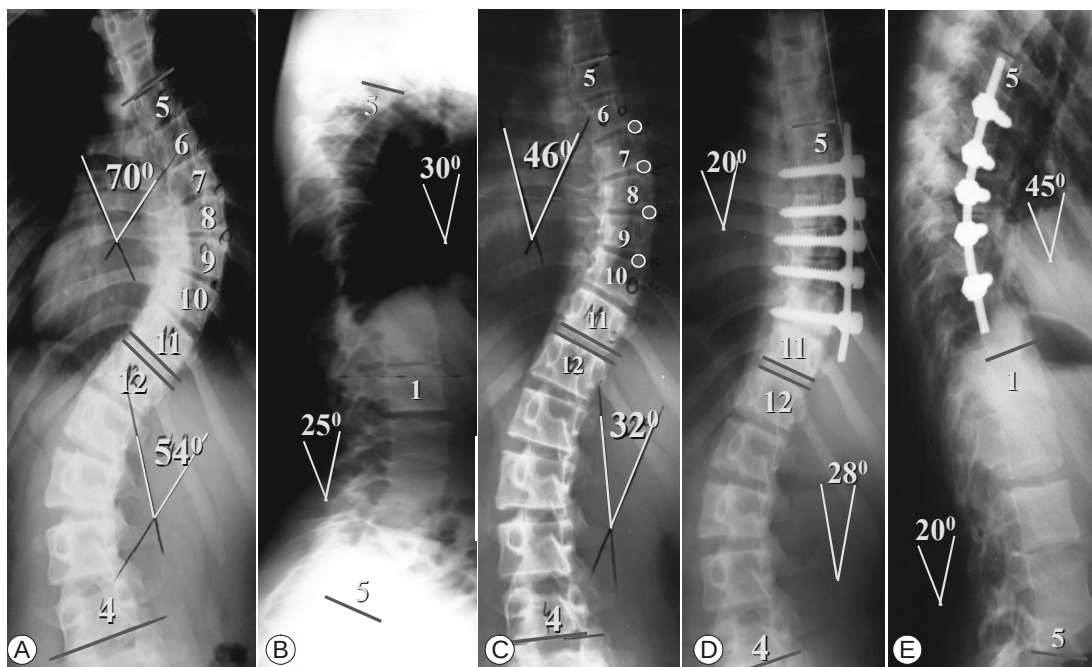
Ryc. 3. Skrzywienie Lenke 3C-. Spondylodeza tylna. Instrumentacja obejmuje oba skrzywienia, użycie jednostronnych śrub przeznasadowych:

A,B – przed operacją; C – rtg w elongacji; D,E - 2 lata po zabiegu, zmniejszenie lordozy lędźwiowej.



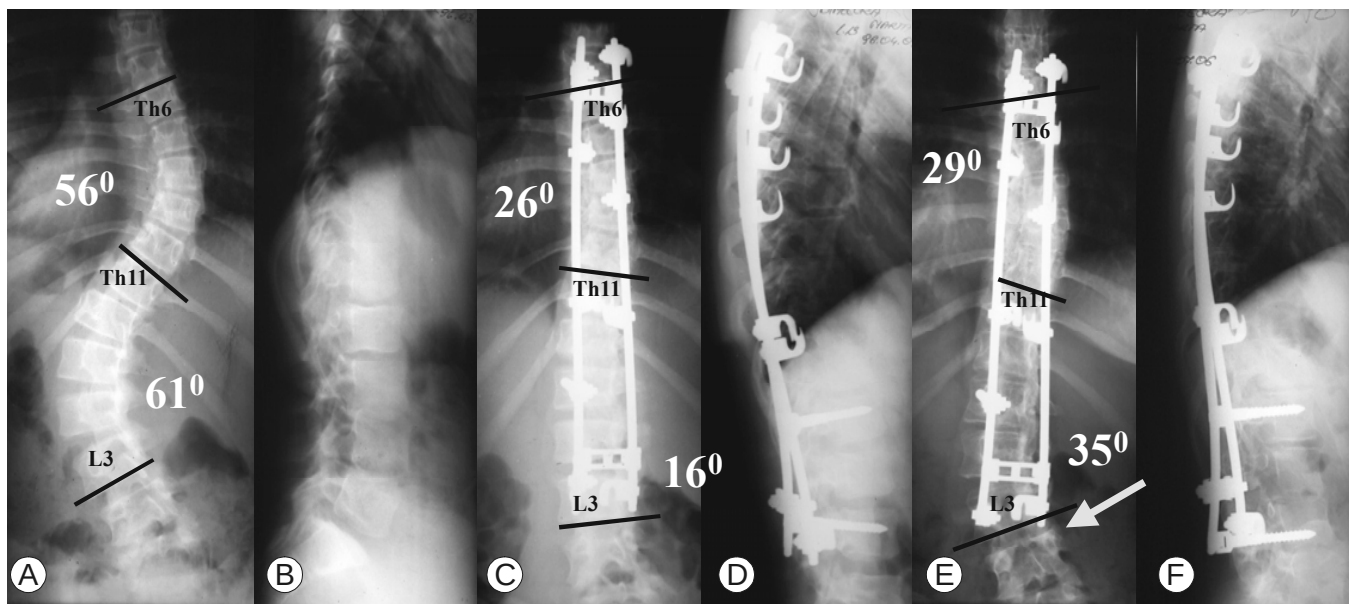
Ryc. 4. Skrzywienie Lenke 6CN. Spondylodeza przednia „bone on bone” w odcinku lędźwiowym:

A,B – przed operacją; C – rtg w elongacji; D,E – 1 rok po zabiegu, użycie czopa międzytrzonowego pozwala odtworzyć lordozę lędźwiową przy prawidłowym ustawieniu przejścia piersiowo-lędźwiowego.



Ryc. 5. Skrzywienie Lenke **3BN**. Spondylodeza przednia „bone on bone”. Zakres spondylodezy ograniczony do odcinka piersiowego:

A,B – przed operacją; C – rtg w elongacji; D,E - 2 lata po zabiegu, spontaniczna korekcja skrzywienia lędźwiowego.



Ryc. 6. Skrzywienie Lenke 6C-. Spondylodeza tylna:

A,B – przed operacją; C,D – po zabiegu.

Obecnie **powikłania** w postaci braku zrostu (pseudoartrozy) w spondylodezie przedniej "*bone on bone*" praktycznie nie występują, przy częstotliwości 5% we wcześniejszych technikach [12]. Stawy rzekome w zakresie spondylodezy z dostępu tylnego są nadal opisywane, chociaż ich częstotliwość maleje poniżej 1% [12,17]. Współczesne instrumentaria zarówno w przypadku dostępu przedniego jak i tylnego zapewniają dobrą stabilizację kręgosłupa, a liczba powikłań ze strony instrumentarium wynosi 1÷2,5% [11,16]. W przypadku techniki "*bone on bone*" dobre przyleganie powierzchni trzonów do siebie zwiększa stabilność i powodując szybkie powstawanie spondylodezy, zmniejsza prawdopodobieństwo złamania pręta i innych powikłań zależnych od instrumentarium [5,10].

Nadal problem stanowi operacja skoliozy u chorego przed osiągnięciem dojrzałości kostnej. Zastosowanie spondylodezy tylnej spowoduje **zjawisko skręcenia** (*crankshaft phenomenon*). Dlatego powszechnym wskazaniem do spondylodezy przedniej jest niedojrzałość kostna. Jednak ostatnie publikacje donoszą o stopniowym narastaniu kifozy u chorych z testem Rissera 0. Pojawiająca się po 2 latach od operacji, w znacznym odsetku przypadków hyperkifoza piersiowa ma być spowodowana przerostem tylnej kolumny kręgosłupa [18]. W takich sytuacjach korzystne jest połączenie spondylodezy przedniej i tylnej.

Rozważając niewątpliwe plusy i minusy spondylodezy przedniej nie sposób pominąć **rozległości operacji** i ingerencji w opłucną lub przestrzeń zaotrzewnową. Rozległa torakotomia nasuwa pytanie o powstające po operacji zrosty w obrębie opłucnej i ich odległe następstwa. Graham oceniał wydolność oddechową, przed i po dostępie przednim,

notując zmniejszenie ocenianych parametrów w 3 miesiące po zabiegu i ich stopniową poprawę z upływem czasu aż do 2 lat od operacji [19].

Podsumowując, możemy stwierdzić, że przy zastosowaniu właściwej kwalifikacji do zabiegu operacyjnego zarówno spondylodeza przednia jak i tylna daje dobre wyniki. Współczesne techniki operacyjne z dostępu przedniego w przypadku skolioz jednołukowych w istotny sposób pozwalają zmniejszyć liczbę usztywnianych segmentów kręgosłupa.

Wnioski:

1. Spondylodeza tylna jest wskazana w skoliozach typu King II, skoliozach, ewentualnie IV oraz typu Lenke 3,4,6.
2. Spondylodeza przednia w odcinku piersiowym jest wskazana w skoliozach typu King II i III oraz typu Lenke I, ewentualnie 2.
3. Spondylodeza przednia w odcinku lędźwiowym jest wskazana w skoliozach typu King I oraz Lenke 3 i 5.
4. Hypokifoza w odcinku piersiowym jest wskazaniem do spondylodezy przedniej, a hyperkifoza powyżej 40° do spondylodezy tylnej.

Piśmiennictwo

- [1] Lonstein EJ, Bradford SD, Winter BR, Ogilvie WJ: Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities. WB Saunders Company, Philadelphia 1995.
- [2] Dubousset J, Cotrel Y: Application technique of Cotrel-Dubousset instrumentation for scoliosis deformities. Clin Orthop, 1991;264:103-110.
- [3] Dwyer AF, Schaffer MF: Anterior approach to scoliosis: Results of treatment on 51 cases. J Bone Joint Surg [Br], 1975;56:218-224.

- [4] Zielke K: Ventrale Derotationsspondylodese. Behandlungsergebnisse bei Idiopathischen Lumbalskoliosen. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 1982;120:320-329.
- [5] Brodner W, Mun Yue W, Moller HB, Hendricks KJ, Burd TA, Gaines RW: Short segment bone on bone instrumentation for single curve idiopathic scoliosis. *Spine*, 2003;28:224-233.
- [6] King HA, Moe JH, Bradford DS., Winter RB: The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg [Am]*, 1983;65:1302-1313.
- [7] Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Haheer T, Lowe T, Newton P, Bridwell KH, Blanke B: Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 2002;27:604-611.
- [8] Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K: Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to guide extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg [Am]*, 2001;83:1169-1181.
- [9] Harms J, Jerszensky D, Beele B: Ventral correction of thoracic scoliosis. W: Bridwell KH, DeWald RL red. *The textbook of spinal surgery*. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997:611-626.
- [10] Zarzycki D., Winiarski A., Radło P., Makieła G., Kasprzak M.: Porównanie wyników operacyjnego leczenia skrzywień piersiowo-lędźwiowych w skoliozach idiopatycznych metodą spondylodezy tylnej i przedniej „kość na kość” *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja* (w druku).
- [11] Betz RR, Shuffelbarger H: Anterior versus posterior instrumentation for the correction of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*, 2001;26:1095-1100.
- [12] Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd, Lenke LG, Lowe TG, Shuffelbarger HL, Jerszensky D, Beele B: Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 1999;24:225-239.
- [13] Lowe TG, Betz R, Lenke L, Clements D, Harms J, Newton P, Haheer T, Merola A, Wenger D: Anterior single-rod instrumentation of the thoracic and lumbar spine: saving levels. *Spine*, 2003;28:5208-5216.
- [14] Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Harms J, Clements DH, Lowe TG: Spontaneous lumbar curve correction following selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 1999;24:1663-1671.
- [15] Lee SM, Suk SI, Chung ER: Direct vertebral rotation: a new technique of three-dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 2004;29:343-349.
- [16] Giehl JP, Volpel J, Heinrich E, Zielke K: Correction of the sagittal plane in idiopathic scoliosis using the Zielke procedure (VDS) *Int Orthop*, 1992;16:13-18.
- [17] Suk SI, Lee CK, Chung SS: Comparison of Zielke ventral derotation system and Cotrel-Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic lumbar and thoracolumbar scoliosis. *Spine*, 1994;19:419-429.
- [18] D'Andrea LP, Betz RR, Lenke LG, Harms J, Clements DH, Lowe TG: The effect of continued spinal growth on sagittal contour in patients treated by anterior instrumentation for thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*, 2000;25:813-818.
- [19] Graham EJ, Lenke LG, Lowe TG, Betz RR, Bridwell KH, Kong Y, Blanke K: Prospective pulmonary function evaluation following open thoracotomy for anterior spinal fusion in adolescents idiopathic scoliosis. *Spine*, 2000;25:2319-2325.