

# Zasady leczenia nieoperacyjnego skolioz idiopatycznych – wskazówki oparte o zalecenia SOSORT 2006 (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment)

## Conservative Management of Idiopathic Scoliosis – Guidelines Based on SOSORT 2006 Consensus

Tomasz Kotwicki<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Jacek Durmała<sup>2(B,D,E,F)</sup>, Dariusz Czaprowski<sup>3(B,D,E,F)</sup>,  
Maciej Głowacki<sup>1(B,D,E,F)</sup>, Maciej Kolban<sup>4(B,D,E,F)</sup>, Sławomir Snela<sup>5(B,D,E,F)</sup>,  
Zbigniew Śliwiński<sup>6(B,D,E,F)</sup>, Ireneusz Kowalski<sup>7(B,D,E,F)</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny, Poznań

<sup>2</sup> Katedra i Klinika Rehabilitacji, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

<sup>3</sup> Olsztyńska Szkoła Wyższa im. J. Rusieckiego, Wydział Fizjoterapii

<sup>4</sup> Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PAM

<sup>6</sup> Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach Wydział Nauk o Zdrowiu, Instytut Fizjoterapii

<sup>7</sup> Katedra i Klinika Rehabilitacji, Wydział Nauk Medycznych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

<sup>1</sup> Department of Paediatric Orthopaedics and Traumatology, Medical University, Poznań

<sup>2</sup> Rehabilitation Department, Silesian Medical University, Katowice

<sup>3</sup> J. Rusiecki Higher School, Physiotherapy Faculty, Olsztyn

<sup>4</sup> Department of Paediatric Orthopaedics and Traumatology, Pomeranian Medical University

<sup>6</sup> Jan Kochanowski University of Humanities and Sciences, Kielce, Faculty of Health Sciences, Physiotherapy Institute

<sup>7</sup> Department of Rehabilitation, Medical Sciences Faculty, Warmia-Masuria University, Olsztyn

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Skoliozy idiopatyczne, zdefiniowane jako skrzywienia kręgosłupa przekraczające 10° kąta Cobba, dotyczą 2-3% populacji dzieci i młodzieży, natomiast skrzywienia powyżej 20°, wymagające leczenia zachowawczego, obejmują 0,3-0,5%. W praktyce spotyka się zarówno zbyt późne rozpoczęcie leczenia (ang. under-treatment) jak i niepotrzebne leczenie skolioz o niewielkim potencjale progresji (ang. over-treatment).

**Materiał i metody.** Przedstawiono model postępowania terapeutycznego powstały w oparciu o doświadczenia polskich specjalistów oraz o wyniki panelu ekspertów międzynarodowego towarzystwa SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment) obejmujący ustalenie wskazań do leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych w różnym wieku i w zależności od katowej wartości skrzywienia i stopnia testu Rissera. Omówiono teorie etiologii skolioz, klasyfikacje, przydatność wskaźnika progresji Lonsteina i Carlsona oraz innych sposobów określania stopnia zagrożenia progresją, a także aspekty psychologiczne leczenia zachowawczego.

**Wyniki.** Na podstawie znajomości historii naturalnej skoliozy idiopatycznej, czynników progresji i w oparciu o stanowisko ekspertów SOSORT sformułowano wskazówki dla profesjonalistów podejmujących leczenie dzieci i młodzieży ze skoliozą idiopatyczną, ułatwiające określenie momentu rozpoczęcia leczenia gorsetem korekcyjnym, sposób jego prowadzenia i zakres stosowania ćwiczeń.

**Wnioski.** Dysponowanie informacją sformułowaną przez ekspertów wyrażającą jednolite zasady postępowania w skoliozach może stać się ważnym krokiem na drodze do sformułowania standardów postępowania zachowawczego zalecanych w naszym kraju.

**Słowa kluczowe:** skolioza idiopatyczna, leczenie zachowawcze, standardy postępowania

### SUMMARY

**Background.** Idiopathic scoliosis, defined as a lateral curvature of the spine of above 10° (Cobb angle), is seen in 2-3% of the growing age population, while curves above 20°, requiring conservative treatment, are found in 0.3-0.5%. In our observation, both under-treatment of progressive curves and over-treatment of stable cases are common during conservative management of scoliosis.

**Material and methods.** A model of therapeutic management is presented based on the experience of Polish clinicians specialising in the treatment of scoliosis as well as the effects of work of a panel of experts of SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment). The model comprises the indications for conservative treatment according to age, curve type and size and Risser grading. The aetiology, classifications, usefulness of the Lonstein and Carlson factor of progression and other methods of determining the probability of scoliosis progression, as well as the psychological aspects of conservative management are presented.

**Results.** Based on the knowledge of the natural history of idiopathic scoliosis, factors of progression and on the SOSORT experts' opinion, guidelines are proposed for clinicians treating children and adolescents with idiopathic scoliosis, including the timing and course of brace treatment and the types of exercises.

**Conclusions.** Uniform practical guidelines developed by experts may represent an essential step towards establishing standards of conservative scoliosis care in our country.

**Key words:** idiopathic scoliosis, conservative treatment, standards of management

## DEFINICJA

Skolioza – ogólna nazwa obejmująca heterogenną grupę schorzeń polegających na zmianie kształtu i ustawienia kręgosłupa. Nazwa wywodzona od Hipokratesa (scolios) i Galena (scoliosis) oznacza skrzywienie kręgosłupa w bok. Ze względu na brak precyzyjnego znaczenia nazwa „skolioza” powinna być używana łącznie z przymiotnikiem określającym (patrz niżej).

Skolioza funkcjonalna – skrzywienie kręgosłupa wtórne do znanych przyczyn poza-kręgosłupowych (np. skrócenie kończyny dolnej, asymetryczne napięcie mięśni około-kręgosłupowych), zwykle ustępuje lub zmniejsza się po ustaniu przyczyny wywołującej (np. w pozycji leżącej). Skoliozy funkcjonalne nie są przedmiotem tego opracowania.

Skolioza strukturalna – skrzywienie kręgosłupa, w którym występują utrwalone zmiany w kształcie i wzajemnym położeniu kręgów i krążków międzykręgowych, oraz utrwalone asymetrie w obrębie więzadeł, torebek stawowych, mięśni i powięzi grzbietu. Skoliozy strukturalne można klasyfikować w oparciu o przyczynę (np. wrodzone, neurogenne, idiopatyczne).

Skolioza idiopatyczna (s. i.) – taka skolioza strukturalna, dla której na obecnym etapie wiedzy nie znaleziono przyczyny (patrz dalej etiologia skolioz idiopatycznych). Rozpoznanie skoliozy idiopatycznej wymaga ponadto spełnienia następujących warunków: (1) deformacja kręgosłupa występuje w trzech płaszczyznach przestrzeni: w płaszczyźnie czołowej – boczne skrzywienie, w płaszczyźnie strzałkowej – zaburzenie fizjologicznej kifozy piersiowej i fizjologicznej lordozy lędźwiowej, a w płaszczyźnie poprzecznej – rotacja osiowa kręgów, której zewnętrznym wyrazem jest garb żebrowy w odcinku piersiowym i mięśniowy wał lędźwiowy; (2) kąt skrzywienia mierzony sposobem Cobba [1], (Ryc. 1) na zdjęciu rentgenowskim wykonanym w pozycji stojącej w projekcji a-p wynosi co najmniej  $10^\circ$  – kryterium Scoliosis Research Society [2]. Dalszymi cechami charakterystycznymi skoliozy idiopatycznej są: (1) powstawanie w wieku rozwojowym, (2) tendencja do pogarszania się w okresach szybkiego wzrastania kręgosłupa, przede wszystkim w okresie pokwitaniowego skoku wzrostowego, (3) progresja dotyczy częściej dziewcząt, (4) nie leczone mogą prowadzić do dużych deformacji tułowia, ograniczających pojemność oraz biomechanikę funkcjonowania klatki piersiowej, wydolność wysiłkową, ogólną sprawność i zdolność do pracy; znacząco obniżają jakość życia chorych.

## ETIOLOGIA

Etiopatogeneza zaburzenia nie jest wyjaśniona. Przyczyn skoliozy poszukuje się we wrodzonych lub

## DEFINITION

Scoliosis – a general term comprising a heterogeneous group of conditions consisting in changes in the shape and position of the spine. The name, believed to have been introduced by Hippocrates (scolios) and Galen (scoliosis), means an abnormal lateral spinal curvature. On account of its imprecise meaning, the name “scoliosis” should be used along with a descriptive adjective (listed below).

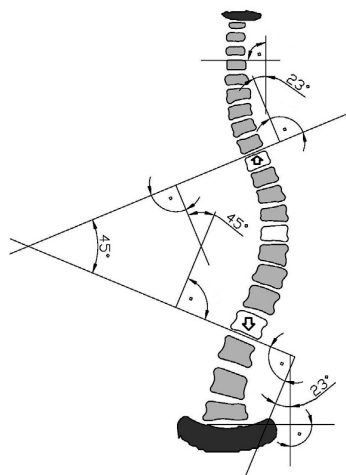
Functional scoliosis – a spinal curvature secondary to known extraspinal causes (e.g. shortening of a lower limb or paraspinal muscle tone asymmetry). It is usually partially reduced or completely subsides after the underlying cause is eliminated (e.g. in a recumbent position). Functional scoliosis is not the subject of this paper.

Structural scoliosis – a spinal curvature associated with permanent abnormalities in the shape and relations of vertebrae and intervertebral discs and permanent asymmetries within ligaments, articular capsules, muscles and dorsal fasciae. Structural scolioses may be classified according to the underlying cause (e.g. congenital, neurogenic, idiopathic).

Idiopathic scoliosis (IS) – a structural scoliosis whose aetiology has not been determined so far (more information under “Aetiology”). The following criteria must also be met for a scoliosis to be classified as idiopathic: (1) spinal deformity is three-plane, with a lateral curvature in the frontal plane, disturbed physiological thoracic kyphosis and physiological lumbar lordosis in the sagittal plane, and axial vertebral rotation in the transverse plane, presenting as a rib hump in the thoracic segment and a lumbar muscular prominence; (2) Cobb’s angle of spine curvature [1], (Fig. 1) on an upright AP radiograph is above  $10^\circ$  – a Scoliosis Research Society criterion [2]. Further characteristics of idiopathic scoliosis (IS) includes: (1) it develops in the developmental period, (2) it tends to intensify in periods of rapid spinal growth, mostly during the growth spurt at puberty, (3) it is more commonly seen to progress in girls, (4) when untreated, it may lead to severe trunk deformities which limit the capacity and functional biomechanics of the chest, exercise capacity, general fitness and ability to work; the quality of life is considerably impaired.

## AETIOLOGY

The aetiopathogenesis of scoliosis has not been elucidated. The causes of scoliosis are being sought



Ryc.1. Sposób wyznaczania wielkości kątowej skrzywienia według Cobba. Pomiar przeprowadza się na radiogramie przednio-tylnym, wykonanym w pozycji stojącej, wyznaczając styczną do górnej krawędzi górnego kręgu granicznego oraz do dolnej krawędzi kręgu granicznego dolnego. Kręgi graniczne (krajcowe) ustawione są najbardziej skośnie, wykazują najmniejsze zmiany strukturalne (sklinowacenie) oraz minimalną rotację. Kąt Cobba mierzy się pomiędzy wyznaczonymi liniami stycznymi lub pomiędzy prostopadłymi do nich.

Fig. 1. Method of measuring the Cobb angle. The values are measured on an upright AP radiograph. Tangents are drawn to the upper edge of the superior end vertebra and the lower edge of the inferior end vertebra. End vertebrae have the most oblique positions and present the slightest structural changes (wedging) and minimum rotation. The angle between the two intersecting tangents?? or lines drawn perpendicularly to them is the Cobb angle.

nabytych zaburzeniach budowy kręgow. U chorych z taką deformacją zwraca uwagę współwystępowanie innych nieprawidłowości – niesymetryczna budowa pnia mózgu, zaburzenia czucia i równowagi, zaburzenia funkcji płytek krwi oraz kolagenu [3,4,5]. Podkreślana jest również rola czynników genetycznych w powstaniu zaburzenia osi kręgosłupa, co potwierdza rodzinne występowanie skoliozy. Próbuje się to tłumaczyć dziedzicznym zaburzeniem w budowie i funkcji receptora estrogenowego [6].

Wielu autorów upatruje przyczyn skoliozy w zaburzeniach ogólnoustrojowych, między innymi syntezy mukopolisacharydów i lipoproteiny. Hipotezę powstawania skoliozy w wyniku zaburzeń syntezy melatoniny wysunęła w latach 90. XX w. grupa badaczy pod kierunkiem Dubousseta [7,8,9]. Wywoływali oni skrzywienie kręgosłupa u kurcząt przez usunięcie szyszynki. Następnie uzupełniali niedobór melatoniny, co zmniejszyło częstotliwość występowania schorzenia u badanych zwierząt. Machida donosił o obniżeniu poziomu melatoniny w surowicy krwi u dziewcząt z szybko progresującą skoliozą idiopatyczną [8]. Zostało to jednak zakwestionowane przez innych autorów, którzy nie znaleźli różnicy w poziomie melatoniny u dziewcząt ze skoliozą w porównaniu do zdrowej grupy kontrolnej. Obecnie przypisuje się melatoninie ograniczoną rolę w patogenezie rozwoju skoliozy [10]. Według nowszych badań, na zaburze-

in congenital or acquired disorders of vertebral structure. Patients with this type of deformity are usually noted to suffer from such co-existent abnormalities as asymmetrical structure of the brain stem, sensory and balance impairment, disorders of blood platelet and collagen function [3,4,5]. The role of genetic factors in the development of spinal axial disorders is also emphasised and is confirmed by the tendency of scoliosis to run in families, with researchers suggesting a hereditary disorder of oestrogen receptor structure and function [6].

Numerous authors indicate that the causes of scoliosis are systemic disorders of, among others, mucopolysaccharide and lipoprotein synthesis. In the 1990s a group of researchers under the guidance of Dubousset [7,8,9] proposed that scoliosis develops as a result of melatonin synthesis disorder. They produced spinal curvatures in chickens via pinealectomy and later ameliorated the melatonin deficiency to find decreased incidence of scoliosis in the animals. Machida reported reduced serum melatonin levels in girls with rapidly progressive idiopathic scoliosis [8]. His finding has been questioned by other authors, who found no differences between melatonin levels in scoliotic girls and those in a healthy control group. Currently, melatonin is attributed only a limited role in scoliosis pathogenesis [10]. According to more recent studies, calmodulin may disturb melatonin

nie poziomu melatoniny może mieć wpływ kalmodulina. Kindsfater i wsp. oceniali poziom kalmoduliny dla określenia ryzyka progresji skrzywienia. Według tej hipotezy melatonina odgrywa drugorzędą rolę w samoistnej indukcji skrzywienia. Jest to skutek interakcji z kalmoduliną – białkiem mającym receptory dla jonów wapnia przez co wpływa na kurczliwość mięśni szkieletowych, występuje też w płytkach krwi – poziom w płytkach krwi był wyższy u chorych, u których doszło do większej niż 10° progresji skrzywienia w ciągu 12 miesięcy [11]. Ostatecznie jednak etiologia skoliozy nadal pozostaje niewyjaśniona [12,13]. Przynajmniej różnorodność poglądowa powstawania skoliozy idiopatycznych wskazuje, iż ma ona wieloczynnikowe uwarunkowania. Przedstawione poglądy powstawania skoliozy nie wykluczają się, a raczej wzajemnie się uzupełniają i jednocześnie wyjaśniają skomplikowane uwarunkowania i zależności w zaburzeniach kształtowania się kręgosłupa dzieci i młodzieży.

## EPIDEMIOLOGIA

Skolioza jako wtórny objaw innego procesu patologicznego występuje w około 20% przypadków. W pozostałych 80% jest to skolioza idiopatyczna. Częstość występowania młodzieńczej skoliozy idiopatycznej (AIS), o kącie powyżej 10° określonym wg metodyki Cobba, to 2-3% ogólnej populacji. Około 10% z tych rozpoznanych przypadków wymaga zastosowania leczenia zachowawczego, a około 0,1 do 0,3% korekcji operacyjnej zniekształcenia. AIS dotyczy znacznie częściej płci żeńskiej: kiedy wartość skrzywienia wynosi od 10 do 20° wg Cobba, stosunek chorujących dziewcząt do chłopców jest zbliżony – 1,3: 1; w przedziale wartości kąta skrzywienia 20 do 30° wzrasta do 5,4: 1 a gdy wartość kąta skrzywienia przekracza 30° wynosi 7: 1 [14,15]. Jeżeli kąt skoliozy w momencie zakończenia wzrostu przekracza „krytyczny próg”, przez większość autorów przyjmowana jest wartość 30°, wzrasta ryzyko powstania problemów zdrowotnych w dorosłym życiu, wiążą się one z obniżoną jakością życia, kosmetyczną deformacją i widocznym kalectwem, bólem, oraz postępującymi ograniczeniami funkcjonalnymi [15,16].

## KLASYFIKACJE

Podział chronologiczny – zaproponowany przez Jamesa [2] – jest oparty o wiek dziecka, w którym rozpoznano deformację. Skoliozy wczesnodziecięce (scoliosis infantilis) są stwierdzane u dzieci przed ukończeniem 3. roku życia. Skoliozy dziecięce (scoliosis iuvenilis) ujawniają się do 10. roku życia tj.

levels. Kindsfater et al. assessed calmodulin levels in order to determine the risk of curve progression. Basing on this hypothesis, melatonin plays a secondary role in the spontaneous induction of scoliosis. It is a consequence of interaction with calmodulin, a protein which has receptors for calcium ions and is thus able to influence the contractility of skeletal muscles; it can also be found in blood platelets (its level in platelets was higher in patients with scoliotic progression rates of more than 10° over 12 months) [11]. All in all, the aetiology of scoliosis has not been fully elucidated [12,13]. Basing on the variety of views on idiopathic scoliosis development, we can assume a multifactorial origin. The views presented above are supplementary rather than mutually exclusive. At the same time they explain the complex determinants of and relationships between disorders of spinal development in children and adolescents.

## EPIDEMIOLOGY

In approx. 20% of cases, scoliosis is secondary to another pathological process. The remaining 80% are cases of idiopathic scoliosis. Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) with a Cobb angle above 10° occurs in 2-3% of general population. Approx. 10% of these diagnosed cases require conservative treatment and approx. 0.1-0.3% require operative correction of the deformity. AIS is much more frequently seen in females. When the Cobb angle is 10 to 20°, the ratio of affected girls to boys is similar (1.3:1), increasing to 5.4:1 for Cobb angles between 20 and 30°, and 7:1 for angle values above 30° [14, 15]. If the scoliosis angle at completion of growth exceeds a “critical threshold” (most authors assume it to be 30°), there is a higher risk of health problems in adult life, decreased quality of life, cosmetic deformity and visible disability, pain and progressive functional limitations [15,16].

## CLASSIFICATIONS

Chronological classification – proposed by James [2], basing on the age of the child at which the deformity was diagnosed. Infantile scoliosis (scoliosis infantilis) is diagnosed in children younger than 3 years old. Juvenile scoliosis (scoliosis iuvenilis) can be diagnosed before puberty (before 10 years of age).

przed okresem dojrzewania. Skoliozy młodzieńcze (scoliosis adolescentium) rozpoznawane są u dojrzewających nastolatków. Im dłuższy jest czas od ujawnienia się skoliozy do zakończenia procesu wzrostu przez dojrzewający organizm dziecka, tym bardziej zagraża powstaniem większej i bardziej skomplikowanej deformacji. Pewnym odstępstwem od tej reguły są skoliozy ułożeniowe stwierdzane u niemowląt jako element składowy zespołu cech związanych zazwyczaj z ciasnotą śródmaciczną, typowych dla położenia płodu w okresie ciąży. Takie skrzywienia nie mają cech deformacji trój płaszczyznowej i zazwyczaj cofają się samoistnie. Ponieważ często kojarzą się z asymetrycznym zakresem ruchów bioder i preferowaniem przez dziecko układania główki w jedną stronę, są zazwyczaj poddawane ćwiczeniom oraz korygowaniu ułożenia. Badając niemowlę zazwyczaj stwierdzamy wycofywanie się cech skrzywienia i takie skoliozy możemy uznać za ustępujące. [17]

Podział kątowy – podstawowym czynnikiem decydującym o zakwalifikowaniu do danego typu skoliozy jest wielkość kątowa skrzywienia. W podziale Grucy i Weisfloga [18] rozróżnia się grupę skolioz I stopnia obejmującą skrzywienia w płaszczyźnie czołowej do 30°, II stopnia gdy skrzywienie mieści się w przedziale 30 – 60° oraz III stopnia w której kątowa wartość wynosi między 60 a 90°. Skoliozy o wartości ponad 90° zaliczane są do IV stopnia. Ten podział bywa do dziś wykorzystywany przez pediatrów i lekarzy rodzinnych kierujących dzieci do lekarzy specjalistów.

Współcześnie podział ten stracił swą aktualność, gdyż prace wielu autorów dowiodły że jest on zbyt uproszony i nie uwzględnia faktu, że już od kąta 25° obserwuje się zmiany strukturalne w kręgosłupie [19], obniżenie wydolności fizycznej dzieci [20], a przede wszystkim zmianę historii naturalnej skoliozy z przebiegu chaotycznego na linearnie progresywny [21]. W ostatnich latach zmniejszyła się wartość kąta skrzywienia, przy której dokonuje się kwalifikacji do leczenia operacyjnego. Obecnie ustala się go na 50° wg Cobba a niekiedy, przy współistnieniu dodatkowych istotnych składników deformacji w postaci np. wytworzenia patologicznej lordozy piersiowej oraz przy szybkiej progresji, nawet na niższym poziomie [19]. W ustalaniu wskazań do korekcji operacyjnej można obecnie mówić o istnieniu strefy niejednoznacznej, w przedziale 40°-50° kąta Cobba, w której zarówno leczenie gorsetowe, jak i operacyjne jest dopuszczalne. Współczesne podejście do leczenia skolioz w oparciu o kątowy pomiar deformacji przedstawia Tabela 1.

Adolescent scoliosis (scoliosis adolescentium) is diagnosed at puberty. The longer the period between diagnosis of scoliosis and completion of growth by the developing child, the greater the risk of developing a more severe and complicated deformity. Congenital postural scolioses diagnosed in newborns as a component of a syndrome usually resulting from intrauterine compression, typical for the malpositioned foetus during pregnancy, are an exception to the rule. Such curvatures are not three-plane deformities and usually undergo spontaneous remission. As the range of hip motion is often asymmetrical and the child prefers to put his head on one side only, exercises and correction of body position are usually employed. Examinations usually reveal gradual remission of curvatures in these infants, and such scolioses may thus be categorised as regressive [17].

Angular classification – the basic factor determining the type of scoliosis is the angle of curvature. According to the classification by Gruca and Weisflog [18], grade I scoliosis comprises curvatures of up to 30° in the frontal plane, grade II refers to curvatures between 30-60° and grade III is diagnosed when the angle of curvature is between 60 and 90°. Scolioses over 90° are classified as grade IV. This classification is still sometimes used by paediatricians and family doctors referring children to specialists.

This classification is no longer up-to-date as many authors have proved that it is too simplified and tends to disregard the fact that scolioses of as little as 25° [19] are associated with structural changes in the spine, reduced physical capacity of the children [20], and, most importantly, a change of the natural history of scoliosis from chaotic into linearly progressive [21]. In recent years the threshold angle of curvature which constitutes an indication for surgical treatment has decreased. Currently the value is set at 50° according to Cobb, and sometimes, in the presence of additional significant components of the deformity, such as pathological thoracic lordosis or rapid progression, the value may be lower [19]. Indications for operative correction reveal a “grey zone” (from 40° to 50° Cobb angle), in the case of which both bracing and operative treatment are permitted. The contemporary approach to scoliosis treatment basing on the measurement of deformity angles is presented in Table 1.

Tab. 1. Podział skolioz ze względu na wielkość kąta Cobba

Tab. 1. Classification of scoliosis based on the value of Cobb angle

Stopień/ Degree	kąt Cobba / Cobb angle	Historia naturalna / Natural history	Postępowanie* / Management*
–	poniżej 10° / below 10°	Nie spełnia kryteriów rozpoznania skoliozy / Diagnostic criteria of scoliosis not met	Obserwacja / Follow-up examinations only
I°	10°-24°	Przebieg chaotyczny, nie można przewidzieć przebiegu / Chaotic course, course cannot be predicted	Obserwacja Fizjoterapia / Follow-up Physiotherapy
II°	25°- 45°	Progresywne w okresie wzrostowym / Progressive in growth spurt period	Gorset Fizjoterapia / Bracing Physiotherapy
III°	powyżej 50° / over 50°	Brak stabilności w wieku dorosłym / Unstable in adulthood	Operacja Fizjoterapia / Surgery Physiotherapy

\*Postępowanie dotyczy chorych w wieku rozwojowym (zagrożenie progresją)  
Management is undertaken in patients in the developmental period (risk of progression).

## PODZIAŁ LOKALIZACYJNY

Pozostałe najbardziej znane z obecnie stosowanych podziałów skolioz idiopatycznych opierają się na lokalizacji anatomicznej deformacji kręgosłupa uwzględniającej jedynie płaszczyznę czołową. Stosowane są też podziały uwzględniające trójpłaszczyznowy charakter deformacji.

Podział opracowany przez Ponsetiego w oparciu o Schulthessa [2] wyróżnia cztery zasadnicze typy skolioz: piersiowe, lędźwiowe, piersiowo-lędźwiowe i podwójne. Jest on stosowany zarówno w leczeniu zachowawczym, jak i w klasyfikacji skolioz do zabiegów operacyjnych. Dla celów planowania przedoperacyjnego używane są ponadto dwie klasyfikacje skolioz idiopatycznych oparte o anatomiczną lokalizację deformacji kręgosłupa. Są to klasyfikacja Lenke [19] oraz starsza i rzadziej stosowana klasyfikacja Kinga [22].

## RYZYKO PROGRESJI SKOLIOZY IDIOPATYCZNEJ – HISTORIA NATURALNA

Skolioza idiopatyczna może wystąpić w każdym okresie wieku rozwojowego, szczególnie często pojawia się w okresach przyspieszonego wzrastania – między 6. a 24. miesiącem życia, 5. a 8. rokiem życia oraz między 11. a 14. rokiem życia [2]. Największa zmiana tempa rozwoju skrzywienia kręgosłupa występuje na początku okresu dojrzewania [23,24] (w skali Tannera, oceniającej trzeciorzędowe cechy płciowe okres ten odpowiada fazie S2 i P2 u dziewcząt oraz T2 i P2 u chłopców) [25]. Pokwitaniowy skok wzrostowy rozpoczyna się od przyspieszonego przyrostu długości kończyn, co powoduje czasową nieproporcjonalność sylwetki (długie kończyny – krótki tułów). W drugiej fazie przyrost długości dotyczy szkieletu osiowego – jest to okres największej progresji skoliozy idiopatycznej. Po około 2/3 czasu obejmującego cały okres skoku pokwitaniowego u dziewcząt występuje pierwsza miesiączka, co świad-

## CLASSIFICATION BY SITE

The remaining, most common classifications of idiopathic scoliosis are based on the anatomical site of the spinal deformity in the frontal plane only. There are also classifications which account for the three-plane nature of deformity.

A classification developed by Ponseti (basing on Schulthess' work) [2] distinguishes four major types of scoliosis: thoracic, lumbar, thoraco-lumbar and S-shaped. This classification is used both in conservative treatment and in pre-operative classification of scolioses. Moreover, two other classifications of idiopathic scoliosis based on anatomical site of spinal deformity are used in preoperative planning. They are the classification of Lenke [19] and an older and more rarely used one – classification of King [22].

## RISK OF IDIOPATHIC SCOLIOSIS PROGRESSION –NATURAL HISTORY

Idiopathic scoliosis (IS) may develop at any time during childhood and adolescence. It is most common in periods of growth spurt – between 6 and 24 months, 5 and 8 years and 11 and 14 years of life [2]. The rate of development of spinal curvature changes the most rapidly at the beginning of puberty [23, 24]. According to the Tanner scale, which assesses tertiary sex characteristics, this period corresponds to stage S2 and P2 in girls and T2 and P2 in boys [25]. The pubertal growth spurt begins with accelerated longitudinal growth of limbs, which causes a temporary disproportion of the body (long limbs and short trunk). Then longitudinal growth is seen in the axial skeleton. It is the period of the most marked progression of IS. After approx. 2/3 of the period of pubescent growth spurt, girls experience menarche, which indicates a slow, gradual decrease in the risk of scoliosis progression:

czy o powolnym, stopniowym zmniejszaniu ryzyka progresji skoliozy.

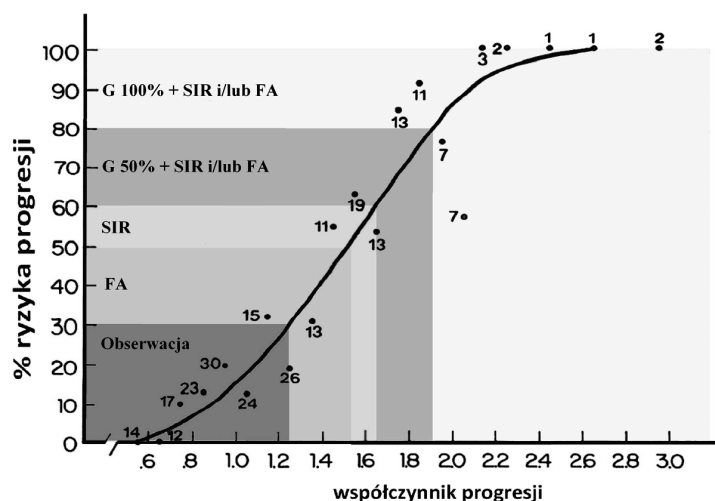
Ryzyko progresji jest tym większe im większy stopień utraty fizjologicznej kifozy piersiowej oraz im większy jest kąt Cobba w momencie rozpoznania. Bunnell stwierdza, że na początku dojrzewania w skoliozach 10-stopniowych ryzyko progresji wynosi 20%, dla skolioz 20-stopniowych – 60%, a dla 30-stopniowych aż 90%. W wieku szczytowego przyrostu wysokości ciała (13 lat wg wieku kostnego u dziewcząt) ryzyko progresji wynosi odpowiednio – 10%, 30% i 60%. W końcowej fazie okresu dojrzewania (test Rissera osiąga minimum 2) ryzyko progresji deformacji jest zdecydowanie mniejsze i wynosi odpowiednio – 2% dla skolioz 10-stopniowych, 20% dla 20-stopniowych oraz 30% w skoliozach 30-stopniowych [26]. Prognoza progresji jest korzystniejsza u chłopców.

Dla wytycznych SOSORT prognozowana ocena ryzyka progresji skoliozy idiopatycznej oparta jest na współczynniku Lonsteina i Carlsona (Ryc. 2). Został on sformułowany na podstawie obserwacji progresji deformacji u 752 pacjentów, w tym 575 dziewcząt i 152 chłopców. Współczynnik progresji jest wyliczany na podstawie wielkości kątowej skrzywienia wg Cobba, wskaźnika Rissera oraz wieku chronologicznego dziecka w latach, według wzoru [27]. Użyty

$$\text{Factor of progression} = \frac{\text{Cobb angle} - 3 \times \text{Risser coefficient}}{\text{chronological age}}$$

The risk of progression rises with more severe loss of physiological thoracic kyphosis and higher Cobb angles at diagnosis of IS. Bunnell reported that the risk of progression at the beginning of puberty is 20% in 10° scoliosis, 60% in 20° scoliosis, and as much as 90% in 30° scoliosis. At the age of peak height growth (13 years of osseous age in girls) the risk of progression is 10%, 30% and 60%, respectively. During the final stage of puberty (at least Risser grade II) the risk of deformity progression becomes considerably lower, falling to 2% in 10° scoliosis, 20% in 20° scoliosis and 30% in 30° scoliosis [26]. The prognosis regarding IS progression is more optimistic for boys.

The SOSORT guidelines are based on the Lonstein and Carlson factor of progression for the assessment of the risk of idiopathic scoliosis (Fig. 2). It has been formulated on the basis of follow-up of deformity progression in 752 patients (575 girls and 152 boys). The factor of progression is calculated on the basis of the value of Cobb angle, Risser grade and chronological age of the child in years, according to a formula [27]. The Risser coefficient used in the



Legenda / Legend:  
 % ryzyka progresji / Risk of progression (in %)  
 G 100% + SIR i/lub OP / B 100% + SIR and/or OP  
 G 50% + SIR i/lub OP / B 50% + SIR and/or OP  
 Obserwacja / Follow-up only  
 Współczynnik progresji / Factor of progression

Ryc. 2. Współczynnik progresji według Lonsteina i Carlsona [25] i sposób jego wykorzystania dla optymalizacji doboru metody leczenia nieoperacyjnego skoliozy idiopatycznej

Fig. 2. Lonstein and Carlson factor of progression [25] - its use for optimization of selection of method of non-operative treatment in idiopathic scoliosis

we wzorze wskaźnik Rissera wyznaczony jest w oryginalny sposób [28], a nie w europejskiej modyfikacji [29]. Sposób obliczenia współczynnika progresji:

$$\text{Współczynnik progresji} = \frac{\text{kąt Cobba} - 3 \times \text{wskaźnik Rissera}}{\text{wiek chronologiczny}}$$

Potencjał progresywny skoliozy idiopatycznej wyczerpuje się po zakończeniu rośnięcia kręgosłupa. W wieku dorosłym skolioza idiopatyczna może się powiększać, ale na drodze narastających zniekształceń kostnych oraz zapadania się kręgosłupa. Jest to zjawisko obserwowane zwłaszcza w skoliozach z wielkością kątową przekraczającą 50°; mniejsze skoliozy idiopatyczne pozostają często stabilne, zwłaszcza gdy kąt Cobba nie przekracza 30° [26,30,31].

## CELE POSTĘPOWANIA ZACHOWAWCZEGO

Cele leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych można rozpatrywać w dwóch aspektach – morfologicznym oraz czynnościowym. Oba elementy stanowią o jakości życia chorego.

Podstawowe cele kompleksowego leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych:

1. Zatrzymanie progresji skrzywienia w okresie dojrzewania.
2. Zapobieganie lub leczenie dysfunkcji układu oddechowego.
3. Zapobieganie lub leczenie zespołów bólowych kręgosłupa.
4. Poprawa wyglądu poprzez korekcję postawy.

Ad. 1. Uważa się, że likwidacja powstałej skoliozy idiopatycznej przy użyciu obecnych technik leczenia zachowawczego nie jest możliwa. Osiągalne i zazwyczaj wystarczające jest zahamowanie dalszej progresji.

Ad. 2. Aspekt morfologiczny deformacji wiąże się ściśle z aspektem funkcjonalnym. W zależności od wielkości oraz lokalizacji, skrzywienie wpływa na funkcjonowanie układu oddechowego. Najbardziej uchwytne zmiany w obrębie układu oddechowego wywołują skrzywienia w części piersiowej kręgosłupa. Opisywane są również zmiany w przypadku innych lokalizacji skolioz (piersiowo-lędźwiowe). O wielkości zaburzeń funkcjonalnych decydują dwa czynniki: zaburzenia w mechanice klatki piersiowej [32] oraz wielkość „garbu wewnętrznego” [33], ściśle zależna od stopnia utraty fizjologicznej kifozy piersiowej [34]. Oba czynniki przyczyniają się do powstania zmian o charakterze restrykcyjnym. W badaniach czynnościowych istotne zaburzenia są stwierdzane u chorych, u których skrzywienie osiąga

formula is calculated as originally described [28] rather than according to the European modification [29]. The factor of progression is calculated as follows:

There is no potential for progression of idiopathic scoliosis after the spinal growth is complete. In adulthood, IS may intensify as a result of progressive osseous deformities and collapsing of the spine. This phenomenon is reported especially in scolioses more severe than 50°. Less severe idiopathic scolioses often remain stable, especially those with the Cobb angle below 30° [26, 30, 31].

## THE AIMS OF CONSERVATIVE TREATMENT

The aims of conservative treatment of idiopathic scoliosis may be divided into two groups: morphological and functional. Both aspects determine patients' quality of life.

Basic objectives of comprehensive conservative treatment of IS are:

1. to stop curve progression at puberty,
2. to prevent or treat respiratory dysfunctions,
3. to prevent or treat spinal pain syndromes,
4. to improve the appearance via postural correction,

Ad.1. It is believed that it is impossible to fully eradicate idiopathic scoliosis with the conservative treatment techniques available at present. It is possible and usually sufficient to prevent further progression.

Ad.2. The morphological aspect of the deformity is closely related to the functional aspect. Depending on its degree and location, the curvature affects respiratory function. The most prominent changes within the respiratory system are produced by curvatures of the thoracic spine. Respiratory sequelae have also been reported in patients with scoliotic curves elsewhere (thoracolumbar). Two factors contribute to the severity of functional disorders: disorders of the mechanics of the chest [32] and the size of “internal prominence” [33] which is closely related to the degree of loss of physiological thoracic kyphosis [34]. Both factors are responsible for the occurrence of restrictive abnormalities. On functional assessment, significant disorders are reported in patients with 60°-80° Cobb angle curvatures. There have been isolated reports of death in the setting of chronic respiratory insufficiency in patients with severe idio-



wielkość 60°-80° wg Cobba. W literaturze można znaleźć opisy pojedynczych przypadków zgonów w następstwie przewlekłej niewydolności oddechowej u chorych z bardzo dużymi skrzywieniami idiopatycznymi. Opisy kazuistyczne przedstawiają również zmiany w układzie sercowo-naczyniowym u chorych ze skoliozami idiopatycznymi. Są to zmiany wtórne w stosunku do patologii powstałej w układzie oddechowym („serce płucne”). Dodatkowo, w przypadku skolioz idiopatycznych wczesnodziecięcych i dziecięcych bardzo istotnym elementem jest zapobieganie progresji deformacji przed ukończeniem rozwoju płuc. Uważa się, że ukończenie morfologicznego rozwoju płuc, obejmującego ilościowy przyrost pęcherzyków płucnych, następuje około 8. roku życia. Zaniedbania w tym okresie powodują trwałe zmiany morfologiczne w układzie oddechowym.[35-48]

Ad. 3. Chorzy ze skoliozą w życiu dorosłym cierpią na dolegliwości bólowe kręgosłupa, które występują u nich istotnie częściej niż w grupie osób bez skolioz; istotne statystycznie różnice odnotowano już w grupie dwudziestokilkulatków. W ponad czterdziestoletniej obserwacji zarejestrowano trzykrotnie częstsze występowanie dolegliwości bólowych o charakterze przewlekłym i ponad dwudziestokrotnie częstsze występowanie silnego, przeszywającego bólu w grupie osób z nieleczoną skoliozą idiopatyczną w stosunku do grupy kontrolnej. Prawdopodobnie występowanie dolegliwości bólowych ma charakter wieloczynnikowy. [31,49-62]

Ad. 4. Istotny wpływ na jakość życia mają odczucia estetyczne oraz akceptacja własnego wyglądu. Ważnym zadaniem leczenia zachowawczego jest korekcja wizualna zewnętrznej deformacji tułowia wynikającej ze skoliozy. Ocenę efektów leczenia można oprzeć na subiektywnej ocenie wizualnej albo w oparciu o opracowane wskaźniki oceny wizualnej [63] lub parametry badania topografii powierzchniowej [64].

## **SPOSOBY ZACHOWAWCZEGO LECZENIA SKOLIOZ IDIOPATYCZNYCH**

W leczeniu zachowawczym skolioz idiopatycznych zastosowanie znajduje leczenie gorsetowe oraz różne metody kinezyterapii, uzupełnione elementami fizykoterapii. Gorsety korekcyjne wpływają na historię naturalną s. i. poprzez zahamowanie progresji skrzywienia [65]. Ramy tego artykułu nie pozwalają na charakterystykę i porównanie działania współcześnie stosowanych gorsetów korekcyjnych, wśród których jako najpopularniejsze należy wymienić Cheneau, Spine-Cor, Boston i Milwaukee. Według opinii ekspertów leczenie gorsetowe powinno być zastoso-

pathic curvatures in the literature. Case studies also describe abnormalities in the cardiovascular system of scoliotic patients. They are secondary to the respiratory pathologies (“cor pulmonale”). Additionally, in infantile and juvenile idiopathic scoliosis, it is very important to prevent deformity progression before lung development is complete. It is believed that morphological lung development, including growth in the number of alveoli, is complete around the age of 8. Any negligence during this period leads to permanent morphological pathologies within the respiratory system [35-48].

Ad.3. Scoliotic adults suffer from spinal pain, which they experience much more frequently than non-scoliotic adults. Statistically significant differences are already noted in people between 20 and 30 years of age. In a follow-up study of over 40 years' duration, three-fold higher prevalence of chronic pain-related complaints and over twenty-fold higher incidence of severe and darting pain in a group of people with untreated idiopathic scoliosis compared to a control group. The occurrence of pain-related complaints is probably of multifactor origin [31,49-62].

Ad.4. Quality of life is significantly affected by aesthetic sensation and acceptance of one's appearance. Therefore visual correction of a scoliosis-related external trunk deformity is an important issue in conservative treatment. The assessment of therapeutic outcomes may be based on subjective visual assessment, on specially developed indices of visual evaluation [63] or on parameters of surface topography assessment [64].

## **METHODS OF CONSERVATIVE TREATMENT OF IDIOPATHIC SCOLIOSIS**

Conservative treatment of idiopathic scoliosis includes bracing and various methods of kinesitherapy with elements of physical therapy. Bracing influences the natural history of IS through blocking the curve progression [65]. The scope of this paper does not include the characterisation and comparison of the features of currently used braces, such as the Cheneau, Spine-Cor, Boston i Milwaukee, to list only the most popular. According to experts, bracing should be accompanied by kinesitherapy [66]. At present there is no scientific evidence to support the

---

wane łącznie z kinezyterapią [66]. W chwili obecnej brak dowodów naukowych na skuteczność jednej wybranej metody kinezyterapeutycznej, gdyż brak jest publikacji spełniających kryteria Evidence Based Medicine. Główną wskazówką w zakresie stosowania kinezyterapii jest konsensus ekspertów SOSORT opracowany na konferencji w Mediolanie w 2005 r. Większość uczestników tego spotkania (97%) uznała za najważniejszy element kinezyterapii skolioz ćwiczenia czynne prowadzące do trójpłaszczyznowej korekcji deformacji.

Forma prowadzonej terapii zachowawczej może przybrać różne postaci: w przypadku zastosowania specjalnych metod kinezyterapeutycznych konieczne jest leczenie w warunkach stacjonarnych (Stacjonarna Intensywna Rehabilitacja, SIR), zwłaszcza w początkowym okresie, w celu nauczania chorego i jego opiekunów wykonywania ćwiczeń. Okres terapii prowadzonej w ten sposób zależy od stopnia trudności metody, zdolności motorycznych chorego, zaangażowania opiekunów i wynosi zwykle 3-4 tygodnie. Następnie wskazane jest okresowe (1-2 razy do roku) powtarzanie kompleksowej rehabilitacji w warunkach stacjonarnych w pobytach 1-3 tygodniowych, zależnie od potrzeb i możliwości, w celu przypomnienia i weryfikacji metod terapeutycznych. W przypadku leczenia gorsetowego powinna istnieć możliwość dokonania poprawek w gorsecie lub jego zmiany; chorego należy nauczyć ćwiczeń w gorsecie.

Leczenie zachowawcze w warunkach ambulatoryjnych (Fizjoterapia Ambulatoryjna, FA) prowadzone jest w oparciu o systematyczną kontrolę lekarską i modyfikację zaleceń, zależnie od potrzeb. W ramach postępowania prowadzona jest fizjoterapia w celu utrwalenia umiejętności wykonywania ćwiczeń (codziennie, kilka razy w tygodniu), prowadzona jest też uzupełniająca fizykoterapia oraz edukacja i psychoterapia, zależnie od możliwości prowadzona przez fizjoterapeutę lub wspólnie z psychologiem. Podstawową formą ambulatoryjnej terapii zachowawczej skolioz progresywnych jest noszenie gorsetu korekcyjnego oraz ćwiczenia realizowane w domu samodzielnie pod nadzorem wyszkolonych opiekunów lub pod nadzorem fizjoterapeuty. Jakość stosowanego leczenia zależy od częstości oraz poprawności w wykonywaniu ćwiczeń. Aktualnie brakuje precyzyjnych zaleceń w tym zakresie. Ukierunkowanie fizjoterapii w skoliozach wynika z przyjmowania jednej z najbardziej prawdopodobnych teorii wyjaśniającej etiologię tego schorzenia – zaburzeń równowagi nerwowo-mięśniowej. Dlatego też proponuje się rozważne i umiejętne połączenie rehabilitacji oddziałującej na układ nerwowy – sterujący oraz na układ statyczny – dynamiczny kręgosłupa.

efficacy of one selected kinesitherapeutic method, because there are no studies which meet the criteria of Evidence Based Medicine. The main guideline as to the implementation of kinesitherapy is the consensus of SOSORT experts developed during a conference in Milan in 2005. Most participants of this conference (97%) considered active exercises leading to three-plane deformity correction to be the most important element of scoliosis kinesitherapy.

The form of conservative treatment may differ: the implementation of special kinesitherapeutic methods necessarily involves hospital-based treatment (Stationary Intensive Rehabilitation, SIR), especially at the beginning, in order to teach the patient and his caregivers how to perform exercises properly. The duration of such a therapy is usually 3-4 weeks. However, this period depends on the degree of difficulty of the particular method, motor ability of the patient and the caregivers' commitment. Then it is advised to repeat comprehensive rehabilitation in the in-patient setting periodically (once or twice a year) for 1-3 weeks, depending on the patient's needs and abilities, in order to remind the patient of proper technique and verify the utility of therapeutic methods. In the case of bracing treatment, there should be a possibility of making improvements in the brace or replacing it. Also, the patient ought to be taught how to exercise in a brace.

Conservative outpatient treatment (Outpatient Physiotherapy, OP) is based on systematic medical monitoring and modification of management recommendations, depending on the needs. This type of treatment involves physiotherapy, which aims to consolidate exercise patterns (daily, several times a week), complementary physical therapy, education and psychotherapy conducted by the physiotherapist, if possible, in co-operation with a psychologist. The basic form of outpatient conservative treatment of progressive scoliosis is wearing a brace and performing exercises at home on one's own under the supervision of trained caregivers or a physiotherapist. The quality of treatment is closely connected to the frequency and proper performance of exercises. Precise guidelines in this area are currently unavailable. The direction of physiotherapy in scoliosis stems from the reliance on one of the most probable theories concerning the aetiology of this condition, namely that IS is a disorder of neuro-muscular equilibrium. Therefore therapists are advised to sensibly and skillfully combine rehabilitation techniques that influence the controlling nervous system and static-dynamic system of the spine.

A common feature of all forms of conservative treatment is the need to actively involve the patient

---

Cechą wspólną dla wszystkich form leczenia zachowawczego jest konieczność uzyskania współpracy chorego i jego opiekunów [67]. Z tego powodu istotnym elementem terapii zachowawczej jest edukacja, psychoterapia, systematyczna kontrola efektów, ocena poziomu współpracy chorego, weryfikacja i modyfikacje w zakresie stosowanych metod, dokonywane w trakcie terapii. W celu osiągnięcia najlepszych wyników leczenie zachowawcze powinno być prowadzone przez doświadczony zespół terapeutyczny składający się z lekarza, fizjoterapeuty, technika ortopedycznego i psychologa. W prowadzeniu terapii zachowawczej istotną rolę pełnią grupy wsparcia oraz fora internetowe.

### WYBRANE POJĘCIA

Poniższe objaśnienia odnoszą się do skolioz, dla których występuje ryzyko progresji.

Obserwacja – regularne badanie kliniczne dziecka, zwykle co 3 miesiące w okresach szybkiego rośnięcia, co 6 miesięcy w pozostałym okresie. Najbardziej czułym testem klinicznym pogarszania się skoliozy jest pomiar kąta rotacji tułowia (ang. angle of trunk rotation, angle of trunk inclination) z zastosowaniem skoliometru. Najczęściej stosowane są skoliometr Bunnella [68], Pruijsa [69] i Pluri-Cal Rippsteina [70].

Fizjoterapia ambulatoryjna (FA) – stosowanie specjalnych metod kinezyterapeutycznych oraz uzupełniających zabiegów fizykoterapeutycznych w warunkach ambulatoryjnych (zakład rehabilitacji, gabinet fizjoterapeutyczny) lub podobna forma organizacyjna w ramach innych form organizacji ochrony zdrowia (np. fizjoterapia domowa). Prowadzona jest przez wyszkolonych fizjoterapeutów przy systematycznej kontroli lekarskiej i modyfikacji zaleceń, zależnie od potrzeb. Częstotliwość sesji terapeutycznych zależy od metody, współpracy i możliwości realizacji terapii przez samego chorego z pomocą opiekunów. Okresowo może być prowadzona codziennie lub kilka razy w tygodniu. Najczęściej długoterminowo realizowana jest 2-4 razy na miesiąc, jeżeli istnieje pełna współpraca z chorym. Szczegółowa forma realizacji FA zależna jest głównie od specyfiki wybranej metody terapeutycznej.

Stacjonarna Intensywna Rehabilitacja (SIR) – stosowanie specjalnych metod kinezyterapeutycznych w warunkach stacjonarnych (oddział szpitalny, sanatoryjny lub podobny w ramach innych form organizacji ochrony zdrowia). SIR jest zalecana zwłaszcza w początkowym okresie leczenia kinezyterapią, w celu nauczenia chorego i jego opiekunów prawidłowego wykonywania ćwiczeń. Okres terapii prowadzonej w ten sposób zależy od stopnia trudno-

and his caregivers [67]. Therefore education, psychotherapy, systematic monitoring of outcomes, assessment of patient's co-operation, verification and modifications of methods in the course of the therapy are crucial elements of conservative treatment. In order to achieve the best possible outcome, conservative treatment should be conducted by an experienced therapeutic team including a physician, a physiotherapist, an orthopaedic technician and a psychologist. Support groups and internet forums are also important in conservative treatment.

### TERMINOLOGY – SELECTED CONCEPTS

The definitions below refer to scolioses which are at risk of progression.

Follow-up – regular clinical examination of a child, usually every 3 months in periods of growth spurt and every 6 months in other periods. The most sensitive clinical test to diagnose the deterioration of scoliosis is the measurement of the angle of trunk rotation with a scoliometer. The Bunnell [68], Pruijs [69] and Pluri-Cal Rippstein [70] scoliometers are most commonly used.

Outpatient physiotherapy (OP) – special kinesiotherapeutic methods and complementary physical therapy procedures carried out on an outpatient basis (at a rehabilitation division, physiotherapy facility) or a similar form of health care (e.g. physiotherapy at home). OP is conducted by trained physiotherapists with regular medical monitoring and modification of prescribed exercises, if necessary. The frequency of therapeutic sessions depends on the techniques, co-operation and the possibility of the patient himself conducting the treatment with the assistance of his caregivers. At times, it can be conducted daily or several times a week. Long-term outpatient physiotherapy sessions most often take place 2-4 times a month if the patient is willing to co-operate fully. The actual form of OP depends mainly on the character of the selected therapeutic method.

Stationary Intensive Rehabilitation (SIR) – a special kinesiotherapeutic method used on an in-patient basis (hospital department, sanatorium or a similar form of health care). SIR is advised especially at the beginning of kinesiotherapeutic treatment in order to teach the patient and his caregivers how to perform exercises properly. Such a therapy usually lasts 3-4 weeks. However, this period depends on the degree of difficulty of the particular method, motor ability of the patient and the caregivers' commitment.

ści metody, zdolności motorycznych chorego, zaangażowania opiekunów i wynosi zwykle 3-4 tygodnie. Następnie wskazane jest okresowe (1-2 razy do roku) powtarzanie kompleksowej rehabilitacji w warunkach stacjonarnych w pobytach 1-3 tygodniowych, zależnie od potrzeb i możliwości, w celu przypomnienia i weryfikacji stosowanych metod terapeutycznych. SIR realizowana jest w kilku ośrodkach w Polsce i nielicznych w Europie (Niemcy, Hiszpania).

Leczenie gorsetowe – stosowanie gorsetu korekcyjnego (ortezy korekcyjnej), przez określoną część doby (patrz dalej), korygującego skoliozę w trzech płaszczyznach (3D), stosowanego przez okres potrzebny do uzyskania i utrwalenia efektu leczniczego. Efekt leczniczy polega przede wszystkim na zahamowaniu progresji skoliozy, w wybranych przypadkach możliwe jest uzyskanie korekcji, niekiedy zaś jedynie spowolnienie tempa progresji przed planowanym leczeniem operacyjnym.

Leczenie gorsetowe w pełnym wymiarze czasu (G 100%) – stosowanie gorsetu przez całą dobę, to znaczy do szkoły, poza szkołą i do spania. W praktyce wynosi około 20 godzin/24h. Pozostały czas przeznaczony jest na toaletę, ćwiczenia, odpoczynek. Ten sposób leczenia jest podstawowy w skoliozach o dużym ryzyku progresji.

Leczenie gorsetowe w połowie wymiaru czasu (G 50%) – stosowanie gorsetu poza szkołą i do spania. Czas około 12 godzin/24h. Sposób stosowany w okresie odstawiania gorsetu oraz w skoliozach o niewielkim potencjale progresji. Z obserwacji wynika, że jest to prawdopodobnie najbardziej rozpowszechniony sposób stosowania gorsetu, także u dzieci z zaleceniem noszenia pełnowymiarowego, które odmawiają noszenia do szkoły.

Leczenie gorsetowe na noc (G 30%) – stosowanie gorsetu do spania. Sposób stosowany w skoliozach o małym potencjale progresji (poza okresami szybkiego rośnięcia) oraz jako doleczanie. Metoda stosowana również we wczesnym etapie leczenia skolioz progresujących w przypadku braku współpracy w zakresie kinezyterapii.

## **MODELE TERAPII ZACHOWAWCZEJ W ODNIESIENIU DO WIEKU I KĄTA COBBA**

### **I. Dzieci (przed okresem dojrzewania)**

Kryteria kątowe podano w tabeli 1.

Postępowanie fizjoterapeutyczne jest zależne przede wszystkim od poziomu współpracy jaki uda się osiągnąć, gdyż ćwiczenia trójpłaszczyznowej korekcji skoliozy są trudne do opanowania przez kilku-

“Booster” sessions of comprehensive rehabilitation should be conducted periodically (once or twice a year) in the in-patient setting over 1-3 weeks, depending on the patient’s needs and abilities and in order to revise and verify therapeutic methods. SIR is offered in several centres in Poland and few centres in Europe (Germany, Spain).

Bracing – using a brace (a corrective orthosis) for a specified time of day (more information below) to correct scoliosis in three planes (3D); it is used for a period necessary to obtain and maintain the therapeutic outcome. The therapeutic outcome is mainly the halting of scoliosis progression. In some cases it is possible to correct the scoliosis while in others the progression rate can only be slowed down before elective surgery.

Full-time bracing (B 100%) – wearing a brace all the time (at school, at home, in bed, etc.). In practice, the brace is worn for approx. 20 hours daily, the remaining time being devoted to personal hygiene, exercises and relaxation. This is the first-line treatment method in scoliosis with a high risk of progression.

Part-time bracing (B 50%) – wearing a brace outside school and in bed (approx. 12 hours daily). This method is used towards the end of bracing treatment and in stable scoliosis. This is probably the most common bracing scheme, used also in children who have been prescribed full-time bracing but refuse to wear the brace at school.

Night-time bracing (B 30%) – wearing a brace in bed. This method is used in scoliosis of low progression potential (growth spurt periods excepted) and to complete one’s treatment. Also used during early stages of progressive scoliosis treatment in case of lack of compliance with kinesi therapists.

## **MODELS OF CONSERVATIVE TREATMENT IN PATIENTS OF VARIOUS AGE AND COBB ANGLE**

### **I. Children (pre-puberty period)**

The angular criteria are specified in Table 1.

Physiotherapeutic procedures depend mostly on the degree of co-operation achieved, because three-plane correction exercises in scoliosis treatment are difficult to master for a child. If the child is unable to

letnie dziecko. Jeśli dziecko nie potrafi ćwiczyć poprawnie, to można zastosować wcześniej gorset i ćwiczenia w gorsecie (o ile typ gorsetu na to pozwala). Wcześniejsze zastosowanie gorsetu należy rozważyć również w przypadku dodatniego wywiadu rodzinnego oraz przy lokalizacji piersiowo-lędźwiowej lub lędźwiowej (gorset efektywniejszy niż same ćwiczenia). W przypadku braku współpracy w trójpłaszczyznowych ćwiczeniach korekcyjnych wskazane są ćwiczenia ogólnorozwojowe.

## **II. Młodzież w okresie dojrzewania (faza szybkiego rośnięcia)**

W postępowaniu pomocne jest uwzględnienie ryzyka progresji deformacji a nie tylko wielkości kątowej skrzywienia, co wynika ze zmiennego profilu ryzyka progresji wraz z dojrzewaniem szkieletu (Ryc. 1).

- a. ryzyko progresji mniejsze niż 30%: Obserwacja
- b. ryzyko progresji 30%: Fizjoterapia Ambulatoryjna (FA)
- c. ryzyko progresji 50%: Stacjonarna Intensywna Rehabilitacja (SIR)
- d. ryzyko progresji 60%: Gorset na część doby (G 50%) + SIR i/lub FA.
- e. ryzyko progresji 80%: Gorset całodobowo (G 100%) + SIR i/lub FA.

## **III. Młodzież w okresie kończenia dojrzewania (faza kończenia rośnięcia, Risser 4, więcej niż rok po pierwszej miesiączce)**

I° 10°-24° Cobba – FA, SIR

II° 25°-45° Cobba – FA, SIR, możliwy Gorset 50%

III° >50° – leczenie operacyjne,

Dodatkowo należy wziąć pod uwagę czynniki świadczące o większym ryzyku progresji skoliozy: (1) dodatni wywiad rodzinny, (2) wiotkość skóry i stawów (defekt tkanki łącznej), (3) spłaszczenie fizjologicznej kifozy piersiowej (utrudnia skuteczne gorsetowanie), (4) kąt rotacji tułowia przekraczający 10°, (5) szybkie tempo rośnięcia. W ostatnim czasie pojawiły się możliwości określania ryzyka progresji skoliozy idiopatycznej na podstawie badania genetycznego dziecka. Zidentyfikowano 53 markery genetyczne (loci) [71,72]. Oznaczenie polimorfizmu wybranych genów ma umożliwiać zakwalifikowanie pacjenta do grupy progresywnej lub stabilnej.

## **ASPEKT PSYCHOLOGICZNY LECZENIA ZACHOWAWCZEGO SKOLIOZ**

Leczenie gorsetem ortopedycznym wiąże się nie tylko z potencjalnymi korzyściami jakimi są popra-

perform the exercises properly, early bracing can be used with brace exercises (if the type of the brace allows such exercises). Early bracing should also be considered in the presence of a positive family history and in thoracolumbar or lumbar curves (here a brace is more effective than exercises alone). In case of lack of co-operation in three-plane corrective exercises, all-round exercises are advised.

## **II. Adolescents at puberty (growth spurt period)**

It is helpful to consider the risk of deformity progression rather than only the angular value of curvatures, as the risk of progression changes with the degree of skeletal maturity (Fig. 1).

- a. risk of progression < 30% – follow-up only
- b. 30% risk of progression – outpatient physiotherapy (OP)
- c. 50% risk of progression – stationary intensive rehabilitation (SIR)
- d. 60% risk of progression – part-time bracing (B 50%) + SIR and/or OP
- e. 80% risk of progression – full-time bracing (B 100%) + SIR and/or OP

## **III. Adolescents at the end of puberty (end of growth, Risser grade 4, over a year after menarche)**

I° 10°-24° (Cobb angle) – OP, SIR

II° 25°-45° (Cobb angle) – OP, SIR, part-time bracing possible

III° >50° - surgical treatment

The following factors indicate a higher risk of scoliosis progression and should also be taken into consideration: (1) positive family history, (2) laxity of skin and joints (connective tissue defect), (3) flattening of physiological thoracic kyphosis (impedes efficient bracing), (4) angle of trunk rotation exceeding 10°, (5) growth spurt. The determination of the risk of idiopathic scoliosis progression has recently been made possible through genetic assessment, with 53 loci identified [71,72]. The determination of the polymorphism of selected genes is supposed to facilitate the assignment of a patient to a progressive or stable group.

## **PSYCHOLOGICAL DIMENSION OF CONSERVATIVE TREATMENT OF SCOLIOSIS**

Orthopaedic bracing is associated not only with potential benefits, such as improved posture, trunk

---

wa sylwetki chorego, zharmonizowanie tułowia, ale z wieloma problemami związanymi ze stosowaniem ortez. Należy przypomnieć, że gorsety stosowane są najczęściej u chorych w okresie dojrzewania, trudnym dla wielu spośród nich nie tylko w obliczu przewlekłego schorzenia jakim jest skolioza. Nałożenie się na ten okres leczenia ortezą może stać się źródłem wielu zaburzeń, doprowadzających do krótszego niż zalecane stosowania gorsetu, a nawet rezygnacji z leczenia zachowawczego. Rozbudowane „wysokie” ortez w typie gorsetu Milwaukee są w mniejszym stopniu akceptowane niż gorsety podramienne (Cheneau, Boston), niezależnie jednak od rodzaju ortez obserwuje się u chorych różną dyscyplinę terapeutyczną i zwykle krótszy czas stosowania gorsetu od deklarowanego w wywiadzie czy zaleconego przez lekarza prowadzącego. Do tych wniosków prowadzą badania z zastosowaniem czujników mierzących temperaturę prowadzone między innymi przez Rahmana i wsp. [73].

Osobnym zagadnieniem jest obserwacja wpływu skoliozy prowadzonej zachowawczo gorsetami ortopedycznymi na wybrane cechy decydujące o jakości życia dorastających chorych. Badania nie dają jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie. Andersen i wsp. [74] podkreślali większe trudności w akceptacji leczenia gorsetowego u chorych, którzy rozpoczęli leczenie powyżej 16 roku życia. Ta grupa chorych charakteryzowała się większymi trudnościami w funkcjonowaniu socjalnym. Z kolei Vasiliadis i wsp. [75] stwierdzali odwrotną korelację pomiędzy wielkością kąta Cobba a poziomem społecznego funkcjonowania. Natomiast badania Misterskiej [76] dokonane w oparciu o ocenę chorych z populacji polskiej wykazały, że stopień stresu u chorych leczonych gorsetem koreluje ze stopniem translacji kręgu szczytowego skoliozy a także z umiejscowieniem głównego łuku skrzywienia kręgosłupa.

Oczywiście najbardziej istotne jest długotrwałe oddziaływanie skoliozy leczonej zachowawczo gorsetem na funkcjonowanie chorych. Na to pytanie naszym zdaniem najlepiej odpowiadają Danielsson i Nachemson na podstawie obserwacji dokonanej u 127 chorych 22 lata po zakończeniu leczenia gorsetowego. W ich ocenie w porównaniu z wynikami 100 osób z grupy kontrolnej chorzy ze skoliozą wiele lat po zakończeniu terapii nie różnią się w sposób istotny zarówno jeśli chodzi o poziom odczuwanych dolegliwości bólowych jak i stopień funkcjonowania psychospołecznego w stosunku do zdrowych rówieśników [77]. Kierując się rzetelnością naukową należy podkreślić, że ze względu na niejednoznaczność osiągniętych wyników badanie nad skutecznością leczenia gorsetowego i oddziaływania skoliozy leczo-

harmonization, but also with numerous problems resulting from orthosis use. It is worth remembering that braces are used mostly in patients at puberty. The period is difficult for them not only due to the chronic problem of scoliosis. Orthotic treatment at that time may be the source of numerous disorders, leading to shorter duration of bracing than recommended, or even patients giving up conservative treatment. Complex “high” orthoses, such as the Milwaukee brace, are less accepted than underarm braces (Cheneau, Boston). Irrespective of the type of orthosis, patients present different levels of therapeutic compliance and bracing times are usually shorter than what is reported during history taking or prescribed by the attending physician. Such conclusions are drawn on the basis of studies employing temperature sensors conducted, among others, by Rahman et al. [73].

Tracing the effect of conservative treatment of scoliosis with orthopaedic braces on selected aspects relevant to the quality of life of adolescents is yet another problem. Research does not provide clear-cut answers. Andersen et al. [74] emphasised greater difficulties with accepting bracing in patients whose treatment started later than at 16 years old. This group had more difficulty in social functioning. Vasiliadis et al. [75] reported a negative correlation between the value of Cobb angle and social functioning. A study by Misterska [76], who assessed a group of Polish patients, demonstrated that the degree of stress in patients undergoing bracing treatment was correlated with the degree of apical vertebra translation and with the location of the main scoliotic curve.

The most important factor is obviously the long-lasting effect of conservative bracing on patients' functioning. In our opinion this issue is best discussed by Danielsson and Nachemson, who studied 127 patients 22 years after the completion of bracing treatment. The researchers compared scoliotic patients and a healthy control group of 100 persons and found no significant differences in terms of pain-related complaints and psychosocial functioning between scoliotic patients who had completed their treatment many years before and healthy persons of the same age [77]. In line with good scientific practice, it needs to be emphasized that on account of equivocal results, research on the efficacy of bracing and the effect of the use of orthosis on the patient's functioning should be continued. It is possible that more attention should be paid to the special traits of Polish society.

---

nej ortezą na funkcjonowanie chorych powinny być kontynuowane, być może z większym uwzględnieniem specyfiki polskiego społeczeństwa.

## PODSUMOWANIE

Leczenie zachowawcze skolioz idiopatycznych jest trudnym zagadnieniem klinicznym, gdyż przewidywanie rozwoju choroby jest niedoskonałe, terapia jest uciążliwa i przejściowo obniża jakość życia chorych. Medycyna oparta na faktach stopniowo wypiera leczenie bazujące na osobistym doświadczeniu leczącego. Powinna ona doprowadzić do optymalizacji wskazań do leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych, oraz do uniknięcia obu skrajności w postępowaniu, to znaczy zbyt późnego lub zbyt mało intensywnego leczenia (ang. under-treatment) jak i do uniknięcia zbędnego leczenia skolioz stabilnych (ang. over-treatment). Przedstawione w artykule zalecenia należy traktować jako wskazówki, do czasu uzyskania przekonujących dowodów naukowych w zakresie leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych.

## SUMMARY

Conservative treatment of idiopathic scoliosis is a difficult clinical issue, because the development of the condition is not always predictable, the treatment is troublesome and it lowers patients' quality of life for some time. Evidence based medicine is gradually replacing treatment based on the personal experience of a therapist. This should lead to the optimization of indications for conservative treatment of idiopathic scoliosis and help to avoid the two extremes in treatment – under-treatment (treatment implemented too late or one that is not intensive enough) and over-treatment (unnecessary treatment of stable scoliosis). The guidelines presented in this article should be treated as recommendations until reliable scientific evidence concerning conservative treatment of idiopathic scoliosis is obtained.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. AAOS Instr Course Lect 1948; 5: 261-75.
2. Głowacki M, Kotwicki T, Pucher A. Skrzywienie kręgosłupa [w:] Wiktora Degi Ortopedia i Rehabilitacja. Marciniak W, Szulc A (red.), PZWL, Warszawa 2003.
3. Yarom R, Muhlard A. Platelet pathology in patients with idiopathic scoliosis. Lab Invest 1980; 43: 208–16.
4. Uden V, Nilsson J.M, Willner S. Collagen induced platelet aggregation and bleeding time in adolescent idiopathic scoliosis. Acta Orthop Scand 1980; 51: 773–5.
5. Dickson RA, Lawton JO, Archer JA. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 1984; 66-B: 8–15.
6. Inoue M, Minami S, Nakata Y. Association between estrogen receptor gene polymorphism and curve severity of idiopathic scoliosis. Spine 2002; 27: 2357–62.
7. Bagnall KM, Beuerlein M, Johnson P i wsp. Pineal transplantation after pinealectomy in young chickens has no effect on the development of scoliosis. Spine 2001; 26: 1022–7.
8. Machida M, Dubouset J, Imamura Y i wsp. Melatonin. A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. Spine 1996; 21: 1147–52.
9. Hilibrand A, Blackmore L, Loder R. The role of melatonin in the pathogenesis of adolescent scoliosis. Spine 1996; 21: 1140–6.
10. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. J Bone Joint Surg Am 2000; 82: 1157–68.
11. Kindsfater R, Lowe K, Lawellin D. Levels of platelet calmodulin for the prediction of severity of adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 1994; 76-A: 1186–91.
12. Lonstein J. Adolescent idiopathic scoliosis. Lancet 1994; 344: 1407–12.
13. Burwell RG, Dangerfield PH, Freeman BJC. Concepts on the pathogenesis of Adolescent Idiopathic Scoliosis. Bone growth and mass, vertebral column, spinal cord, brain, skull, extra-spinal left-right skeletal length asymmetries, disproportions and molecular pathogenesis. W: Grivas T.B. ed. The Conservative Scoliosis Treatment. 1st SOSORT Instructional Course Lectures Book. Amsterdam: IOS Press; 2008. str. 3-52.
14. Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history and bracing. Instr Course Lect 2005; 54: 529–36.
15. Lonstein JE. Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment. Clin Orthop Relat Res 2006; 443: 248–59.
16. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR et al. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper. Scoliosis [online periodical] 2006; 1: 4. Dostępny pod adresem: [www.scoliosisjournal.com](http://www.scoliosisjournal.com).
17. Staheli LT. Układ kostno-stawowy. W : Behrmann RE red. Podręcznik pediatrii. Warszawa: PWN; 1996. str. 1913-61.
18. Tylman D. Patomechanika bocznych skrzywień kręgosłupa. Severus, Warszawa 1997.
19. Lenke LG, Betz RR, Haras J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K,. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. J Bone Joint Surg 2001; 83-A: 1169-81.

- 
20. Czaprowski D. Wpływ bocznych idiopatycznych skrzywień kręgosłupa na wydolność fizyczną dziewcząt. Rozprawa doktorska. Akademia Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego, Warszawa 2009.
  21. De Mauroy JC. Idiopathic scoliosis and chaos. *Stud Health Technol Inform* 2008; 135: 53-7.
  22. King HA, Moe JHY, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-A: 1302-13.
  23. Duval-Beaupere G. Rib hump and supine angle as prognostic factors for mild scoliosis. *Spine* 1992; 17: 103-7.
  24. Duval-Beaupere G. Threshold values for supine and standing Cobb angles and rib hump measurements: prognostic factors for scoliosis. *Eur Spine J* 1996; 5: 79-84.
  25. Tanner JM. Growth and endocrinology of the adolescent [w:] Gardner L (red.) *Endocrine and genetic diseases of childhood*. Philadelphia: WB Saunders 1975.
  26. Asher MA, Burton DC. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis* [online periodical] 2006; 1: 2. Dostępny pod adresem: [www.scoliosisjournal.com](http://www.scoliosisjournal.com).
  27. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 1061-71.
  28. Kotwicki T. Improved accuracy in Risser sign grading with lateral spinal radiography. *Eur Spine J* 2008; 17: 1676-85.
  29. Bitan FD, Veliskakis KP, Campbell BC. Differences in the Risser grading systems in the United States and France. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 436: 190-5.
  30. Poumarat CM, Scattin L, Marpeau M. Natural history of progressive adult scoliosis. *Spine* 2007; 32: 1227-34.
  31. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA* 2003; 289: 559-67.
  32. Durmała J., Tomalak W., Kotwicki T. Function of the respiratory system in patients with idiopathic scoliosis: reasons for impairment and methods of evaluation. W: Grivas T.B. ed. *The Conservative Scoliosis Treatment*. 1st SOSORT Instructional Course Lectures Book. Amsterdam: IOS Press; 2008. str. 237-45.
  33. Dubouset J. Premier examen d'un enfant scoliotique [w:] Duparc J. (red.) *Orthopédie 1*. Paris: Expansion Scientifique Francaise 1991: 1-11.
  34. Kotwicki T, Szule A, Dobosiewicz K, Rapała K. Patomechanizm progresji skolioz idiopatycznych – znaczenie fizjologicznej kifozy piersiowej. *Ortop Traumat Rehabil* 2002; 4: 758-65.
  35. Chong KC, Letts RM, Cumming GR. Influence of spinal curvature on exercise capacity. *J Ped Orthop* 1981; 1: 251-4.
  36. DiRocco P, Breed AL, Carlin JI, Reddan WG. Physical work capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis. *Arch Phys Med Rehab* 1983, 64: 476-9.
  37. DiRocco P, Vaccaro P. Cardiopulmonary functioning in adolescent patients with mild idiopathic scoliosis. *Arch Phys Med Rehab* 1988, 69:198-9.
  38. Smyth RJ, Chapman KR, Wright TA, Crawford JS, Rebeck AS. Pulmonary function in adolescents with mild idiopathic scoliosis. *Thorax* 1984, 39: 901-4.
  39. Smyth RJ, Chapman KR, Wright TA, Crawford MD, Rebeck AS. Ventilatory patterns during hypoxia, hypercapnia and exercise in adolescents with mild scoliosis. *Pediatrics* 1986, 77: 692-6.
  40. Szeinberg A, Canny GJ, Rashed N, Veneruso G, Levison H. Forced VC and maximal respiratory pressures in patients with mild and moderate scoliosis. *Ped Pulmon* 1988, 4: 8-12.
  41. Weber B, Smith JP, Briscoe WA, Friedman SA, King TKC. Pulmonary function in asymptomatic adolescents with idiopathic scoliosis. *Am Rev Resp Dis* 1975, 111: 389-97.
  42. Branthwaite MA. Cardiorespiratory consequences of unfused idiopathic scoliosis. *Br J Dis Chest* 1986, 80: 360-9.
  43. Davies G, Reid L. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on the right ventricle. *Arch Dis Child* 1971, 46: 623-32.
  44. Hitosugi M, Shigeta A, Takatsu A. An autopsy case of sudden death in a patient with idiopathic scoliosis. *Medicine, Science and the Law* 2000, 40: 175-8.
  45. Pehrsson K, Larsson S, Oden A, Nachemson A. Long term follow-up of patients with untreated scoliosis. A study of mortality, causes of death and symptoms. *Spine* 1992, 17: 1091-6.
  46. Schneerson JM, Sutton GC, Zorab PA. Causes of death, right ventricular hypertrophy and congenital heart disease in scoliosis. *Clin Orth Rel Res* 1978, 135: 52-7.
  47. Dunnill MS. Postnatal growth of lung. *Thorax* 1962;17:329-33.
  48. Haddad GG, Perez Fontan J. Układ oddechowy. W : Behrman RE red. *Podręcznik pediatrii*. Warszawa: PWN; 1996. str. 1181-92.
  49. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA, Marchetti PG, Ponte A, Savini R, Travaglini F, Binazzi R, Di Silvestre M. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. *Spine* 1986, 11: 784-9.
  50. Collis DK, Ponseti IV. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically. *J Bone J Surg* 1969; 51-A: 425-45.
  51. Fowles JV, Drummond DS, L'Ecuyer S, Roy L, Kassab MT. Untreated scoliosis in the adult. *Clin Orthop Rel Res* 1978, 134: 212-22.
  52. Nachemson A. A long term follow-up study of nontreated scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968, 39: 466-76.
  53. Edgar MA. Back pain assessment from a long term follow-up operated and unoperated patients with AIS, *Spine* 1979, 4: 519-21.
  54. Fairbank JC, Pynsent PB, Van Poortvliet JA, Phillips H. Influence of anthropometric factors and joint laxity in the incidence of adolescent back pain. *Spine* 1984, 9: 461-4.
  55. Kostiuk JP, Bentivoglio J. The incidence of low back pain in adult scoliosis. *Spine* 1981, 6: 268-73.



56. Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Incidence and severity of back pain in adult idiopathic scoliosis. *Spine* 1983, 8: 749-56.
57. Mayo NE, Goldberg MS, Poitras B, Scott S, Hanley J. The Ste-Justine AIS cohort study. Part III: Back pain, *Spine* 1994, 14: 1573-81.
58. Nilsson U, Lundgren K. Long term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968, 39: 456-65.
59. Ramirez N, Johnston CE, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1997, 79-A: 364-8.
60. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg* 1981, 63-A: 702-12.
61. Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J. The Ste-Justine adolescent idiopathic scoliosis cohort study. Part II: Perception of health, self and body image and participation in physical activities. *Spine* 1994, 14: 1562-72.
62. Deviren V, Berven S, Kleinstueck F, Antinnes J, Smith JA, Hu SS. Predictors of flexibility and pain patterns in thoracolumbar and lumbar idiopathic scoliosis. *Spine* 2002; 27: 2346-9.
63. Zaina F, Negrini S, Atanasio S. TRACE (Trunk Aesthetic Clinical Evaluation), a routine clinical tool to evaluate aesthetics in scoliosis patients: development from Aesthetic Index (AI) and repeatability. *Scoliosis [online periodical]* 2009; 4: 3. Dostępny pod adresem: [www.scoliosisjournal.com](http://www.scoliosisjournal.com).
64. Kotwicki T, Kinel E, Chowańska J, Bodnar-Nanuś A. POTSI, Hump Sum i Suma Rotacji – nowe parametry z zakresu topografii powierzchni ciała dla opisu zniekształcenia tułowia u chorych ze skoliozą. *Fizjot. Pol.* 2008; 8: 231-40.
65. Nachemson AL, Peterson LE, and members of Brace Study Group of the Scoliosis Research Society. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1995; 77: 815-22.
66. Weiss HR, Negrini S, Hawes MC, Rigo M, Kotwicki T, Grivas TB, Maruyama T and members of the SOSORT. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment – SOSORT Consensus paper 2005. *Scoliosis [online periodical]* 2006; 1: 6. Dostępny pod adresem: [www.scoliosisjournal.com](http://www.scoliosisjournal.com).
67. Landauer F, Wimmer C. Therapieziel der Korsettbehandlung bei idiopathischer Adoleszentenkoliose. *Med Orth Tech* 2003; 123: 33-7.
68. Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 1381-7.
69. Pruijs JEH, Hageman M, Keessen W, Meer R van der, Wieringen JC. Spinal rotation meter; development and comparison of a new device. *Acta Orthop Belg* 1995; 61: 107-12.
70. Gerhardt JJ, Rippstein JR. *Gelenk und Bewegung*. Bern: Verlag Hans Huber; 1992.
71. Ogilvie JW, Braun J, Argyle V, Nelson L, Meade M, Ward K. The search for idiopathic scoliosis genes. *Spine* 2006; 31: 679-81.
72. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JCY, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371: 1527-37.
73. Rahman T, Bowen JR, Takemitsu M, Scott C. The association between brace compliance and outcome for patients with idiopathic scoliosis. *J Ped Orthop* 2005; 25: 420-2.
74. Andersen MO, Andersen GR, Thomsen K, Christensen SB. Early weaning might reduce the psychological strain of Boston bracing: a study of 136 patients with adolescent idiopathic scoliosis at 3.5 years after termination of brace treatment. *J Ped Orthop B* 2002; 11: 96-9.
75. Vasiliadis E, Grivas TB, Savidou O, Triantafyllopoulos G. The influence of brace on quality of life of adolescents with idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2006; 123: 352-6.
76. Misterska E. Charakterystyka wybranych funkcji psychicznych u chorych ze skoliozą idiopatyczną leczonych zachowawczo lub operacyjnie. *Rozprawa doktorska*. Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2009.
77. Danielsson AJ, Nachemson AL. Back pain and function 22 years after brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. Part I. *Spine* 2003; 28: 2078-85. Discussion page 2086.

**Liczba słów/Word count:** xxxx

**Tabele/Tables:** x

**Ryciny/Figures:** x

**Piśmiennictwo/References:** x

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*Dr hab. med. Tomasz Kotwicki, e-mail: [kotwicki@ump.edu.pl](mailto:kotwicki@ump.edu.pl)*

*Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu  
61-545 Poznan, ul. 28 Czerwca 1956 roku nr 135, tel. +48 602 61 30 54*

*Otrzymano / Received*

*xx.xx.200x r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*xx.xx.200x r.*