

# Tolerancja wysiłkowa i wybrane zdolności motoryczne dziewcząt ze skoliozą idiopatyczną w zależności od metody kinezyterapii

## Exercise Tolerance and Selected Motor Skills in Young Females with Idiopathic Scoliosis Treated with Different Physiotherapeutic Methods

Krzysztof Marek Fabian<sup>1(A,B,C,D,E,F)</sup>, Krystyna Rożek-Piechura<sup>2(A,C,D,E)</sup>

<sup>1</sup> Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Jastrzębiu-Zdroju, Polska

<sup>2</sup> Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Polska

<sup>1</sup> Regional Paediatric Rehabilitation Hospital in Jastrzebie Zdrój, Poland

<sup>2</sup> University School of Physical Education in Wrocław, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Skolioza jest chorobą powodującą powstawanie wieloukładowych nieprawidłowości w organizmie, szczególnie dziewcząt. Wydolność fizyczna stanowi jedną z najważniejszych składowych dobrego stanu zdrowia oraz biologicznego rozwoju. Intensywne jej kształtowanie przypada na okres młodości, a stan układu oddechowego jest jednym z wielu czynników stanowiących o wydolności fizycznej. Celem pracy była ocena krótkoterminowego zastosowania dwóch metod kinezyterapii i ich wpływu na poziom wydolności wysiłkowej u dziewcząt ze skoliozą idiopatyczną.

**Materiał i metody.** Materiał badany stanowiła grupa 49 dziewcząt ze skoliozą idiopatyczną piersiową i lędźwiową (20-40°) w wieku 14-15 lat, przebywających na turnusie rehabilitacyjnym w WSR dla Dzieci w Jastrzębiu-Zdroju. Badane podzielono na dwie grupy w zależności od metody usprawniania: w pierwszej grupie zastosowano metodę Dobosiewicza, w grupie drugiej prowadzono symetryczne ćwiczenia korekcyjne. Na radiogramie jednokrotnie oceniono kąt Cobba, dojrzałość kostną (Risser) oraz rotację osiową kręgu szczytowego skrzywienia mierzoną metodą Raimondiego. Dwukrotnie przed i po zakończeniu turnusu zmierzono: podstawowe cechy somatyczne, maksymalną wentylację dowolną (MVV), wybrane zdolności motoryczne oraz tolerancję wysiłkową.

**Wyniki.** 1. U dziewcząt z idiopatyczną skoliozą piersiową i lędźwiową (20-40°) obserwuje się zaburzenie funkcji oddechowej, czego przykładem jest obniżenie maksymalnej wentylacji dowolnej (MVV) w obrębie obu badanych grup. Po zastosowaniu metody Dobosiewicza uzyskano istotnie wyższą poprawę tego parametru. 2. Zastosowane metody kinezyterapii poprawiły istotnie siłowe zdolności motoryczne i tolerancję wysiłkową badanych dziewcząt. Istotnie większą poprawę zanotowano w grupie dziewcząt leczonych metodą Dobosiewicza, a w szczególności dotyczyło to siły mięśni brzucha, które odgrywają ważną rolę zarówno w procesie oddychania jak i utrzymywania postawy ciała.

**Słowa kluczowe:** skolioza idiopatyczna, leczenie zachowawcze, tolerancja wysiłkowa, sprawność fizyczna, metoda Dobosiewicza, symetryczne ćwiczenia korekcyjne

### SUMMARY

**Background.** Scoliosis is a disorder that leads to dysfunction of a number of systems in the body, especially in young females. Physical capacity is one of the most important elements of good health as well as of biological development. Adolescence is a time when physical capacity develops intensively, and the condition of the respiratory system is one of many factors that have an impact on the level of physical capacity. This paper aims to evaluate a short-term application of two methods of physiotherapy and their influence on the level of exercise tolerance in young females suffering from idiopathic scoliosis.

**Material and methods.** The study involved a group of 49 young females aged 14-15 years diagnosed with (20-40°) thoracic and lumbar scoliosis who were in-patients at the rehabilitation ward of the Regional Paediatric Rehabilitation Hospital in Jastrzebie Zdrój. The group was divided into two subgroups depending on the method of rehabilitation employed: the first subgroup received asymmetric breathing exercise therapy by Dobosiewicz and the second subgroup practised symmetric remedial exercises. Cobb's angle, the degree of skeletal maturity, i.e. the Risser sign and the degree trunk rotation of the apex of the curvature by means of Raimondi's coefficient were determined once in an x-ray image. Basic somatic features, maximal voluntary ventilation (MVV parameter), selected motor skills and exercise tolerance were assessed on two occasions (before beginning and after completion of the rehabilitation treatment).

**Results.** 1. Young females suffering from (20-40°) thoracic and lumbar scoliosis demonstrate respiratory dysfunction, as shown by decreased maximal voluntary ventilation (MVV) in the two subgroups in the present study. Exercises according to Dobosiewicz's method brought about a significantly higher degree of improvement in this parameter. 2. The physiotherapeutic regimen administered to the young girls with scoliosis significantly improved their strength motor skills and exercise tolerance. A significantly higher improvement was observed in the subgroup treated using Dobosiewicz's method, in particular, in the strength of abdominal muscles, which play an important role in both respiratory function and body posture maintenance.

**Key words:** idiopathic scoliosis, conservative treatment, exercise tolerance, fitness, respiratory exercise therapy by Dobosiewicz, symmetric remedial exercise

## WSTĘP

Skolioza jest chorobą wieloukładową prowadzącą do powstawania wielu nieprawidłowości w budowie i funkcjonowaniu dzieci, dotyczy około 2-3% populacji, wśród których skoliozy idiopatyczne stanowią 80-90% wszystkich przypadków, w szczególności dotyka dziewcząt [1-3]. Obecnie uważa się, iż leczenie skolioz powinno być trój płaszczyznowe i uwzględniające odtworzenie fizjologicznej kifozy piersiowej [4,5]. Wydolność fizyczna stanowi jedną z najważniejszych składowych dobrego stanu zdrowia oraz biologicznego rozwoju. Intensywny okres kształtowania się wydolności organizmu przypada na okres młodości. Stan układu oddechowego jest jednym z wielu czynników stanowiących o wydolności fizycznej organizmu. Na wydolność ogólną chorych negatywnie wpływa nie tylko deformacja żeber i kręgow, lecz także wtórne zaburzenia w układzie mięśniowo-więzadłowym [6]. Czynniki wpływające na obniżenie wydolności u młodzieży ze średnią i umiarkowaną skoliozą są mało poznane. Jednocześnie uważa się, że ćwiczenia fizyczne stanowią nadal jedną z najważniejszych metod leczenia skolioz, a gimnastyka lecznicza stosowana w ich przebiegu może poprawiać ich wydolność fizyczną, na którą pośrednio ma wpływ czynność układu oddechowego i sprawność fizyczna [7]. Leczenie usprawniające ma za zadanie powstrzymać bądź też zredukować istniejące zaburzenia w funkcjonowaniu ustroju, szczególnie wentylacji płuc, spowodowanej bocznym skrzywieniem kręgosłupa [8]. Najnowsze zalecenia SOSORT-u dotyczą użycia specyficznych ćwiczeń fizjoterapeutycznych w celu oddziaływania i poprawy funkcjonowania układu oddechowego oraz rozszerzania przestrzeni niewentylowanych na skutek skrzywienia kręgosłupa [9]. Fizjoterapia jest istotnym elementem zachowawczego leczenia skolioz [10]. Celem pracy była ocena krótkoterminowego zastosowania dwóch metod kinezyterapii i ich wpływu na poziom wydolności wysiłkowej u dziewcząt ze skoliozą idiopatyczną.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiła grupa 49 dziewcząt pochodzące z rejonu Górnego Śląska w wieku 14-15 lat ze skoliozą idiopatyczną piersiową i lędźwiową (zakres kątowy skrzywienia mieścił się w przedziale 20-40° wg Cobb), przebywających na 4-tygodniowym turnusie rehabilitacyjnym w Wojewódzkim Szpitalu Rehabilitacyjnym dla Dzieci w Jastrzębiu-Zdroju. Zakres prowadzonego leczenia zachowawczego badanych dziewcząt prowadzono jedynie w oparciu o kinezyterapię. Pacjentki podzielono na dwie grupy w zależności od rodzaju stosowanej metody kinezytera-

## BACKGROUND

Scoliosis is a multisystem disorder that leads to numerous structural and functional abnormalities in children; it affects about 2-3% of the population, with idiopathic scoliosis accounting for 80-90% of all cases, and particularly affects young females [1-3]. Currently, it is believed that scoliosis should be treated in three planes and should involve the restoration of physiological thoracic kyphosis [4,5]. Physical capacity is among the most important components of good health and biological development. Puberty is a time when one's physical capacity is developing intensively. The condition of the respiratory system is one of many factors influencing physical capacity. In scoliosis patients, overall physical capacity is affected not only by the deformed ribs and vertebrae, but also by secondary malfunction of the musculo-ligamentous system [6].

While factors underlying reduced physical capacity in young people with medium or moderate scoliosis are not well known, it is believed that exercise remains a key method of scoliosis treatment and that remedial gymnastics used in the course of the disease may improve patients' physical capacity, which is indirectly influenced by respiratory system function and one's fitness level [7]. Rehabilitation aims to stop or reduce existing systemic dysfunctions and particularly impaired lung ventilation caused by scoliosis [8]. The latest SOSORT recommendations refer to the use of specific physiotherapeutic techniques with the aim of influencing and improving respiratory system function as well as dilating space that is poorly ventilated due to scoliosis [9]. Physiotherapy is a crucial component of the conservative treatment of scoliosis [10]. The present paper evaluates a short-term application of two physiotherapeutic techniques and their influence on the level of physical capacity in young females diagnosed with idiopathic scoliosis.

## MATERIAL AND METHODS

The study involved a group of 49 young females aged 14-15 years from the Upper Silesia region diagnosed with thoracic and lumbar idiopathic scoliosis (with curvature angles of 20-40° according to Cobb) who attended four weeks of in-patient rehabilitation at the ward of the Regional Paediatric Rehabilitation Hospital in Jastrzębie Zdrój. The conservative treatment involved only physiotherapy. The patients were divided into two subgroups depending on the assigned physiotherapy method, and group assignment was randomized according to a random distribution table.

pii, dobór do grup był randomizowany wg tabeli rozkładów losowych. Randomizację zastosowano po badaniu lekarskim i zakwalifikowaniu badanych do kinezyterapii, aby wybór metody kinezyterapii był przypadkowy. W grupie I zastosowano specjalistyczne ćwiczenia asymetryczne metodą Dobosiewicz, natomiast w grupie II prowadzono symetryczne ćwiczenia korekcyjne. Średnia wieku w grupie I wyniosła  $14,5 \pm 0,5$  (w latach), średnia wysokość ciała  $165,5 \pm 6,4$  (w cm), średnia masa ciała  $53,8 \pm 10,6$  (w kg), wartość średnia wskaźnika BMI wyniosła  $19,5 \pm 2,9$ . W grupie II odpowiednio średnia: wiek  $15,0 \pm 0,5$  (w latach), wysokość ciała  $163,0 \pm 7,1$  (w cm), masa ciała  $53,3 \pm 9,1$  (w kg), BMI  $20,0 \pm 2,6$ . Wszystkie dziewczęta były miesiączkujące. U badanych zmierzono podstawowe cechy somatyczne, wykonano próbę maksymalnej wentylacji dowolnej (MVV), oceniano tolerancję wysiłkową oraz wybrane zdolności motoryczne. Wszystkie badania wykonywane były przez ten sam zespół badawczy w obiektach szpitalnych (gabinecie Poradni Rehabilitacyjnej, sali gimnastycznej oraz korytarza Szpitala) o tej samej porze dnia, w godzinach przedpołudniowych. Badane dziewczęta ubrane były w wygodny strój sportowy. Projekt badawczy uzyskał akceptację Komisji ds. Etyki Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

Kryterium włączenia dziewcząt do badań stanowiła ocena wielkości i umiejscowienia skoliozy na podstawie radiogramu, dokonana wspólnie z lekarzem ortopedą. Do badań włączono jedynie pacjentki posiadające skrzywienia piersiowe i lędźwiowe ( $20-40^\circ$  wg Cobba). Oceniany był kąt skrzywienia (wg Cobba) w odcinku piersiowym i lędźwiowym kręgosłupa, stopień dojrzałości kostnej (test Rissera). Ponadto wyznaczono rotację osiową kręgu szczytowego skrzywienia mierzona metodą Raimondiego, która jest prostym i wykazującym dużą powtarzalność wskaźnikiem w porównaniu do innych metod oceniających rotację kręgów w przebiegu skoliozy [11,12]. Określenie wartości tego parametru w istotny sposób ocenia stan deformacji rotacyjnej kręgosłupa, jak i efektywność stosowanych procedur terapeutycznych. Obliczenie kąta rotacji według Raimondiego polega na wykonaniu dwóch pomiarów wykonanych na podstawie radiogramu skoliozy. Pierwszy polega na zmierzeniu szerokości trzonu, drugi na zmierzeniu odległości między brzegiem trzonu a środkiem nasady łuku kręgowego. Wartość rotacji odczytuje się ze wskazań algorytmu opracowanego przez Raimondiego i przedstawionego w specjalnej tabeli [13].

Lokalizację skrzywienia określono na podstawie oceny radiologicznej, którą dokonano jednorazowo w celu jednolitego doboru do badań. Dodatkowo wykorzystano także test Adamsa, oceniający zachowa-

Randomization was carried out after a medical examination and enrolment of the patients had taken place so that the choice of the physiotherapeutic method would be truly random. The first subgroup received specialist breathing exercise therapy by Dobosiewicz, whereas the second group practised symmetric remedial exercises. The average age in subgroup I was  $14.5 \pm 0.5$  years, the average body height was  $165.5 \pm 6.4$  cm, the average weight was  $53.8 \pm 10.6$  kg and the average BMI was  $19.5 \pm 2.9$ . In Subgroup II, these average values were as follows: age  $15.0 \pm 0.5$  years, height  $163.0 \pm 7.1$  cm, weight  $53.3 \pm 9.1$  kg and BMI  $20.0 \pm 2.6$ . All subjects menstruated. Examinations performed in all subjects comprised a determination of basic somatic features, a trial of the maximal voluntary ventilation (MVV) and assessment of exercise tolerance as well as selected motor skills. All measurements were done by the same research team in hospital facilities (a doctor's office at the Rehabilitation Outpatient Clinic, a gymnasium and a hospital corridor) at the same time of the day before noon. The subjects wore comfortable sports outfits. The research project was approved by the Commission for Ethics in Scientific Research at the University School of Physical Education in Wrocław.

The patients were enrolled on the basis of assessment of the range and location of scoliosis from an X-ray image done in collaboration with an orthopaedist. Only candidates with thoracic and lumbar scoliosis ( $20-40^\circ$  according to Cobb) were deemed eligible for the study. The curvature angle (according to Cobb) in the thoracic and lumbar spine was determined together with the degree of bone maturity (Risser sign). Furthermore, the vertebral rotation of the atlas was measured with Raimondi's coefficient, which is a simple and highly reproducible index compared to other methods for assessing scoliosis-related vertebral rotation [11,12]. The value of this parameter significantly reflects the degree of rotational deformation of the spine as well as the effectiveness of treatment. Raimondi's rotational angle is calculated on the basis of two measurements on an X-ray image: the width of the vertebral body and the distance between the vertebral body edge and the middle of the base of the vertebral arch. The degree of rotation is determined according to an algorithm developed by Raimondi and presented in a special table [13].

The location of the curvature was determined on the basis of an X-ray image, which was obtained once to ensure uniform study enrolment. In addition, Adams' test was employed in order to assess spine performance from a shallow bend to a deep bend. These examinations were carried out once on admission to the rehabilitation ward. Other enrolment criteria

nie się kręgosłupa od płytkiego do głębokiego skłonu. Badania te wykonano jednokrotnie w momencie przyjęcia na Oddział Rehabilitacyjny. Kryterium włączenia do przeprowadzenia badań była także: zgoda rodziców/opiekunów prawnych pacjentek na udział w programie oraz fakt nieuczestniczenia w programach fizjoterapii na przestrzeni ostatniego roku kalendarzowego. Pod uwagę wzięto również przynajmniej 2 cm ruchomość kręgosłupa piersiowego mierzoną w teście Otta w pozycji stojącej. Oznaczono wyrostek kolczysty C7 i punkt położony 30 cm kaudalnie. Następnie polecono wykonanie maksymalnego skłonu w przód. Odległość ta ulega zwiększeniu od 2 do 4 cm. Dziewczęta, które w trakcie wykonywanego testu nie uzyskały ruchomości odcinka piersiowego kręgosłupa wynoszącego 2 cm zostały wykluczone z dalszych badań. Powodem wyłączenia z badań chorych z ograniczonym zakresem ruchomości odcinka piersiowego kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej był jedynie dobór badanych do badań.

Kryterium wykluczającym z badań stanowiła obecność chorób współistniejących: ortopedycznych poza kręgosłupowych (także ewentualnych skrótów kończyn), kardiologicznych, neurologicznych mogących mieć wpływ na wykonywanie ćwiczeń oraz obniżających zdolności motorycznych pacjentek lub schorzeń psychicznych uniemożliwiających i ograniczających współpracę z pacjentką. Wykluczono również z grupy badanej dziewczęta objęte dodatkowym leczeniem gorsetowym ze względu na efekt roztrenowania aparatu mięśniowego.

U wszystkich badanych dziewcząt dokonano dwukrotnie, przed i po zakończeniu 4-tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego, pomiarów podstawowych cech somatycznych: wysokości i masy ciała, na podstawie których wyliczono wskaźnik BMI. Ponadto, również dwukrotnie, wykonano pomiar maksymalnej wentylacji dowolnej (MVV), wykonany odrębną próbą badania czynnościowego układu oddechowego – podczas próby badana oddychała szybko i głęboko w czasie 12 sekund. Następnie aparat przeliczył 12-sekundowy zapis krzywej na minutę. Stanowi ona sumaryczną ocenę zdolności badanego do wysiłku oddechowego i tym samym jest jedną z ważnych prób czynnościowych w badaniach układu oddechowego [14]. Pacjentki przed przystąpieniem do pomiaru MVV zostały zaznajomione z aparaturą oraz dokładnie poinformowane o sposobie przeprowadzenia badania, wykonanego w pozycji siedzącej. Przed przystąpieniem do właściwego pomiaru wykonano badanie próbne. Następnie dokonano trzykrotnego pomiaru z zachowaniem kryterium powtarzalności wg ATS [15]. Do analizy wybierano najlepszą uzyskaną wartość. Otrzymane wyniki rzeczywiste (w l/min) odno-

comprised parental/guardian consent for the patient's participation in the study, not having attended any physiotherapy programmes within the previous calendar year and at least 2 cm mobility of the thoracic spine measured in Otto's test in the standing position. In order to perform the test, the spinous process of C7 and a point 30 cm caudal to it were marked. The subjects were then instructed to perform a maximal bend forward. The distance increases by 2-4 cm. Candidates that did not demonstrate thoracic spine mobility of 2 cm were excluded from further examinations. The only reason for excluding patients with limited mobility of the thoracic spine section in sagittal planes from the study was that the mobility was assessed for the purpose of selection of study subjects only.

Any co-morbidities, such as non-spine related orthopaedic disorders (also any differences in limb length), cardiological or neurological disorders that may affect exercising, and any disorders that decrease the motor capabilities of the patients or any mental disorders that hinder and limit cooperation with the patient were considered exclusion criteria. Furthermore, young females additionally wearing a brace were also excluded from the study due to the temporarily reduced exercise capacity of the relevant muscles.

In all subjects, basic somatic features of height and weight were measured on two occasions: before and after completion of the four-week rehabilitation. The BMI was calculated on the basis of those measurements. In addition, maximal voluntary ventilation (MVV) was also measured twice in a separate test of respiratory system function, during which the patient was instructed to breathe fast and deep for 12 seconds. The device then extrapolated the 12 second record of the curve to a minute. The curve constitutes an overall evaluation of the patient's capability of respiratory effort. Consequently, it is an important test of respiratory function [14]. Before the MVV measurement, the patients were introduced to the equipment and received detailed instructions on the method of measurement, which was performed in the sitting position. A trial measurement took place before the actual measurement. Subsequently, three measurements were obtained in accordance with the reproducibility criterion according to ATS [15]. The highest value obtained was chosen for further analysis. The raw results (in l/min) were compared to respective reference values considering the female patients' sex, age and body height [16].

In order to assess selected motor skills of the female patients, two fitness tests were selected. One was a squatting exercise to assess the strength of the muscles that bend the trunk, including abdominal

szone były do wartości należnych z uwzględnieniem płci, wieku i wysokości ciała badanych [16].

Do oceny wybranych zdolności motorycznych dziewcząt wybrano dwa testy sprawności fizycznej: próbę siadu służącą do oceny siły mięśni zginających tułów, w tym siły mięśni brzucha. W trakcie testu badana pozostawała w siadzie na materacu z wyprostowanymi plecami, dłońmi splecionymi na karku, kolanami ugiętymi do kąta 90° i stopami opartymi o podłogę, stabilizowanymi przez pomocnika. Następnie polecono pacjentce przejść do leżenia tyłem z dotknięciem ramion do podłogi i powrót do pozycji siedzącej z dotknięciem łokci do kolan. Na komendę pacjentka powtarzała czynność tak szybko, jak potrafiła przez 30 sekund. Wynik stanowił maksymalną ilość powtórzeń uzyskaną przez badaną. Drugim ocenianym testem sprawności była siła eksplozywna kończyn górnych mierzona rzutem 2-kg piłką lekarską. W próbie tej badana stała w lekkim (10 cm) rozkroku przed linią rozpoczynającą pomiar. Trzymając piłkę oburącz, wykonywała zamach i rzut piłką znad głowy. Zamach odbywał się z równoczesnym skłonem tułowia do tyłu i ugięciem kończyn dolnych w stawach kolanowych. Próbę z piłką wykonywano dwukrotnie, notując najlepszy wynik wyrażony w metrach.

Tolerancję wysiłkową dziewcząt ze skoliozą oceniano 6-minutowym testem korytarzowym (6MWT). Wynik testu jest uznanym klinicznie, rzetelnym testem z powodzeniem stosowanym u dzieci i służącym ocenie tolerancji wysiłkowej w chorobach układu oddechowego i krążenia oraz monitorowania ich postępów leczenia [17-21].

Test ten polegał na pokonaniu jak największej odległości w czasie 6 minut marszu. Badanie przeprowadzono na oznakowanym 30-metrowym korytarzu i mierzono odległość, jaką badane pokonały w tym czasie. Test wykonywany był dwukrotnie w 1 i 2 dniu badania oraz w trakcie dwóch ostatnich dni pobytu na Oddziale Rehabilitacyjnym. Do obliczeń brano pod uwagę lepsze wyniki uzyskane przez badane na początku i końcu trwania turnusu. Wartości uzyskane w 6-cio minutowym teście korytarzowym odniesiono do norm „Standard Reference for the 6 minute walk test in healthy children aged 7 to 16 years” [22].

Badane dziewczęta w grupie pierwszej usprawniano metodą asymetrycznych ćwiczeń oddechowych Dobosiewicz wg stanu z roku 1997, która jest zachowawczą metodą stosowaną u pacjentów ze skoliozą. Celem tej metody jest asymetryczna mobilizacja klatki piersiowej i kręgosłupa połączona z jego derotacją w pozycji kifotycznej i utrzymaniem uzyskanej korekcji poprzez skurcz izometryczny mięśni w pozycjach, w których siła grawitacji nie oddziałuje w osi kręgosłupa. Wszystko to wykonuje się w ści-

muscles. During the test, the patient remained in the squatting position on a mattress with her back straight, hands clasped around the back of the neck, knees bent at 90° and feet leaning against the floor, stabilized by an assistant. The patient was instructed to transfer to lying on her back with the shoulders touching the floor and then transfer back to the squatting position with the elbows touching the knees. The patient repeated this sequence on command as fast as possible for 30 seconds. The result was the maximal number of repetitions performed by the subject. The second fitness test measured the explosive strength of upper extremities by means of a 2 kg medicine ball throw. During the test, the subject's feet were positioned side by side and slightly apart (10 cm distance) at the measurement line. Holding the ball with two hands, the patient made a swing and threw the ball from behind her head. The swing was accompanied by a simultaneous trunk bend backwards and lower limb bend at the knees. The test was performed twice and the best result given in meters was recorded.

The exercise tolerance of the patients was assessed using the six-minute walk test (6MWT). It is a clinically acknowledged reliable test that is successfully used in children; its purpose is to assess exercise tolerance in respiratory and cardiovascular diseases and monitor treatment progress [17-21].

The test consisted in walking as far as possible during six minutes of brisk walk. It took place in a marked 30-meter corridor; the distance covered by the subjects in the selected time frame was recorded. It was administered twice on the first and second day of the study and on the last two days of the patients' stay at the rehabilitation ward. The better of the results obtained at the beginning and completion of the rehabilitation were used in further analyses. The results recorded in the six-minute walk test were compared to reference values described in "Standard Reference for the 6 minute walk test in healthy children aged 7 to 16 years" [22].

The girls in subgroup I attended asymmetric respiratory exercise therapy by Dobosiewicz (1997 version), which is a conservative method used in scoliotic patients. This method aims at asymmetric mobilization of the chest and spine connected with its derotation in the kyphotic position and maintaining the correction through isometric contraction of muscles in positions in which the gravitational force does not act along the spine axis. All activities are performed in three strictly defined symmetric initial positions in 4-point kneeling with input from proprioceptive and exteroceptive stimuli [23,24,25]. Each initial position is characterized by a symmetric alignment of the shoulder girdle and upper extremities

śle określonych, trzech symetrycznych pozycjach wyjściowych w kłku podpartym, z wykorzystaniem bodźców proprioceptywnych oraz eksteroceptywnych [23, 24,25]. Każda pozycja wyjściowa charakteryzuje się symetrycznym ustawieniem obręczy barkowej i kończyn górnych w stosunku do obręczy biodrowej i kończyn dolnych. Kolejne pozycje uruchamiają poszczególne odcinki kręgosłupa. Pierwsza pozycja uruchamia kręgosłup szyjny i górny piersiowy oraz klatkę piersiową, druga mobilizuje klatkę piersiową oraz środkowy i dolny odcinek kręgosłupa piersiowego, trzecia wpływa na mobilizację przejścia piersiowo-lędźwiowego oraz odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Odpowiednie ustawienie ćwiczących ma na celu uruchomienie różnych partii kręgosłupa i żeber poprzez asymetryczne i trój płaszczyznowe oddychanie. W trakcie wdechu dochodzi do rozciągnięcia struktur strony wklęsłej skrzywienia poprzez mobilizację żeber. W trakcie wydechu dochodzi do derotacji wypukłej strony, z równoczesnym izometrycznym napięciem mięśni w skorygowanym ustawieniu [23,25]. Zajęcia prowadzone tą metodą podzielone były na dwie fazy: pierwsza (10 minut), 4 ćwiczenia przygotowujące do asymetrycznych ćwiczeń oddechowych wykonywane w ściśle określonych pozycjach wyjściowych, mające na celu przygotowanie ćwiczących do asymetrycznego oddychania. Każde ćwiczenie powtarzane było 10-12 razy. Druga faza (35 minut), czyli właściwe ćwiczenia asymetryczne oddechowe wykonywane w określonych pozycjach wyjściowych, w kłku podpartym z różnym ustawieniem kończyn górnych w stosunku do kończyn dolnych oraz w kłku na przedramionach i siadzie skulonym. Wykonywano 10-12 powtórzeń ćwiczeń w tej fazie. Metoda ta została wprowadzona do Wojewódzkiego Szpitala Rehabilitacyjnego dla Dzieci w Jastrzębiu-Zdroju w maju 1997 roku po przejściu specjalistycznego szkolenia przez pracowników Szpitala w Klinice Rehabilitacji Śląskiej Akademii Medycznej w Reptach Śląskich, którzy prowadzą te ćwiczenia.

W grupie drugiej usprawnianie prowadzono również zachowawczo poprzez symetryczne ćwiczenia korekcyjne, które składały się z trzech faz: rozgrzewki (10 minut) zawierającej ćwiczenia oddechowe, w chodzie po okręgu, w pozycji stojącej, fazy głównej (25 minut), zawierającej ćwiczenia korekcyjne, rozciągające, antygravitacyjne oraz części końcowej (10 minut), w skład której wchodziły ćw. rozluźniające, relaksujące i oddechowe. Celem ćwiczeń była korekcja nieprawidłowego ustawienia poszczególnych segmentów ciała, usunięcie przykurczów mięśniowo-więzadłowych, poprawa funkcji antygravitacyjnej oraz reedukacja postawy ciała. Liczba powtórzeń każdego ćwiczenia wynosiła 10-12. Zajęcia prowadzone były w grupach 5-6-osobowych

relative to the pelvic girdle and lower extremities. Subsequent positions mobilize particular sections of the spine. The first position mobilizes the cervical and upper thoracic spine as well as the chest, the second position mobilizes the chest and the middle and lower section of the thoracic spine, while the third one influences the thoraco-lumbar junction and the lumbar spine. Appropriate positioning of the subjects performing the exercises aims to mobilize different sections of the spine and ribs by means of asymmetric and three-plane breathing. During inspiration, the structures of the concave curvature are stretched through rib mobilization. During expiration, the convex side is derotated with simultaneous isometric tensing of muscles in the corrected position [23,25]. Exercise sessions were divided into two phases. The first one (10 minutes) comprised of 4 exercises preparing the subject for asymmetric breathing therapy that were performed in strictly defined initial positions aiming at preparing the subjects for asymmetric breathing. Each exercise was repeated 10-12 times. The second phase (35 minutes) of proper asymmetric breathing exercises was performed in strictly defined initial positions in 4-point kneeling with various alignment of the upper extremities relative to the lower extremities, as well as kneeling on forearms and hunched squats. In this phase, each exercise was repeated 10-12 times. This method was introduced at the Regional Paediatric Rehabilitation Hospital in Jastrzębie Zdrój in May 1997 following completion of specialised training by the employees at the Rehabilitation Department of the Silesian Medical University in Repty Śląskie who carried out these exercises.

Subgroup II was also subjected to conservative rehabilitation, consisting in symmetric remedial exercises that consisted of three phases: a warm-up (10 minutes) including respiratory exercises, walking along a circle in the standing position, the main phase (25 minutes) of remedial exercises, stretching, antigravitational exercises, as well as the final phase (10 minutes), which consisted in relaxation and respiratory exercises. The purpose of the exercises was to correct the improper positioning of specific body segments, eliminate musculo-ligamentous contractures, improve antigravitational function as well as re-educate the body posture. Each exercise was repeated 10-12 times. Sessions were conducted in groups of 5-6 subjects under the supervision of a qualified physiotherapist 6 times a week, from Monday to Saturday over 4 weeks (24 sessions). Furthermore, all subjects were motivated to repeat the exercises in their wards on special mats on a daily basis in order to consolidate and learn the treatment procedures.

pod nadzorem wykwalifikowanego fizjoterapeuty, 6 razy w tygodniu od poniedziałku do soboty, przez okres 4 tygodni (24 jednostki ćwiczebne). Ponadto wszystkie badane dziewczęta były motywowane do codziennego powtarzania ćwiczeń w obrębie swojej sali na specjalnych matach, w celu utrwalenia i wyuczenia procedur leczniczych.

Wyniki badań zostały zebrane w arkuszu kalkulacyjnym Excel, a następnie poddane analizie statystycznej programem STATISTICA PL v. 9.1. Wyliczono podstawowe charakterystyki opisowe takie jak: średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności. Po sprawdzeniu normalności rozkładu testem Shapiro-Wilka, podjęto decyzję o rodzaju stosowanych testów statystycznych. Stwierdzono brak podstaw do odrzucenia hipotezy o rozkładzie normalnym, dlatego zastosowano testy parametryczne. Do oceny różnic między średnimi przed i po zastosowanych metodach kinezyterapii w obrębie każdej grupy oraz różnic zachodzących między grupami badanych parametrów, dokonano jednoczynnikową analizą wariancji Anova, a porównania post-hoc testem Tukeya. Do oceny cech somatycznych oraz parametrów związanych ze skrzywieniem kręgosłupa określanych jednokrotnie na podstawie zdjęcia radiologicznego, zastosowano test T-studenta. W zastosowanych testach statystycznych wartość testów i współczynników na poziomie  $p < 0,05$  przyjęte zostały za statystycznie istotne i wyróżnione w pracy **boldem**.

## WYNIKI

W Tabeli 1 przedstawiono podstawowe statystyki opisowe badanych grup, wartości kątowe skrzywienia, dojrzałość kostną oraz rotację osiową kręgu szczytowego oznaczane na podstawie radiogramu.

Zaobserwowano, iż dziewczęta grupy pierwszej były istotnie młodsze oraz charakteryzowały się istotnie wyższym kątem Cobb'a na poziomie lędźwiowym. Pozostałe parametry nie różnicowały badanych grup.

W Tabeli 2 przedstawiono wyniki wariancji oceniające istotność różnic maksymalnej wentylacji dowolnej między ocenianymi grupami i badaniami.

Analiza wyników wykazała, iż parametr MVV po zastosowanej terapii w grupie pierwszej był istotnie wyższy. W grupie drugiej, przed i po terapii, nie odnotowano istotnych różnic tego parametru. Uzyskane wyniki badań po zastosowaniu różnych metod usprawniania, wykazały istotną różnicę badanego parametru maksymalnej wentylacji dowolnej na korzyść usprawniania metodą Dobosiewicz (Tab. 2, Ryc 1 i 2).

Ocenę tolerancji wysiłkowej i zdolności motorycznych między poszczególnymi badaniami i w ob-

The study results were collected in an Excel sheet and subjected to a statistical analysis using STATISTICA PL v.9.1. software. The following basic descriptive characteristics were obtained: the arithmetic mean, standard deviation and a variability coefficient. After the normal distribution of the data was verified using the Shapiro-Wilk test, it was decided which statistical tests would be applied. As there were no grounds for rejecting the normal distribution hypothesis, parametric tests were introduced. Differences between means before and after the physiotherapy programme within each subgroup and differences between the subgroups were assessed with one-way analysis of variance, and comparisons employed Tukey's post-hoc test. Student's T test was used to assess somatic features as well as parameters related to scoliosis that were defined on the basis of the one-off X-ray image. For all these statistical tests, the values of test statistics and variables at  $p < 0.05$  were assumed to be statistically significant. Such values are **bolded** in the following tables.

## RESULTS

Table 1 presents the basic descriptive statistics of the subgroups, curvature angles, bone maturity and trunk rotation of the apex of the curve as determined on the basis of X-ray images.

The girls in subgroup I were significantly younger and manifested a significantly greater Cobb's angle in the lumbar spine. The remaining parameters did not differentiate between the subgroups.

Table 2 presents the results of ANOVA evaluating the significance of differences in maximal voluntary ventilation between the subgroups and between examinations.

The statistical analysis revealed that MVV was significantly higher after the therapy in subgroup I. In subgroup II, no significant differences in this parameter were observed before vs. after the therapy. The results related to different methods of rehabilitation indicated a significant difference in maximal voluntary ventilation in favour of Dobosiewicz's therapy (Tab.2, Fig. 1 i 2).

The evaluation of exercise tolerance and motor skills between examinations and within the sub-

Tab. 1. Charakterystyka statystyczna cech somatycznych, wskaźników antropometrycznych badanych dziewcząt oraz wartości opisujących deformację kręgosłupa: kąta Cobb'a dla odcinka piersiowego i lędźwiowego, stopnia dojrzałości kostnej (Risser) oraz rotację osiową kręgu szczytowego skrzywienia mierzonej metodą Raimondiego (istotne statystycznie różnice oznaczono boldem)  
 Tab. 1. Statistical indices of somatic features, anthropometric indicators of the young female subjects as well as indices of spine deformation: Cobb's angle for the thoracic and lumbar spine, degree of bone maturity (Risser) as well as trunk rotation of the apex of the curve measured as Raimondi's coefficient (statistically significant differences are bolded)

Zmienna Variable	G I (N = 30)			G II (N = 19)			P
	Średnia Mean	SD	CV	Średnia Mean	SD	CV	
Wiek [lata] Age [years]	14.47	0.53	3.67	15.00	0.47	3.14	<b>0.0009</b>
Wysokość ciała [cm] Body height [cm]	165.50	6.36	3.84	163.03	7.07	4.34	0.2102
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	53.80	10.60	19.70	53.34	9.09	17.03	0.8771
BMI	19.53	2.94	15.03	19.99	2.61	13.08	0.5805
Kąt Cobb'a Th [°] Cobb's angle Th [°]	34.07	4.13	12.11	32.05	3.14	9.78	0.0754
Kąt Cobb'a L [°] Cobb's angle L [°]	16.27	5.26	32.33	13.00	5.13	39.47	<b>0.0377</b>
Risser	4.13	0.60	14.53	4.39	0.49	11.11	0.1183
Raimondi [°]	21.27	4.44	20.88	22.11	2.26	10.22	0.4504

G I – grupa I; G II – grupa II; N – liczba badanych; p – poziom istotności statystycznej; SD – odchylenie standardowe; CV – współczynnik zmienności  
 G I – subgroup I; G II – subgroup II; N – number of subjects; p – level of statistical significance; SD – standard deviation; CV – coefficient of variability

Tab. 2. Istotność statystyczna maksymalnej wentylacji dowolnej (MVV) między grupami i poszczególnymi badaniami (istotne statystycznie różnice oznaczono boldem)  
 Tab. 2. Statistical significance of maximal voluntary ventilation (MVV) between the subgroups and between examinations (statistically significant differences are bolded)

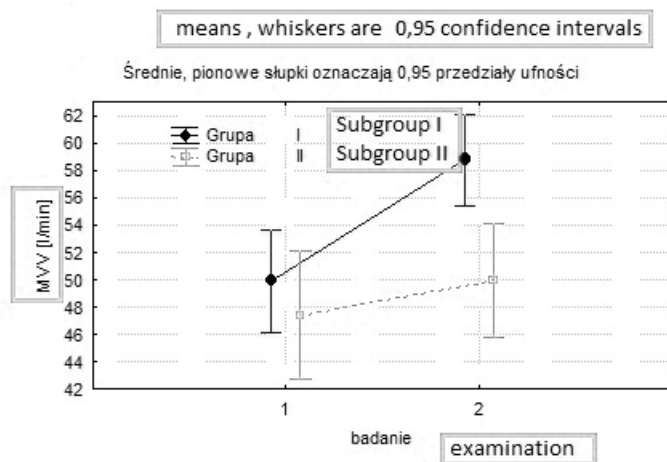
Badanie Examination	1	2	3	4	1-2	3-4	1-3	2-4
	G I		G II		G I	G II	B I	B II
	B I	B II	B I	B II	B I – B II	B I – B II	G I - G II	G I - G II
MVV	49.89*	58.77*	47.44*	49.93*	<b>0.0002</b>	0.4528	0.8212	<b>0.0137</b>
MVV %	74.56*	87.88*	72.79*	76.76*	<b>0.0002</b>	0.4397	0.9614	<b>0.0154</b>

1,2,3,4 – numery poszczególnych badań; 1-2,3-4,1-3,2-4 – różnice między poszczególnymi badaniami;  
 G I – grupa I, G II – grupa II; B I – badanie I; B II – badanie II, B I-B II – różnice między badaniem I i II w poszczególnych grupach;  
 G I-G II – różnice pomiędzy grupami w poszczególnych badaniach, \* - wartości średnie parametrów MVV oraz MVV %  
 1,2,3,4 – number of examination; 1-2,3-4,1-3,2-4 – differences between the examinations;  
 G I – subgroup I, G II – subgroup II; B I – examination I; B II – examination II, B I-B II – differences between examinations I and II in individual subgroups; G I-G II – differences between the subgroups in individual examinations; \* – means of MVV and MMV %

rębie grup przedstawiono w Tabeli 3. Zarówno w grupie pierwszej, jak i w drugiej odnotowano statystycznie wyższe wartości tolerancji wysiłkowej i analizowanych zdolności motorycznych. Jedynie wynik testu siady odpowiadający za siłę mięśni zginających tułów, w tym mięśni brzucha różnił się istotnie między wynikami końcowymi uzyskanymi w zależności od stosowanej terapii. Wskazuje to, iż metoda Dobosiewicz była skuteczniejsza w poprawie tej zdolności motorycznej (Tab. 3, Ryc 3, 4 i 5).

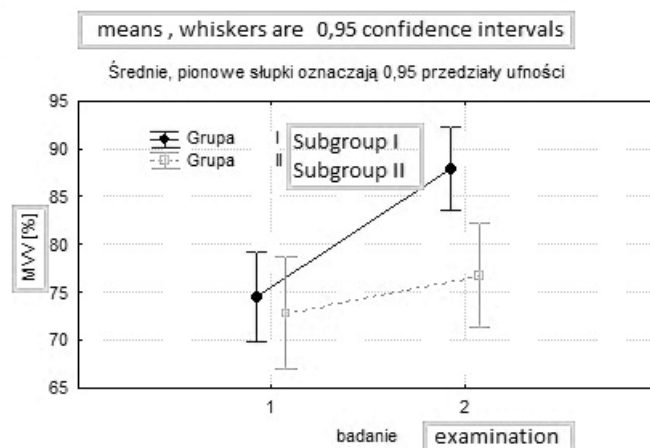
groups is presented in Table 3. Significantly higher values of exercise tolerance and the motor skills analysed were observed in both subgroups. Only the result of the squatting test, which tests the strength of the muscles involved in bending the trunk, including abdominal muscles, obtained on completion of the therapy differed significantly between the two therapies. This seems to indicate that Dobosiewicz's method was more effective in improving this motor skill (Tab.3, Fig. 3, 4 and 5).





Ryc. 1. MVV w obrębie I i II grupy w badaniach przed i po zastosowanej terapii

Fig. 1. MVV in subgroups I and II before and after the therapy



Ryc. 2. % normy parametru MVV w obrębie I i II grupy w badaniach przed i po zastosowanej terapii

Fig. 2. % of the reference range of MVV in subgroup I and II in examinations before and after the therapy

Tab. 3. Istotność statystyczna tolerancji wysiłkowej i testów sprawności fizycznej między grupami i poszczególnymi badaniami (istotnie statystycznie różnice oznaczono **boldem**)

Tab. 3. Statistical significance of exercise tolerance and fitness tests between the subgroups and between examinations (statistically significant differences are **bolded**)

Badanie Examination	1	2	3	4	1-2	3-4	1-3	2-4
	G I		G II		G I	G II	B I	B II
	B I	B II	B I	B II	B I – B II	B I – B II	G I-G II	G I-G II
test korytarzowy [m] Walk test [m]	521.62	589.17	522.95	557.18	<b>0.0002</b>	<b>0.0156</b>	0.9999	0.5072
siady [liczba] Squats [number]	16.70	19.73	14.79	16.84	<b>0.0002</b>	<b>0.0006</b>	0.2747	<b>0.0386</b>
rzut piłką [m] Medicine ball throw [m]	4.51	5.06	4.51	4.80	<b>0.0002</b>	<b>0.0195</b>	1.0000	0.5585

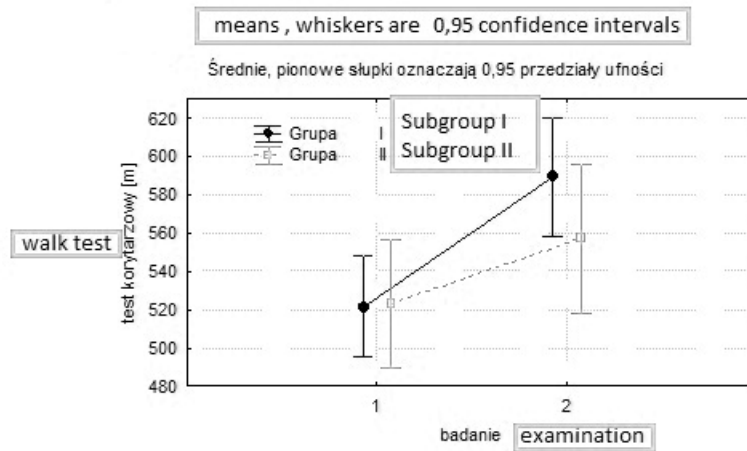
,2,3,4 – number of examinations; 1-2,3-4,1-3,2-4 – differences between examinations;

;) I – subgroup I, G II – subgroup II; B I – examination I; B II – examination II, B I- B II- differences between examination I and II in individual subgroups; G I-G II – differences between the subgroups in individual examinations

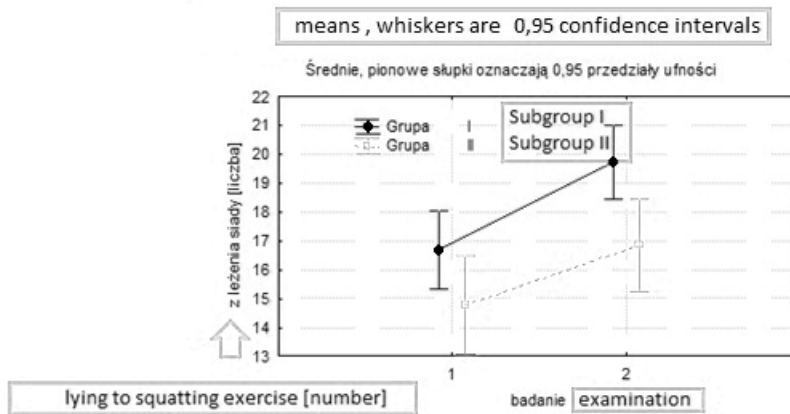
,2,3,4 – numery poszczególnych badań; 1-2,3-4,1-3,2-4 – różnice między poszczególnymi badaniami;

;) I – grupa I, G II – grupa II; B I – badanie I; B II – badanie II, B I-B II – różnice między badaniem I i II w poszczególnych grupach;

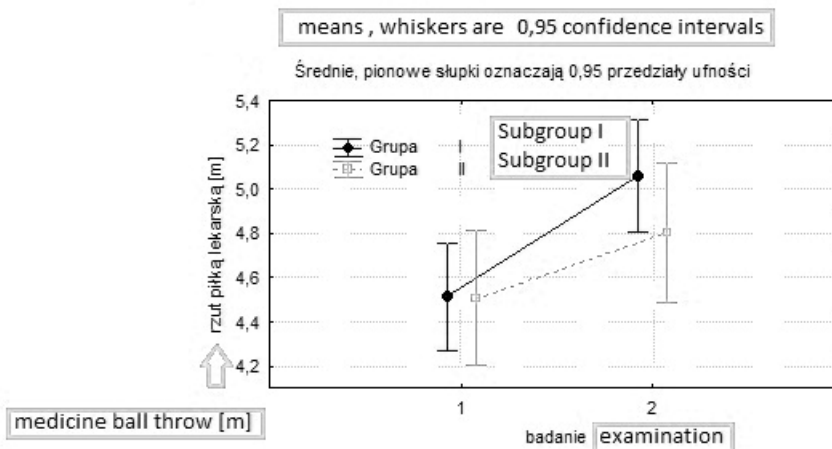
; I-G II – różnice pomiędzy grupami w poszczególnych badaniach



Ryc. 3. 6-minutowy test korytarzowy w obrębie I i II grupy w badaniach przed i po zastosowanej terapii  
 Fig. 3. Six-minute walk test in subgroups I and II in examinations before and after the therapy



Ryc. 4. Próba siady w obrębie I i II grupy w badaniach przed i po zastosowanej terapii  
 Fig. 4. Lying-to-squatting test in subgroups I and II in examinations before and after the therapy



Ryc. 5. Próba rzut piłką lekarską 2 kg w obrębie I i II grupy w badaniach przed i po zastosowanej terapii  
 Fig. 5. Two-kilogram medicine ball throw in subgroups I and II in examinations before and after the therapy

## DYSKUSJA

Gwałtowny rozwój technicyzacji, szybkie tempo życia w krajach uprzemysłowionych, brak ruchu, niewłaściwy sposób odżywiania się oraz nadużywanie telewizji i komputera zamiast aktywności na świeżym powietrzu, doprowadziły do ograniczenia aktywności fizycznej także wśród najmłodszych [26]. Rozwój współczesnej cywilizacji, któremu towarzyszy siedzący tryb życia spowodowany jest po części obowiązkiem szkolnym, lecz również biernym wypoczynkiem w warunkach domowych, gdzie gry komputerowe mają stać się rekompensatą za zmęczenie i stres szkolny [27]. Pomimo bogatej historii leczenia korekcyjnego skolioz, dla których opracowano wiele metod, ciągle aktualne są przesłanki postępowania korekcyjnego przedstawione przez Klappa i Schroth [7]. Od wielu lat w leczeniu usprawniającym skolioz stosowana jest polska metoda asymetrycznych ćwiczeń oddechowych według Dobosiewicz, nazwana z czasem metodą DoboMed i pod taką nazwą występująca w licznych badaniach dostępnych w piśmiennictwie polskim i światowym [23,24,28-32]. Ponadto w doniesieniach porównuje się skuteczność metody z populacją dzieci zdrowych, wskazując na wzrost parametrów wentylacyjnych płuc po jej zastosowaniu [33,34]. Także inni badacze wskazują na problem leczenia zaburzeń czynności układu oddechowego w przebiegu skolioz, proponując różne metody ćwiczeń [35-37].

W przebiegu skolioz dochodzi do deformacji kręgosłupa w odcinku piersiowym, jak również spłyceńcia naturalnej kifozy oraz patologicznych zmian w obrębie klatki piersiowej. Zniekształcenia te prowadzą do zaburzeń prawidłowej czynności układu oddechowego, nierozzerwalnie związanego z układem krążenia [1,27,38,39]. Skoliozy mogą oddziaływać niekorzystanie na funkcjonowanie płuc w różnorodny sposób. Nieprawidłowa mechanika klatki piersiowej prowadzić może do zmniejszenia ruchomości żeber, a w konsekwencji do wadliwego funkcjonowania mięśni oddechowych i obniżenia ich sprawności [21]. Na problem skolioz należy więc patrzeć wieloaspektowo, nie tylko pod kątem zachodzących pod jej wpływem deformacji czy ograniczeń, lecz również towarzyszących zaburzeń w funkcjonowaniu układu krążeniowo-oddechowego, często niskiej samooceny i obniżenia jakości życia [40,41].

Głównym nurtem badań niniejszej pracy była ocena jak kształtuje się maksymalna wentylacja dowolna (MVV) oraz wybrane elementy zdolności motorycznych dziewcząt ze skoliozą piersiową i lędźwiową II° oraz czy pod wpływem prowadzonej kinezyterapii mogą one ulec zmianie. Barois dowodzi, iż

## DISCUSSION

The rapid growth of technology, fast-paced life style in highly developed countries, lack of physical activity as well as inappropriate eating habits and excessive use of television and computers instead of outdoor activity have been contributing to decreased physical activity, also among the youngest generations [26]. The sedentary life style accompanying the development of modern civilisation is associated with attending school but also with passive leisure habits in the home, where playing computer games is supposed to compensate for school-related stresses and strains [27]. Despite the rich history of remedial treatment of scoliosis for which a number of methods were designed, the guidelines for remedial treatment of this disease introduced by Klapp and Schroth still remain valid [7]. A Polish method of asymmetric breathing exercise therapy by Dobosiewicz has been used in the treatment of scoliosis for many years. It has come to be known as the DoboMed method and, under this name, it has been referenced in a variety of studies available in the Polish and global literature [23,24,28-32]. Studies have included comparisons of the efficacy of this method against a population of healthy children, indicating improved parameters of lung ventilation following treatment [33,34]. Other researchers also discuss the problems of treating respiratory system dysfunction associated with scoliosis by proposing various exercise methods [35-37].

Scoliosis produces thoracic spine deformities as well as shallowing of the natural kyphosis and pathological changes within the chest. These deformations lead to dysfunction of the respiratory system, which is integrally related to the cardiovascular system [1,27,38,39]. Scoliosis may affect lung function in a number of ways. Abnormal chest mechanics may result in decreased mobility of ribs, and, consequently, to dysfunction and decreased performance of the respiratory muscles [21]. Scoliosis should be then analysed from a number of angles – not only in terms of the resultant deformities and limitations, but also with regard to the accompanying respiratory and cardiovascular dysfunction, frequently poor self-esteem and decreased quality of life [40,41].

The main purpose of our study was to assess baseline maximal voluntary ventilation (MVV) and selected motor skills of young females diagnosed with II° thoracic and lumbar scoliosis and to investigate whether they could be influenced by the specific physiotherapy regimens. Barois states that MVV is the most decreased parameter in scoliotic individuals [42]. The present study confirms this correlation, as MVV was significantly decreased in both

MVV jest najbardziej obniżonym parametrem u chorych ze skoliozą [42]. W badaniach własnych potwierdzono tę zależność, wartość MVV jest znacząco obniżona w obu grupach badanych (w grupie pierwszej, jak i drugiej, przed zastosowaniem usprawniania, obniżenie MVV zanotowano na identycznym poziomie 63% wartości należnych, natomiast po turnusie rehabilitacyjnym w grupie pierwszej obniżenie parametru utrzymało się u 27%, a w grupie drugiej u 53% badanych). Zmiany wartości MVV przed i po zastosowanej terapii były wyższe w grupie pierwszej i tym samym potwierdzono wyższy przyrost parametru w grupie usprawnianej metodą Dobosiewicza. Podobne tendencje zaobserwowali także inni autorzy [43]. Stosowanie standardowych procedur leczniczych w postaci symetrycznych ćwiczeń poprawia maksymalną wentylację dowolną w dużo mniejszym wymiarze, nieistotnym statystycznie.

Większość doniesień dotyczących leczenia zachowawczego skolioz oparta jest na intensywnej kinetyterapii trwającej np. 2 tygodnie oraz inne, o dłuższym czasie trwania usprawniania [3,10,28]. Leczenie usprawniające skoliozy z zastosowaniem intensywnych ćwiczeń oddechowych, wskazuje na poprawę funkcjonowania układu oddechowego już po zastosowaniu 3-4-tygodniowych turnusów rehabilitacyjnych [5,33,36]. Obecnie znane są badania, w których obciążenie ćwiczeniami wynosi 45 minut raz dziennie, co jest zbieżne z czasem ćwiczeń wykonywanych przez dziewczęta ze skoliozą w badaniach własnych. Jak podaje Fusco i współautorzy, najlepsze rezultaty są osiągnięte, kiedy ćwiczenia metodą Dobosiewicza trwają godzinę dziennie [8]. Inni autorzy prowadzili również usprawnianie tą metodą, w połączeniu z zastosowaniem w terapii manualnej i wyciągu DBC, w fazie przygotowawczej do właściwych ćwiczeń Dobosiewicza przez okres 3 tygodni. Uzyskali zadowalające rezultaty w postaci poprawy zarówno parametrów wentylacyjnych płuc, jak i siły mięśni oddechowych [28]. Należy jednak pamiętać, iż leczenie gorsetowe bez odpowiedniego usprawniania, prowadzić może do redukcji aktywności fizycznej, co negatywnie wpływa na funkcjonowanie układu krążeniowo-oddechowego [44].

U dziewcząt już w trakcie pokwitania dochodzi do zmniejszenia dynamiki rozwoju motorycznego i osiągają one w tym okresie szczyt swoich motorycznych możliwości rozwojowych. W badaniach własnych u wszystkich dziewcząt odnotowano fakt miesięczkowania, a na podstawie wysokości ciała można sądzić, iż są już po skoku pokwitaniowym [45]. Co ważne, uboga aktywność fizyczna w obecnych czasach powoduje istotne zmiany w sprawności fizycznej dziewcząt ze skoliozą. Nagminny jest fakt zubożenia ruchowego i rezygnacja z jakiegokolwiek

subgroups, with baseline (pre-treatment) MVV demonstrating identical decreases in both groups at 63% of the predicted values. On completion of the rehabilitation, this parameter was decreased in 27% of the subjects in subgroup I and 53% in subgroup II. The amplitude of change of MVV before vs. after the therapy was higher in subgroup I, which confirms a higher rate of increase in this parameter in the subgroup treated with Dobosiewicz's method. A similar tendency has been observed by other authors [43]. Standard rehabilitation in the form of symmetric exercises improves maximal voluntary ventilation to a much lower extent that is statistically non-significant.

Most reports on conservative treatment of scoliosis describe intensive physiotherapy administered over, for instance, two weeks, or other longer therapies [3,10,28]. Rehabilitation of scoliotic patients accompanied by intensive respiratory exercises indicates improved respiratory function as early as after 3-4 weeks of rehabilitation [5,33,36]. Currently, studies are available in which the exercise regimen involved uninterrupted exercises administered once daily for 45 minutes, which is compatible with the duration of exercise sessions in the present study of young females at the rehabilitation ward. Fusco et al. state that the best results are achieved when exercises according to Dobosiewicz's method are practised for an hour on a daily basis [8]. Other authors have also treated their patients using this method in conjunction with manual therapy and DBC traction during preparation for a course of Dobosiewicz exercises over 3 weeks. They obtained satisfactory results with improvements in both lung ventilation parameters and respiratory muscle strength [28]. Nevertheless, it must be remembered that bracing without appropriate rehabilitation may lead to reduced physical activity, which affects respiratory and cardiovascular function [44].

In young pubescent females, the rate of motor development decreases. They also attain the peak of their motor development capabilities at that time. In the present study, all young females were post-menarche and their height indicated that all had experienced their pubescent growth spurt [45]. Importantly, nowadays, poor physical activity leads to considerable changes in the physical fitness of scoliotic young females. Limited motor performance and failure to engage in any type of physical activity are common. Particularly significant are excessively high numbers of year-long doctor's exemptions from physical education classes. Thus, in the case of scoliosis, it is so crucial to monitor the negative changes in exercise tolerance, fitness and muscle strength. The results of the six-minute walk test indicate limited exercise

aktywności fizycznej. Szczególną uwagę zwraca fakt nadmiernego wykorzystywania całorocznych zwolnień lekarskich z lekcji wychowania fizycznego. Dlatego też w przypadku skolioz tak ważne jest monitorowanie niekorzystnych zmian związanych z tolerancją wysiłkową, sprawnością fizyczną i siłą mięśniową. Wyniki uzyskane w 6-minutowym teście korytarzowym wykazują ograniczenia tolerancji wysiłkowej, a, co za tym idzie, funkcji układu krążeniowo-oddechowego u pacjentów ze skoliozą [46]. Wartości dystansu pokonywanego w trakcie trwania testu są wyraźnie obniżone u pacjentów ze skoliozą, podobnie jak wydolność fizyczna [21]. Uzyskane wyniki badań własnych zestawiono z normami za *Standard reference for the six-minute-walk test*, gdzie Li i współautorzy wykazali, iż pokonywany dystans w grupie dziewcząt zdrowych wyniósł 642,7 m. Ponadto zestawienie wyników uzyskanych przez badaczy w teście korytarzowym w formie siatek centylowych pokazuje, iż najniższy wynik dla dziewcząt bez skoliozy wyniósł 580 m [22]. Świadczy to o istotnym wpływie skoliozy na obniżenie uzyskiwanych wyników w teście. Doniesienia Ulrich pokazują, iż zdrowa 14-latką powinna uzyskać średni dystans 630 m, co potwierdzono w doniesieniach Gatica i wsp., gdzie u 14-latek odnotowano dystans nieco wyższy, wynoszący 638,5 m [47,48]. Wartości uzyskane w teście w badaniach własnych jednoznacznie wskazują na obniżenie pokonywanego dystansu, który notowany był na poziomie 522 m, co potwierdza powyższą tezę o obniżeniu jego wartości u pacjentek ze skoliozą. Inne doniesienia wskazują na znaczące obniżenie dystansu marszu do poziomu 300 m u pacjentów ze skoliozą, co jest kolejnym dowodem świadczącym o negatywnym wpływie skoliozy jako choroby na wydolność wysiłkową [19]. W badaniach własnych dowiedziono, iż zastosowanie kinezyterapii poprawiło istotnie tę wartość w obu grupach dziewcząt.

U dziewcząt już w trakcie pokwitania dochodzi do zmniejszenia dynamiki rozwoju motorycznego i osiągają one w tym okresie szczyt swoich motorycznych możliwości rozwojowych. Jedynie siła mięśni nie ulega tym prawidłowościom [49]. Badania Ignasiak i Piesiewicz wskazują na wzrost masy mięśniowej, jej siły oraz wysokości ciała i długości kończyn górnych w rozwoju młodocianych, co z kolei ma wpływ na wzrost odległości rzutu piłką lekarską wraz z wiekiem [50]. Także inne badania prowadzone wśród dzieci i młodzieży zdrowej, wskazują na wzrost odległości w rzucie piłką lekarską, które u dziewcząt 14-letnich sięgają wartości ponad 7,5 metrów [49]. Doniesienia Rożek-Mróż wskazują na istotne statystycznie obniżenie wartości siły eksplozywnej kończyn górnych dzieci ze skoliozą mierzo-

tolerance and, consequently, impaired respiratory and cardiovascular function in scoliotic patients [46]. The distances covered during the test are markedly decreased in scoliotic patients and the same applies to physical capacity [21]. The results of the 6MWT from the present study were compared with the values presented in the *Standard reference for the six-minute-walk test*, where Li et al. demonstrated that the distance covered in a group of healthy girls equalled 642.7 m. Moreover, a comparison of the results obtained by the researchers in the walk test in the form of centile tables indicates that the lowest result for non-scoliotic girls was 580 m [22]. This proves that scoliosis significantly contributes to decreased test results. Ulrich's study shows that a healthy 14-year-old girl should score an average distance of 630 m, which was confirmed by Gatic et al., where a slightly longer distance of 638.5 m was recorded among 14-year-old girls [47,48]. The test results in the present study unambiguously point to a reduction of the distance covered with an average of 552 m, which confirms the above thesis of the distance being reduced in scoliotic female patients. Other papers report a marked reduction in the distance covered to 300 m in scoliotic patients, which adds to the evidence of a negative impact of scoliosis as a disease on exercise capacity [19]. The present study confirmed that physiotherapy significantly improved this parameter in both subgroups of the subjects.

In young pubescent females, the rate of motor development decreases. They also attain the peak of their motor development capabilities at that time. Muscle strength is the only parameter not demonstrating this tendency [49]. A study by Ignasiak and Piesiewicz revealed increased muscle mass, muscle strength, body height and upper limb length in the development of adolescents, which results in farther throws with a medicine ball with age [50]. Additionally, other studies of healthy children and adolescents show increased distances in medicine ball throws, with 14-year-old girls achieving more than 7.5 m throws. Rożek-Mróż draws attention to a statistically significant decrease in explosive strength of the upper extremities in scoliotic children as compared to healthy girls, in whom the strength was measured using the same method [14]. Our analysis confirmed a highly significant increase in lying-to-squatting test results, which is related, among others, to abdominal muscle strength; the increase was significantly different between the subgroups treated with two methods, unequivocally favouring Dobosiewicz's method.

Currently, conservative treatment which focuses on eliminating the negative effects produced by scoliosis is commonly practised. Czupryna et al. postu-

nej taką samą metodą na tle dziewcząt zdrowych [14]. Analiza badań własnych wykazała wysoce istotny statystycznie wzrost wartości testu siady, związany m.in. z siłą mięśni brzucha, który znacząco różnił się między grupami usprawnianych dwoma metodami, przemawiając jednoznacznie na korzyść metody Dobosiewicz.

Obecnie leczenie zachowawcze, które skupia się na likwidowaniu niekorzystnych skutków, jakie wywołują skrzywienia kręgosłupa, jest częste. Czupryna i wsp. postulują, iż fizjoterapia jest czasem postrzegana jako leczenie niekonwencjonalne, a jej zasadność jest kwestionowana [27]. Tym bardziej, w obowiązującym systemie oświaty, szkolne wychowanie fizyczne powinno być podstawą i animatorem zachowań prozdrowotnych wśród młodych pokoleń, które nierzadko stają się ofiarami wygod i nowoczesnego stylu życia współczesnej cywilizacji [51].

### WNIOSKI

1. U dziewcząt z idiopatyczną skoliozą piersiową i lędźwiową (20-40°) obserwuje się zaburzenie funkcji oddechowej, czego przykładem jest obniżenie maksymalnej wentylacji dowolnej (MVV) w obrębie obu badanych grup. Po zastosowaniu metody Dobosiewicz uzyskano istotnie wyższą poprawę tego parametru.
2. Zastosowane metody kinezyterapii poprawiły istotnie siłowe zdolności motoryczne i tolerancję wysiłkową badanych dziewcząt. Istotnie większą poprawę zanotowano w grupie dziewcząt leczonych metodą Dobosiewicz, a w szczególności dotyczyło to siły mięśni brzucha, które odgrywają ważną rolę zarówno w procesie oddychania, jak i utrzymywania postawy ciała.

### PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Bieńkowska A, Strojek K, Bułatowicz I et al. Wpływ fizjoterapii oddechowej na wyniki spirometrii po korekcji operacyjnej skoliozy na przykładzie 13-letniej pacjentki. *Kwart Ortop* 2011, 1: 70-76.
2. Caufriez M, Fernández-Dominguez JC, Brynhildsvoll N. Preliminary study on the action of hypopressive gymnastics in the treatment of idiopathic scoliosis. *Enferm Clin* 2011, 21(6): 354-358.
3. Białek M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS concept: presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria. *Scoliosis* 2011, 6: 25.
4. Barczyk-Pawełec K, Zawadzka D, Sidorowska M et al. Wpływ ćwiczeń w środowisku wodnym na zmianę ruchomości klatki piersiowej i kształtu krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej dzieci ze skoliozą I°. *Acta Bio-Opt Inform Med.* 2012, 18, 1: 9-14.
5. Kotwicki T, Durmała J, Czaprowski D et al. Zasady leczenia nieoperacyjnego skolioz idiopatycznych – wskazówki oparte o zalecenia SOSORT 2006. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009, 11(5): 379-395.
6. Laurentowska M, Głowacki M, Michalak E et al. Ocena sprawności układu oddechowego po toracoplastyce u dziewcząt ze skoliozą. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009b, 11(6): 513-519.
7. Nowotny J, Nowotny- Czupryna O, Czupryna K. Problem zróżnicowanego podejścia do ćwiczeń korekcyjnych stosowanych w zachowawczym leczeniu skolioz. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010, 1(6): 1-11.
8. Fusco C, Zaina F, Atanasio S et al. Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review. *Physiother Theory Pract* 2011, 27(1): 80-114.

late that physiotherapy is sometimes perceived as unconventional treatment, and its advisability is questioned [27]. Considering this, under the current educational system, sports classes at schools should be the mainstay of pro-health behaviours and should promote these behaviours among the young generations, who quite frequently fall victim to the comforts and conveniences of the modern life style of the contemporary civilisation [51].

### CONCLUSIONS

1. Young females suffering from (20-40°) thoracic and lumbar scoliosis demonstrate respiratory dysfunction, as shown by decreased maximal voluntary ventilation (MVV) in the two subgroups in the present study. Exercises according to Dobosiewicz's method brought about a significantly higher degree of improvement in this parameter.
2. The physiotherapeutic regimen administered to the young girls with scoliosis significantly improved their strength motor skills and exercise tolerance. A significantly higher improvement was observed in the subgroup treated using Dobosiewicz's method, in particular, in the strength of abdominal muscles, which play an important role in both respiratory function and body posture maintenance.

9. Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis* 2012, 7(1): 3.
10. Borysov M, Borysov A. Scoliosis short-term rehabilitation (SSTR) according to 'Best Practice' standards – are the results repeatable? *Scoliosis* 2012, 7(1): 1.
11. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C et al. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities. *Eur Medicophys* 2005, 41: 183-201.
12. Weiss HR. Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi. *Eur Spine J* 1995, 4(1): 34-38.
13. Defino HLA, Mendes de Araújo PH. Comparative study of the measurements of the vertebral rotation using Nash & Moe and Raimondi methods. *Acta Ortop Bras* 2004, 12(3): 167-173.
14. Rożek-Mróz K. Zmienność wybranych parametrów czynnościowych układu oddechowego człowieka w świetle rozwoju morfofunkcjonalnego. *Prace habilitacyjne Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*. Wrocław, 2002, pp. 18-20.
15. Beydon N, Davis SD, Lombardi E et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children. *Am J Respir Crit Care Med* 2007, 175: 1304-1345.
16. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005, 26: 319-338.
17. Dinwiddie R. Lung function in paediatrics. Lung function testing in children. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2010, 38(2): 88-91.
18. Okuro RT, Côrrea EP, Conti PB et al. Influence of thoracic spine postural disorders on cardiorespiratory parameters in children and adolescents with cystic fibrosis. *J Pediatr (Rio J)* 2012, 88(4): 310-316.
19. Swallow EB, Barreiro E, Gosker H et al. Quadriceps muscle strength in scoliosis. *Eur Respir J* 2009, 34: 1429-1435.
20. Tonklang N, Roymanee S, Sopontammarak S. Developing standard reference data for Thai children from six-minute walk test. *J Med Assoc Thai* 2011, 94(4): 470-475.
21. Tsiligiannis T, Grivas TB. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis. *Scoliosis* 2012, 7(1):7
22. Li AM, Yin J, Au JT et al. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7-16 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2007, 176(2): 174-180.
23. Dobosiewicz K, Durmała J, Kotwicki T. Biodynamiczna metoda trójplaszczynowej korekcji skolioz idiopatycznych- opis metody. *Ortop Traumatol Rehabil* 2005, 7(1): 49-54.
24. Dobosiewicz K, Durmała J, Kotwicki T. Dobosiewicz Method Physiotherapy for Idiopathic Scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2008, 135: 228-236.
25. Zarzycka M, Rożek K, Zarzycki M. Alternatywne metody leczenia zachowawczego skolioz idiopatycznych. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009, 11(5): 396- 412.
26. Jankowicz- Szymańska A, Nowak B, Słomski Ł. Wiedza rodziców na temat wad postawy ciała. *Fizjoterapia* 2010, 18, 2: 44-55.
27. Czupryna K, Nowotny-Czupryna O, Nowotny J. Teoretyczne spojrzenie na neuropatologiczne aspekty zachowawczego leczenia skolioz. *Ortop Traumatol Rehabil* 2012, 2(6): 103-113.
28. Wnuk B, Frąckiewicz J, Durmała J et al. Short-term effects of combination of several physiotherapy methods on the respiratory function – a case report of adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2012, 176: 402-406.
29. Weiss HR. Inclusion criteria for physical therapy intervention studies on scoliosis – a review of the literature. *Stud Health Technol Inform* 2012, 176: 350-353.
30. Dobosiewicz K, Durmała J, Czernicki K et al. Pathomechanic basics of conservative treatment of progressive idiopathic scoliosis according to Dobosiewicz method based upon radiologic evaluation. *Stud Health Technol Inform* 2002, 91: 336-341.
31. Dobosiewicz K, Flak M, Durmała J et al. Wyniki badań somatosensorycznych potencjałów wywołanych w bocznych skrzywieniach kręgosłupa. *Ortop Traumatol Rehabil* 2005, 7(1): 8-14
32. Dobosiewicz K, Durmała J, Czernicki K et al. Radiological results of Dobosiewicz method of three – dimensional treatment of progressive idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform* 2006, 123: 267-272.
33. Dyrner-Jama I, Dobosiewicz K, Niepsuj K et al. Wpływ leczenia metodą asymetrycznych ćwiczeń oddechowych na czynność układu oddechowego ocenianą za pomocą badania spirometrycznego u dzieci z idiopatycznym skrzywieniem kręgosłupa. *Wiad Lek* 2000, 53(11-12): 603-610.
34. Durmała J, Dobosiewicz K, Jendrzek H et al. Exercise efficiency of girls with idiopathic scoliosis based on the ventilatory anaerobic threshold. *Stud Health Technol Inform* 2002, 91: 357-360.
35. Fabian KM. Ocena skuteczności metody asymetrycznych ćwiczeń oddechowych według Dobosiewicz na wybrane parametry czynnościowe układu oddechowego dziewcząt z bocznym skrzywieniem kręgosłupa. *Fizjoterapia* 2010, 18, 4, 21-26.
36. Żaba R. Pulmonary compensatory indexes in children and adolescents with idiopathic scoliosis I degree. *Wiad Lek* 2003, 56(5-6): 250-253.
37. Żaba R. Peak expiratory flow in children and adolescents with idiopathic scoliosis. *Wiad Lek* 2003, 56(11-12): 552-555.
38. Czaprowski D, Kotwicki T, Biernat R et al. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: influence of the size, length and number of curvatures. *Eur Spine J* 2012, 21: 1099-1105.
39. Durmała J, Tomalak W, Kotwicki T. Function of the Respiratory System in Patients with Idiopathic Scoliosis: Reasons for Impairment and Methods of Evaluation. *Stud Health Technol Inform* 2008, 135: 237-45.
40. Czaprowski D, Kotwicki T, Kowalski IM. Wydolność fizyczna i adaptacja wysiłkowa dziewcząt z bocznym idiopatycznym skrzywieniem kręgosłupa. *Post Rehab* 2009, 1: 29-33.
41. Bettany-Saltikov J et al. Physical Therapy for Adolescents with Idiopathic Scoliosis, Teesside University, Middlesbrough [Published online: April 5, 2012].
42. Barois A. Respiratory problems in severe scoliosis. *Bull Acad Natl Med* 1999, 183(4): 721-730.
43. Fabian KM. Ocena czynności oddechowej płuc, ruchomości klatki piersiowej oraz sprawności fizycznej w procesie rehabilitacji dziewcząt z bocznym skrzywieniem kręgosłupa. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010, 12(4): 301-309.

44. Pajak J, Bugała-Szpak J, Durmała J. Exercise capacity of adolescent girls with mild idiopathic scoliosis after direct correction with using of the Cheneau brace. Preliminary study. *Wiad Lek* 2011, 64(3): 188-192.
45. Sławińska T, Ignasiak Z, Little BB et al. Short-term secular variation in menarche and blood lead concentration in school girls in the copper basin of southwestern Poland: 1995 and 2007. *Am J Hum Biol* 2012, 24(5): 587-594.
46. Alves VL, Avanzi O. Objective assessment of the cardiorespiratory function of adolescents with idiopathic scoliosis through the six-minute walk test. *Spine* 2009, 34(25): 926-929.
47. Ulrich S, Hildenbrand FF, Treder U et al. Reference values for the 6-minute walk test in healthy children and adolescents in Switzerland. *BMC Pulmonary Medicine* 2013, 13:49
48. Gatica D, Puppo H, Villarroel G. Reference values for 6-minutes walking test in healthy Chilean children. *Rev Med Chile* 2012; 140: 1014-1021.
49. Fugiel J. Dynamika rozwoju wybranych cech morfofunkcjonalnych tułowia dzieci i młodzieży. „*Studia i Monografie AWF we Wrocławiu*” Wrocław 2002, 60, pp. 11-15, 52-64.
50. Ignasiak Z, Piesiewicz E. Poziom rozwoju siły mięśniowej w kategoriach wysokości ciała u dzieci wiejskich. W: Janusz A, Ignasiak Z (red), *Populacja dzieci wiejskich w badaniach longitudinalnych, cz. II. „Studia i Monografie AWF we Wrocławiu”* Wrocław 2002, 42, 135-144.
51. Kowalik T, Śmiglewska M, Lewandowski A. Wybrane komponenty sprawności fizycznej a wady postawy ciała młodzieży- na przykładzie badań uczniów VIII LO w Bydgoszczy. *Med. Biol Sci* 2008, 23(3):111-116.

---

**Liczba słów/Word count:** 9394

**Tabele/Tables:** 3

**Ryciny/Figures:** 5

**Piśmiennictwo/References:** 51

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*Dr Krzysztof Marek Fabian,*

*Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Jastrzębiu-Zdroju*

*ul. Kościuszki 14, 44-330 Jastrzębie-Zdrój, Polska, e-mail: thruman@o2.pl*

*Otrzymano / Received*

*10.02.2014 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*01.08.2014 r.*