

Wpływ ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym na kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa i stan funkcjonalny narządu ruchu dzieci ze skoliozą I°

The Influence of Corrective Exercises in a Water Environment on the Shape of the Antero-Posterior Curves of the Spine and on the Functional Status of the Locomotor System in Children with I° Scoliosis

Katarzyna Barczyk^{1(A,B,C,D)}, Dominika Zawadzka^{1(B,E)}, Arletta Hawrylak^{1(E,F)},
Anna Bocheńska^(B,C,D), Beata Skolimowska^{2(E,G)}, Monika Małachowska-Sobieska^{1(G)}

¹ Katedra Fizjoterapii AWF, Wrocław

² Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcji Narządu Ruchu AWF, Wrocław

¹ Department of Physiotherapy, University School of Physical Education in Wrocław

² Department of Physiotherapy of Musculoskeletal System Dysfunction, University School of Physical Education in Wrocław

STRESZCZENIE

Wstęp. W ostatnich latach w leczeniu zachowawczym skolioz wzrosło zainteresowanie środowiskiem wodnym. Środowisko to stanowi istotną składową korekcji zaburzeń w postawie ciała. Celem pracy była ocena wpływu zastosowanego programu ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym na kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa i stan funkcjonalny narządu ruchu dzieci ze skoliozą I°.

Materiał i metody. Badaniem objęto 94-osobową grupę dzieci w wieku 8-13 roku życia, u których stwierdzono skoliozę I° wg. Cobb'a. Do analizy kształtu krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa zastosowano komputerowy zestaw do fotogrametrycznej oceny postawy ciała. Do oceny funkcjonalnej narządu ruchu badanych dzieci wykorzystano wybrane testy czynnościowe: test przyścienny (Degi), test Thomasa, test Laseque'a, test Krausa-Webera. Badania przeprowadzono dwukrotnie, pierwsze przed rozpoczęciem 6-miesięcznego postępowania korekcyjnego w środowisku wodnym oraz po jego zakończeniu. Program postępowania korekcyjnego obejmował pływanie oraz ćwiczenia korekcyjne w wodzie.

Wyniki. Analizując wielkość krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa stwierdzono istotne statystycznie zwiększenie długości całkowitej kręgosłupa oraz długości kifozy piersiowej, istotnemu zmniejszeniu uległ kąt pochylenia tułowia, kąt kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej. Bardzo istotnie statystycznie wzrósł także kąt nachylenia górnego odcinka kręgosłupa. Po zakończonym cyklu ćwiczeń korekcyjnych w wodzie stwierdzono istotnie statystycznie zwiększenie ruchomości w obrębie stawów barkowych.

Wnioski. 1. Zastosowany program korekcyjny wpłynął na zmianę zwiększenie długości i kąta kifozy piersiowej. 2. Ponadto spowodował wzrost siły mięśni w obrębie dolnej części prostownika grzbietu, a także zwiększenie ruchomości w obrębie stawów barkowych mierzonej testem ściennym (Degi).

Słowa kluczowe: postawa ciała, skolioza, ćwiczenia w wodzie, fotogrametria

SUMMARY

Background. There has been a growing interest in studies examining the importance of the aquatic environment in non-invasive treatment of scoliosis. The water environment is an important element in the correction of body posture abnormalities. The aim of this paper is to evaluate the influence of corrective exercises in a water environment on the shape of the antero-posterior curves of the spine and on the functional status of the locomotor system of children with I° scoliosis.

Material and methods. The study involved a group of 94 children aged 8-13 years with Cobb I° scoliosis. Computer-aided photogrammetry was used to analyse the shape of the antero-posterior curves of the spine. The functional evaluation of the children's musculoskeletal system involved several functional tests: the Dega wall test, Thomas test, Lasegue test, and Kraus-Weber test. The tests were carried out twice: before a 6-month programme of corrective exercises in a water environment, and immediately on completion of the rehabilitation programme. The programme included swimming and corrective exercises in water.

Results. A statistical analysis of the dimensions of the antero-posterior curves of the spine revealed a significant increase in the total length of the spine and the length of thoracic kyphosis. Besides, the bending angle of the trunk, the angle of thoracic kyphosis and the angle of lumbar lordosis were reduced. The analysis also showed an increase in the bending angle of the upper spine. Shoulder mobility also increased significantly following the programme of corrective aquatic exercises.

Conclusions. 1. The programme of corrective exercises had an influence on the length and angle of thoracic kyphosis. 2. The muscle strength of the lower part of the erector spinae also increased, as did shoulder mobility measured by the Dega test.

Key words: body posture, scoliosis, exercises in water, photogrammetry

WSTĘP

Boczne idiopatyczne skrzywienia kręgosłupa stanowią poważny problem współczesnej fizjoterapii. Dotychczas nie udało się znaleźć bezpośredniej przyczyny powstawania 80-90% skolioz. Według Scoliosis Research Society skolioza to skrzywienie kręgosłupa, którego kąt – mierzony sposobem Cobba na radiogramie przednio-tylnym wykonanym w pozycji stojącej – wynosi co najmniej 10°. Skolioza idiopatyczna jest uwarunkowana wieloczynnikowo. Według najnowszych badań do najważniejszych czynników mogących brać udział w powstawaniu skolioz zaliczane są: czynnik genetyczny, środowiskowy, związany z nim styl życia, odżywianie, budowa ciała, gwałtowny skok wzrostowy u ludzi młodych [1,2,3,4].

W bocznych skrzywieniach kręgosłupa, w których nie obserwuje się zmian strukturalnych, najlepsze wyniki można osiągnąć rozpoczynając postępowanie korekcyjne od zlikwidowania ograniczeń ruchomości kręgosłupa oraz stawów barkowych i biodrowych. Jest to możliwe szczególnie w początkowym okresie choroby, ponieważ w skrzywieniach I° radiologicznie nie obserwuje się zmian strukturalnych w elementach kostnych [5,6,7].

Niewystarczająca skuteczność stosowanych metod leczenia zachowawczego skłoniła wielu autorów do poszukiwania innych sposobów zapobiegania i hamowania postępów tego zniekształcenia. Zwrócono uwagę na możliwość wykonywania ćwiczeń w zupełnie odmiennym dla człowieka otoczeniu, jakim jest woda. W ostatnich latach, w zachowawczym leczeniu bocznych skrzywień kręgosłupa, wzrosło zainteresowanie środowiskiem wodnym. Wynika to z faktu, że stwarza ono duże możliwości terapeutyczno-korekcyjne [8,9,10,11,12,13]. Dotychczas ćwiczenia w wodzie stosowane były przede wszystkim jako uzupełnienie postępowania korekcyjnego, a zdaniem wielu autorów mogą one stanowić bardzo istotną składową korekcji postawy ciała [14,15,16,17].

Celem pracy była ocena wpływu zastosowanego programu ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym na kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa i stan funkcjonalny narządu ruchu dzieci ze skoliozą I°.

W czasie realizacji programu ćwiczeń i opracowywania wyników starano się uzyskać odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

1. Czy i jakie zmiany zachodzą w postawie ciała w płaszczyźnie strzałkowej u dzieci ze skoliozą piersiowo-lędźwiową lewostronną I° po sześciomiesięcznym cyklu stosowania ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym?

BACKGROUND

Idiopathic lateral spinal curvature is a serious problem in contemporary physiotherapy. The direct cause of the defect has not been determined in 80-90% cases of scoliosis. According to the Scoliosis Research Society, scoliosis is a spine curvature which has an angle of at least 10° measured according to Cobb on an antero-posterior radiograph in the standing position. Idiopathic scoliosis arises due to many different causes. According to the latest research, the most important factors influencing the origin of scoliosis are: genetic, environmental (and associated life style factors), nutrition, body build, and sudden growth spurts in adolescence [1,2,3,4].

In cases of lateral spinal curvature demonstrating no structural changes, the best results can be achieved when correction begins with the elimination of limitations of the mobility of the spine, shoulder joints and hip joints. This is particularly possible to achieve in the early period of scoliosis, because radiographs of patients with I° curvatures reveal no structural changes in bony elements [5,6,7].

Preventive methods currently in use have insufficient efficacy. This has inspired many authors to search for other methods of prevention and ways of stopping the progress of this deformity. Attention was drawn to the possibility of carrying out exercises in water, which is not a natural human environment. In the past few years, a rise of interest in the role of the aquatic environment in the preventive treatment of lateral spinal curvatures has been noted. It is due to the fact that water offers a lot of possibilities for therapeutic and corrective interventions [8, 9,10,11,12,13]. To date, exercises in water have been employed only as an adjunct to other corrective exercises, while, as many authors claim, they can contribute significantly to the correction of body posture [14,15,16,17].

The aim of the paper was to evaluate the influence of a programme of corrective exercises in water on the shape of the antero-posterior curves of the spine, and the functional status of the locomotor system of children with I° scoliosis.

In the course of the corrective programme and during the analysis of the results, we sought to find answers to the following questions:

1. Will a 6-month programme of corrective exercises in the water environment bring about any changes in the body build of children with left-sided I° thoracolumbar scoliosis in the sagittal plane (if yes, then what changes)?
2. Are there any significant differences between the results of functional tests of the children with left-

2. Czy istnieją istotne różnice w wynikach testów czynnościowych u dzieci ze skoliozą piersiowo-lędźwiową lewostronną I° uzyskanych przed i po cyklu ćwiczeń korekcyjnych w wodzie?

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 94-osobową grupę dzieci w wieku od 8 do 13 roku życia (średnia wieku 10,5 lat), skierowanych przez lekarza ortopedę z Centrum Korekcji Wad Postawy Ciała we Wrocławiu na ćwiczenia korekcyjne w środowisku wodnym. Do badań zostały zakwalifikowane dzieci, u których stwierdzono (na podstawie analizy zdjęcia radiologicznego wartości kątowne skrzywienia mieściły się w przedziale 11-20° wg Cobb'a) idiopatyczne boczne skrzywienie kręgosłupa I°.

Do analizy kształtu krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa zastosowano zestaw do fotogrametrycznej oceny postawy ciała współpracujący z komputerem według ogólnie przyjętych zasad [18,19,20].

Ocenie poddano wzajemną relację przestrzenną różnych segmentów ciała w płaszczyźnie strzałkowej (Ryc. 1):

1. Parametry kątowe:

- kąt pochylenia tułowia (KPT) – pochylenie tułowia do przodu lub odchylenie do tyłu względem płaszczyzny czołowej przechodzącej przez punkt S1,
- kąt kifozy piersiowej KKP = $180-(\beta+\gamma)$,
- kąt lordozy lędźwiowej KLL = $180-(\alpha+\beta)$,
- kąt nachylenia górnej części odcinka piersiowego kręgosłupa (γ),
- kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa (β),

- sided thoracolumbar scoliosis obtained before and after the programme of corrective exercises in water?

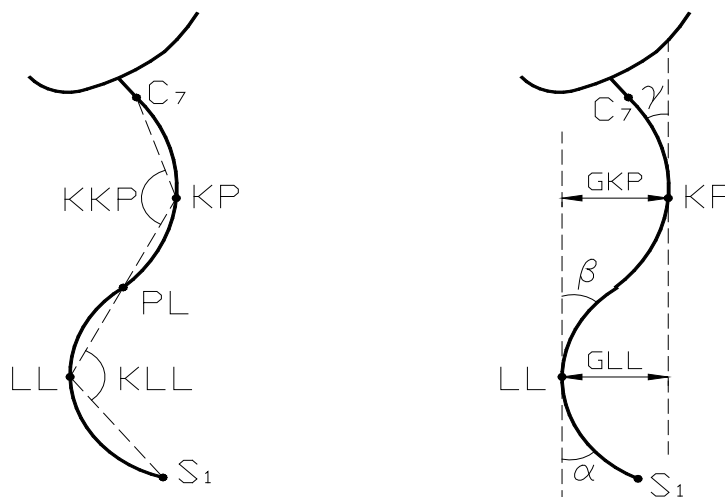
MATERIAL AND METHODS

A group of 94 children aged 8-13 years (average age 10.5 years) referred by an orthopaedist from the Centre for Correction of Postural Defects in Wrocław to participate in corrective aquatic exercises took part in the programme. Children with a I° spinal lateral idiopathic curvature (Cobb's angular curvature between 11°-20°, calculated on the basis of a radiograph) were qualified for the study.

To analyse the shape of the antero-posterior curves of the spine, a photogrammetry device coupled with a computer in a standard manner was used for evaluating body build [18,19,20]. The spatial relationship of different body segments was evaluated in the sagittal plane (Fig. 1):

1. Angular parameters:

- the bending angle of trunk (KPT) – the bend of the trunk forwards or backwards in relation to the coronal plane going through point S1
- the angle of thoracic kyphosis KKP = $180-(\beta+\gamma)$
- the angle of lumbar lordosis KLL = $180-(\alpha+\beta)$
- the bending angle of the upper part of the thoracic spine (γ).
- the bending angle of the thoracolumbar part of the spine (β)
- the bending angle of the lumbosacral spine (α)



Ryc. 1. Parametry płaszczyzny strzałkowej wykorzystane do obliczeń
Fig. 1. Analysed parameters of sagittal plane

- kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa (α);
- 2. Parametry głębokościowe:
 - głębokość kifozy piersiowej GKP,
 - głębokość lordozy lędźwiowej GLL,
- 3. Parametry długościowe:
 - długość kifozy piersiowej (DKP),
 - długość lordozy lędźwiowej (DLL),
- 4. Wskaźnik: wskaźnik kompensacji (μ).

Wielkość korekcji bocznego skrzywienia kręgosłupa oceniono wykorzystując do tego celu parametr UK [mm] oznaczający maksymalne odchylenie linii wyrostków kolczystych kręgosłupa od linii C7-S1 w płaszczyźnie czołowej.

Do oceny funkcjonalnej narządu ruchu badanych dzieci wykorzystano wybrane testy czynnościowe [21]:

- Test przyścienny (Degi) – umożliwiający wykrycie przykurczu w stawach barkowych.
- Test Thomasa – umożliwiający wykrycie przykurczu zgięciowego w stawie biodrowym (ocenia możliwość wyprostowania kończyn w stawach biodrowych).
- Test Laseque'a (objaw pseudo-Laseque'a, rzekomo dodatni objaw Laseque'a) – pozwala wykryć przykurcz mięśni kulszowo-goleniowych.
- Test Krausa-Webera – badanie wydolności mięśni tułowia i miednicy w utrzymywaniu postawy. Test minimalnej sprawności fizycznej.

Zakwalifikowane do badań dzieci uczestniczyły tylko w programie usprawniania obejmującego ćwiczenia korekcyjne na basenie. Badania dzieci przeprowadzono przed rozpoczęciem 6-miesięcznego postępowania korekcyjnego w środowisku wodnym oraz po jego zakończeniu. Program postępowania korekcyjnego obejmował pływanie oraz ćwiczenia korekcyjne w wodzie. Zajęcia odbywały się dwa razy w tygodniu po 45 min. na krytej pływalni Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

Zajęcia w wodzie podzielone były na trzy części: wstępną, główną i końcową. Celem części wstępnej było przygotowanie organizmu dziecka do wysiłku fizycznego. Część ta trwała ok. 10 minut i obejmowała ciepły prysznic, krótką rozgrzewkę na lądzie w postaci kilku ćwiczeń oraz przepłynięcie krótkiego dystansu w dowolny sposób. Natężenie ćwiczeń w tej części było małe, a tempo umiarkowane. Część główna charakteryzowała się dużą intensywnością. Obejmowała ona:

- pływanie w leżeniu tyłem, z deską pod głową i odcinkiem piersiowym kręgosłupa. Kończyny górne trzymały deskę na wysokości głowy, łokcie znajdowały się pod wodą, kończyny dolne wykonywały ruchy naprzemienne,

2. Depth parameters:
 - the depth of thoracic kyphosis (GKP)
 - the depth of lumbar lordosis (GLL)
3. Length parameters:
 - the length of thoracic kyphosis (DKP)
 - the length of lumbar lordosis (DLL)
4. Index: an index of compensation (μ)

The degree of correction of the lateral spinal curvature was evaluated with the UK [mm] parameter, which represents the greatest deviation of the line of the spinal spinous process from the C7-S1 line in the coronal plane.

To evaluate the musculoskeletal system of the children under study, several functional tests were used [21]:

- Dega wall test – to detect contractures of the shoulder joints
- Thomas test – to detect a flexion contracture in the hip joint (it evaluates the possibility of limb extension in the hip joints)
- Lasegue test (pseudo-Lasegue sign, falsely positive Lasegue sign) – to detect a contracture of the ischio-crural muscles
- Kraus-Werber test – to evaluate the ability of the trunk and pelvis muscles to maintain posture. It is a test of minimal fitness.

The children qualified to take part in the study participated only in the corrective programme including the exercises in the swimming-pool. Examinations of the children were conducted before the 6-month programme of corrective water exercises and after the programme had been completed. The programme included swimming and corrective exercises in water. The exercises were carried out twice a week in an indoor swimming-pool at the University School of Physical Education in Wrocław.

The water exercises were divided into three parts: initial, main and final. The aim of the first part was to prepare the child's body for physical effort. This part lasted about 10 min. and included a hot shower, a short warm-up in the form of a few exercises on a dry surface, and then swimming a short distance in a stroke of one's choice. The exercises in this phase were not strenuous and were done at a slow pace. In the main part the exercises were intensive. They included:

- swimming backstroke with a swimming board under the head and the thoracic spine. The children were holding the swimming board with their upper limbs at the height of their heads. They also moved their lower limbs alternately.
- swimming backstroke with a board placed between the lower limbs. The children lifted their upper limbs symmetrically straight upwards and then lowered them sideways.

- pływanie w leżeniu tyłem, z deską umieszczoną pomiędzy kończynami dolnymi, kończyny górne wykonywały jednoczesne, symetryczne przeniesienia przodem do góry, a następnie bokiem w dół,
- ćwiczenia oddechowe, kilka głębokich wydechów do wody,
- ćwiczenia w parach, pierwszy ćwiczący w leżeniu tyłem z przyborem wypornościowym z pianki polietylenowej pod odcinkiem lędźwiowym, kończynami górnymi wykonywał symetryczne przeniesienia przodem do góry, a następnie bokiem w dół, druga osoba trzymając partnera za kostki, wykonywała kończynami dolnymi nożyce pionowe.
- ćwiczenia relaksacyjne, dzieci siadały na przyboraх wypornościowych z pianki polietylenowej, kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych, tułów wyprostowany, łopatki ściągnięte, natomiast kończynami górnymi wykonywały symetryczne przeniesienia przodem w górę, a następnie bokiem w dół i odwrotnie,
- pływanie w leżeniu przodem, dzieci trzymały przybory wypornościowe z pianki polietylenowej przed sobą, kończyny górne były wyprostowane, głowa między ramionami, wydech do wody, kończyny dolne pracowały naprzemiennie,
- leżenie na wodzie i wykonywanie tzw. „gwiazdy” na plecach oraz na brzuchu.

Część końcowa miała na celu odprężenie oraz uspokojenie organizmu i trwała ok. 5 do 10 minut. Każde zajęcia były zakończone masażem wodnym w postaci ciepłego natrysku.

Metody analizy statystycznej

Zebrane wyniki poddano analizie statystycznej w programie komputerowym STATISTICA. Na podstawie zgromadzonego materiału badawczego obliczono wartości średnich i odchyłeń standardowych ($\bar{x} \pm SD$). Istotność różnic pomiędzy średnimi zmierzonymi w badaniu przed rozpoczęciem i po zakończeniu ćwiczeń testowano testem t-Studenta dla prób zależnych.

WYNIKI

W poniższych tabelach została przedstawiona charakterystyka statystyczna uzyskanych wyników cech somatycznych oraz parametrów krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa i testów czynnościowych.

Na podstawie analizy badanych cech somatycznych można stwierdzić, że podczas sześciomiesięcznych ćwiczeń korekcyjnych w wodzie wszystkie badane cechy uległy zwiększeniu. Największe różnice, między badaniem pierwszym a drugim, odnotowano w pomiarze wysokości ciała, która w tym czasie wzrosła o ponad 2 cm. Nastąpił również przyrost ma-

- a breathing exercise – a few deep exhalations into the water.
- exercises in pairs; one child was lying on his/her back with a displacement belt placed under the lumbar part of the spine and lifted the upper limbs symmetrically straight upwards and then lowered them sideways. The other participant was holding the partner's ankles and doing a scissors kick with the lower limbs.
- relaxation exercises; the children were sitting on a displacement belt, their lower limbs flexed in the hip and knee joints, their trunk straightened, scapulae drawn together, while lifting their upper limbs symmetrically straight upwards and then lowering them sideways, and the other way round.
- swimming in breaststroke, the children held a displacement belt in front of themselves, the upper limbs straightened, head between the shoulders, exhalation into water, and moved the lower limbs alternately.
- lying on water on the back or on the breast and doing a "star" figure.

The final part aimed at relaxation and calming the body down and took about 5 to 10 minutes. Each session finished with water massage under the shower.

Statistical design

The results were analyzed statistically by the computer programme STATISTICA. Means and standard deviations were calculated ($\bar{x} \pm SD$). The significance of differences between the means obtained before and after the rehabilitation programme was tested by Student's t test for dependent samples.

RESULTS

The tables below show the statistical profile of the values of the somatic characteristics, as well as the parameters of the antero-posterior curves of the spine and the functional tests.

The analysis of the somatic characteristics suggests that the 6-month programme of water exercises contributed to increasing all of the characteristics examined. The most significant differences between the first and the second examination were seen in body height, which increased by about 2 cm. Body weight increased about 1.5 kg in boys, and about 1.7

sy ciała, średnio o 1,5 kg u chłopców i o 1,7 kg u dziewcząt. Najmniejszy przyrost zaobserwowano w przypadku wskaźnika wagowo-wzrostowego BMI.

Porównanie badanych cech somatycznych przed rozpoczęciem cyklu korekcyjnego i po jego zakończeniu wykazało, że zmiany wysokości ciała i masy ciała oraz wskaźnika BMI nie były istotne statystycznie (Tab. 1).

Na podstawie danych zawartych w Tabeli 2 stwierdzono, że u dzieci ze skoliozą piersiowo-lędźwiową pomiędzy badaniem pierwszym a drugim istotnie statystycznemu zwiększeniu uległ kąt nachylenia odcinka krzyżowo-lędźwiowego i górnego piersiowego kręgosłupa. Wartości kąta kifozy piersiowej (KKP), kąta lordozy lędźwiowej (KLL) oraz kąta pochylenia tułowia (KPT) zmniejszyły się statystycznie istotnie.

W Tabeli 3 zostały przedstawione wyniki dotyczące parametrów długościowych i głębokościowych w płaszczyźnie strzałkowej u dzieci objętych programem ćwiczeń w wodzie.

kg in girls. The smallest increase was observed in the case of the Body Mass Index (BMI).

A comparison of the somatic characteristics before the beginning of the programme of corrective exercises and on its completion showed that the changes in body height, body weight and the Body Mass Index were not statistically significant (Tab. 1)

The data presented in Table 2 show that, in children with thoracolumbar scoliosis, the bending angles of the lumbosacral and upper thoracic spine increased significantly between the first and second examination. The angle of thoracic kyphosis (KKP) and the bending angle of the trunk (KPT) were significantly reduced.

Table 3 presents the values of the length and depth parameters in the sagittal plane obtained in the children taking part in the programme of water exercises.

As far as the depth parameters are concerned, a slight increase in the depth of thoracic kyphosis and a reduction in the depth of lumbar lordosis was

Tab. 1. Charakterystyka statystyczna wybranych cech somatycznych oraz wskaźnika wagowo-wzrostowego BMI u chłopców i dziewcząt przed i po cyklu ćwiczeń korekcyjnych w wodzie

Tab. 1. Statistical profile of the selected somatic characteristics and the BMI index of boys and girls before and after the programme of corrective exercises in water

Zmienna Variable	Chłopcy / Boys					p	Dziewczęta / Girls				
	badanie I examination I		badanie II examination II		p		badanie I examination I		badanie II examination II		p
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
wysokość ciała (cm)/ body height (cm)	146,8	8,9	148,9	9,1	0,104	146,5	10,2	148,7	10,0	0,106	
masa ciała (kg)/ body mass (kg)	38,9	9,2	40,4	9,4	0,260	38,2	9,8	39,9	10,0	0,131	
wskaźnik BMI(kg/m ²)/ index BMI(kg/m ²)	17,9	3,0	18,0	3,0	0,815	17,6	2,9	17,9	2,9	0,348	

Tab. 2. Charakterystyka statystyczna parametrów kątowych [°] krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa dla dzieci ze skoliozą piersiowo-lędźwiową lewostronną w badaniu I i II

Tab. 2. Statistical profile of angular parameters [o] of the antero-posterior spinal curvatures of children with left-sided, thoracolumbar scoliosis, in examination I and II

Cecha Parameter	Badanie I / Examination I		Badanie II / Examination II		t-Studenta / t-Student's	
	X	SD	X	SD	t	p
KPT	3,66	2,22	2,17	1,31	3,96	0,0001
KKP	157,16	5,63	155,11	5,94	3,80	0,0003
KLL	154,86	7,38	152,83	7,35	2,60	0,0107
α	15,55	6,18	17,48	6,38	-2,66	0,0092
β	9,64	4,20	9,99	3,91	-0,83	0,4083
γ	13,20	4,37	15,00	4,21	-4,03	0,0001

Tab. 3. Charakterystyka statystyczna parametrów długościowych [mm] krzywizn przednio- tylnych kręgosłupa dzieci w badaniu I i II

Tab. 3. Statistical profile of length parameters [mm] of the antero-posterior spinal curvatures of children in examination I and II

Cecha Parameter	Badanie I / Examination I		Badanie II / Examination II		t-Studenta / t-Student's	
	X	SD	X	SD	t	p
GKP	17,96	8,66	19,69	10,28	-1,63	0,1072
GLL	-13,22	11,89	-12,58	11,51	-0,47	0,6367
DCK	368,09	28,79	379,34	28,54	-5,51	0,0000
DKP	112,79	17,28	119,55	19,30	-2,80	0,0062
DLL	71,33	22,20	68,37	21,78	1,14	0,2577

Tab. 4. Charakterystyka statystyczna parametru UK [mm] dzieci w badaniu I i II

Tab. 4. A statistical profile of the UK [mm] parameter of the children in examination I and II

Zmienna/ Parameter	Chłopcy/ B o y s					Dziewczęta/ G i r l s				
	Badanie I		Badanie II		p	Badanie I		Badanie II		p
	examination I		examination II			examination I		examination II		
	x	sd	x	sd		x	sd	x	sd	
UK	8,3	4,6	6,4	3,4	0,001	7,1	5,4	6,7	3,0	0,533

Wśród parametrów głębokościowych, między badaniem pierwszym a drugim, stwierdzono nieznaczne zwiększenie głębokości kifozy piersiowej, a spłylenie głębokości lordozy lędźwiowej. Natomiast wśród parametrów długościowych zaobserwowano tendencję wzrostową wszystkich badanych parametrów. Wyjątek stanowiła długość lordozy lędźwiowej, która uległa nieistotnie statystycznie zmniejszeniu. Wzrost wartości długości całego kręgosłupa (DCK) oraz długości kifozy piersiowej (DKP) okazał się istotny statystycznie.

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją, zarówno u chłopców jak i u dziewcząt, odchylenie wyrostków kolczystych kręgosłupa od linii C7-S1 (UK) było położone w asymetrii umiarkowanej, natomiast ponowne badanie położenia tych samych punktów kostnych po sześciu miesiącach ćwiczeń w wodzie pozwoliło stwierdzić, że odchylenie wyrostków kolczystych od linii C7-S1 uległo statystycznie istotnemu zmniejszeniu (Tab. 4). Wyjątek stanowiło odchylenie linii wyrostków kolczystych kręgosłupa od linii C7-S1 (UK) w grupie dziewcząt, u których zmniejszenie to było statystycznie nieistotne.

Analiza wyników testów czynnościowych

W Tabeli 5 przedstawiono wartości testów czynnościowych, które zostały przeprowadzone przed oraz po półrocznym cyklu ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym.

Analizując wyniki testu przyściennego kończyn górnych prawych i lewych zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie wartości testu (zmniejszenie

observed between the first and second examination, while all length parameters were seen to increase. The only exception was the length of lumbar lordosis, which was non-significantly reduced. The rise in the value of total spine length (DCK) and the length of thoracic kyphosis (DKP) was statistically significant.

According to the adopted classification, the deviation of spinal spinous processes from the C7-S1 line (UK) corresponded to moderate asymmetry before the exercise programme was commenced. However, the examination of the position of the same bony points on completion of the programme showed that the deviation of spinous processes from the C7-S1 line was radically diminished (Tab. 4). The only exception was the deviation of the line of spinous processes from the C7-S1 line (UK) in the group of girls, in whom the decrease was not statistically significant.

Analysis of the results of functional tests

Table 5 presents the results of the functional tests conducted before and after the 6-month cycle of corrective exercises in a water environment.

Dega wall test results of the right and left upper limbs showed a statistically significant decrease (a decrease of the angle between the extremities and the wall) in the second examination.

Tab. 5. Charakterystyka statystyczna testów czynnościowych dla dzieci ze skoliozą piersiowo-lędźwiową lewostronną. Wartości istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$

Tab. 5. A statistical profile of functional tests for children with left-sided, thoracolumbar scoliosis. Statistically significant values at $p < 0.05$

Cecha / Feature	Badanie I examination I		Badanie II examination II		t	p
	x	sd	x	sd		
Przyścienny kończyna górna prawa [cm] Dega test; right upper limb [cm]	8,71	7,97	6,39	6,82	3,16	0,0021
Przyścienny kończyna górna lewa [cm] Dega test; left upper limb [cm]	8,77	7,76	7,31	7,26	2,03	0,0447
Thomas kończyna dolna prawa [°] Thomas test; right upper limb [°]	2,23	4,12	0,90	2,43	3,01	0,0034
Thomas kończyna dolna lewa [°] Thomas test; left upper limb [°]	1,65	3,62	0,80	2,35	1,97	0,0518
Laseq kończyna dolna prawa [°] Lasegue test; right upper limb [°]	73,67	11,55	74,31	13,15	-0,69	0,4899
Laseq kończyna dolna lewa [°] Lasegue test; right upper limb [°]	74,47	11,77	75,32	13,13	-0,86	0,3939
Siła mięśni brzucha [s] Abdominal muscle strength [s]	3,71	0,52	3,69	0,59	0,31	0,7594
Grzbiet część górna [s] Upper part of back [s]	9,28	1,40	9,40	1,35	-0,75	0,4544
Grzbiet część dolna [s] Lower part of back [s]	8,65	1,78	9,13	1,41	-2,55	0,0123

szanie wartości kąta zawartego pomiędzy kończynami a ścianą) w badaniu drugim.

Analizując wyniki testu Thomasa wykazano istotną różnicę pomiędzy badaniem pierwszym i drugim dla kończyny dolnej prawej, polegającą na wyraźnym zmniejszeniu kąta pomiędzy kończyną dolną prawą a podłożem u badanych dzieci. Natomiast dla kończyny dolnej lewej nie zaobserwowano istotnej zmiany mimo, że wartość kąta pomiędzy kończyną dolną a podłożem uległa zmniejszeniu.

Kolejnymi analizowanymi wartościami, które wykazały istotną różnicę pomiędzy badaniami były wyniki testu Krausa-Webera oceniające siłę dolnej części mięśnia prostownika grzbietu. Wykazano istotny statystycznie wzrost siły tego mięśnia.

W pozostałych wartościach testów pomiędzy badaniem pierwszym oraz drugim nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic (Tab. 5).

DYSKUSJA

Zagadnienie dotyczące bocznych skrzywień kręgosłupa jest obszernie opisywane zarówno przez polskich, jak i zagranicznych badaczy. Profilaktyka i odpowiedni, celowy dobór ćwiczeń oraz systematycznie prowadzone postępowanie korekcyjne jest nie-

Thomas test results showed a significant difference between the first and second examination for the right lower limb. A distinct reduction of the angle between the right lower limb and the ground was observed. However, the change was not significant in the case of the left lower limb, although the angle between the lower limb and the ground was also reduced.

Other analysed values which showed a significant difference between examinations were the results of the Kraus-Weber test, evaluating the strength of the lower part of the erector spinae muscle. A statistically significant increase in the muscle's strength was demonstrated.

For the remaining test parameters, statistically significant differences were not observed between the first and second examinations.

DISCUSSION

The problem of lateral spinal curvatures is widely discussed by both Polish and foreign researchers. Preventive treatment and carefully selected exercises, together with systematical corrective rehabilitation, are indispensable for effective correction of

odzwone w przypadku korygowania skolioz. Pomimo różnorodności stosowanych metod korekcyjnych wzrasta zainteresowanie badaczy nowymi sposobami korygowania zaburzeń statyki ciała. Wielu z nich przyznaje, że skuteczność korekcyjna w przypadku skolioz idiopatycznych jest różna i często trudna do przewidzenia [22].

W fachowym piśmiennictwie wielokrotnie podkreśla się, że pływanie oraz ćwiczenia w środowisku wodnym stanowią dziś stały element postępowania kinezyterapeutycznego [14]. I jak potwierdzili ci autorzy, w wielu przypadkach tego typu ćwiczenia są jedynym, skutecznym sposobem postępowania, natomiast w innych mogą stanowić ważną wartość pomocniczą. Podkreśla się jednak, że zastosowanie pływania korekcyjnego jest niewystarczającym środkiem oddziaływania terapeutycznego w przypadkach wad zaawansowanych oraz skolioz o wyższych wartościach kątowych wg Cobba (powyżej 30°).

Skolimowski wskazuje, że istotnym czynnikiem w przypadku korekcji skolioz jest rozpoczęcie postępowania od zlikwidowania ograniczeń ruchomości kręgosłupa i dużych stawów. Istniejące przykurcze stanowią istotną przeszkodę w odtworzeniu prawidłowego odruchu postawy, w prawidłowej korekcji oraz w utrwaleniu uzyskanych rezultatów [23]. Dlatego też podczas opracowania programu ćwiczeń korekcyjnych dla badanych dzieci zwrócono uwagę na dobór odpowiednich ćwiczeń zarówno pod względem oczekiwanego celu, jak i umiejscowienia występowania wygięcia u dzieci. Na słuszność takiego postępowania wskazują między innymi Skolimowski oraz Kasperczyk [6,24].

W zastosowanym programie ćwiczeń, w pierwszej kolejności stosowano ćwiczenia mające na celu rozciąganie skróconych struktur mięśniowo-więzadłowych w obrębie kręgosłupa oraz stawów. Następnie zostały wprowadzone ćwiczenia elongacyjne, symetryczne, asymetryczne oraz zgięciowe, które miały na celu pogłębienie kifozy piersiowej. Program ćwiczeń był dobrany w taki sposób, aby podczas wykonywania ćwiczeń asymetrycznych, rozciągnięciu ulegała strona przykurczona, czyli wklęsła skrzywienia pierwotnego.

Omawianie zagadnienia dotyczącego krzywizn płaszczyzny strzałkowej kręgosłupa jest zadaniem bardzo trudnym z uwagi na brak norm fizjologicznych dla ukształtowania tych krzywizn. Zakłada się jednak, że krzywizny te powinny być niezbyt duże i względnie zrównoważone [25]. Zmniejszenie krzywizn może powodować znaczne przeciążenia, a ich nadmierne pogłębienie prowadzi do przedwczesnego zużywania się chrząstek stawowych w miejscach wzmożonego nacisku. W warunkach występowania

skolioz. Despite the diversity of existing corrective methods, an interest in new ways of treating disorders in body statics is rising among researchers. Many of them admit that the efficacy of correction in the case of idiopathic scoliosis is variable and often difficult to predict [22].

It is underlined in the literature that swimming and exercises in a water environment are currently a staple component of kinesiotherapeutic interventions [14]. As these authors confirm, in many cases these exercises are the only effective way of rehabilitation, while in some other cases they have an important auxiliary value. However, it is underlined that corrective swimming is insufficient in cases of advanced defects and scoliosis of greater angular values (over 30° according to Cobb).

Skolimowski points out that an important factor in the correction of scoliosis is that the therapy should begin by eliminating limitations of spinal and large joint mobility. Any contractures are a considerable obstacle to the recovery of normal postural responses, appropriate correction, and consolidation of the results [23]. That is why, during the development of the proposed programme of corrective exercises for the children under study, particular attention was paid to the choice of appropriate exercises, taking into consideration the expected goal of treatment and the location of the scoliotic curves. The validity of this approach has been pointed out, among others, by Skolimowski and Kasperczyk [6, 24].

In the corrective programme applied in this study, the exercises used initially aimed at stretching shortened musculoligamentous structures within the spine and joints. These exercises were followed by elongation, symmetrical, asymmetrical and flexion exercises to intensify the thoracic kyphosis. The training programme was particularly designed to stretch the side with contractures (the concave side of the primary curvature) during asymmetric exercises.

The issue of sagittal plane curvatures of the spine is very difficult to discuss because of the lack of reference ranges for these curvatures. However, it is estimated that they should be not too big and should be relatively balanced [25]. A reduction of the curvatures may cause considerable overload, and their excessive deepening may lead to premature wear of articular cartilages at sites of intensive pressure. Back curvatures ensure spinal amortisation, which is more than ten times greater than would be if the spine were completely straight in this plane [5].

The results of this study indicate the presence of significant changes in the shape of the spinal curvature in the sagittal plane in the children taking part in the 6-month programme of corrective aquatic exer-

prawidłowych krzywizn przednio-tylnych amortyzacja kręgosłupa jest kilkanaście razy większa niż w przypadku gdyby kręgosłup był zupełnie prosty w tej płaszczyźnie [5].

Wyniki badań własnych wskazują na istotne zmiany w kształcie krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej u dzieci poddanych sześciomiesięcznemu programowi ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym. Zmiany te w grupie dzieci ze skoliozami lewostronnymi w odcinku piersiowo-lędźwiowym dotyczyły istotnego zmniejszenia kąta kifozy piersiowej (KKP) oraz zwiększenia kąta nachylenia górnej części odcinka piersiowego. Świadczy to o powiększeniu kifozy piersiowej u tych dzieci. Ze względu na to, że coraz więcej doniesień naukowych zaznacza występowanie zmniejszonej fizjologicznej kifozy piersiowej w przebiegu skolioz idiopatycznych, powyższą zmianę można uznać za pozytywną [26,27,28,29]. Opierając się na powyższych stwierdzeniach wielu autorów zwraca uwagę na szkodliwość stosowania ćwiczeń lordotyzujących kręgosłup ze skoliozą idiopatyczną I°. Mogą one szczególnie w okresie pokwitania doprowadzić do progresji bocznego skrzywienia kręgosłupa [30].

Analizując skuteczność prowadzenia ćwiczeń korekcyjnych w środowisku wodnym należy zastanowić się nad wpływem pływania na kształtowanie się krzywizn w płaszczyźnie strzałkowej. Wielu autorów zajmujących się tą tematyką zwraca uwagę na fakt uzyskiwania pozytywnych zmian u osób poddanych tej metodzie [31]. Inni natomiast twierdzą, że pływanie może wywierać negatywny wpływ na kształtowanie się krzywizn kręgosłupa. Wskazują oni na powiększenie kąta pochylenia tułowia oraz przewagę typu kifotycznego w postawie ciała osób pływających. Jednocześnie zwracają uwagę na fakt pozytywnego oddziaływania pływania na płaszczyznę czołową, co prowadzi do uzyskania przez dziecko sylwetki zbliżonej do ideału [32]. Należy wziąć pod uwagę, że już samo specyficzne, horyzontalne ustawienie ciała człowieka w wodzie połączone z obniżonym napięciem mięśniowym (w tym mięśni antygravitacyjnych), powoduje maksymalne rozluźnienie układu stawowo-więzadłowego kręgosłupa [33]. Ułożenie w leżeniu tyłem i wykonywanie przez ćwiczącego ruchów lokomocyjnych stwarza warunki do tego, aby działające wówczas ciśnienie hydrostatyczne zwiększając siłę wyporu, bezpośrednio wpływało na kifozę piersiową. Elementy te mogą być bardzo pomocne w trakcie realizacji celów programu korekcyjnego, ale tylko w przypadku świadomego ich wykorzystania. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby nie doprowadzić do zmniejszania kifozy piersiowej co byłoby zjawiskiem niekorzystnym. Jedynie w przy-

cisach. In the group of children with left-sided thoracolumbar scoliosis, the changes were as follows: a significant reduction of the angle of thoracic kyphosis (KKP) and deepening of the bending angle of the upper thoracic spine. These changes indicate a deepening of thoracic kyphosis in these children. They can be regarded as beneficial since an increasing number of papers describe the finding of a reduced physiological thoracic kyphosis in the course of idiopathic scoliosis [26,27,28,29]. On the basis of the statements presented above, many authors draw particular attention to the destructive effect of exercises intensifying lordosis in a spine with idiopathic scoliosis. These exercises may lead to progression of the lateral curvature of the spine, especially in adolescence [30].

The influence of swimming on shaping the sagittal spinal curves should be considered when analysing the efficacy of corrective exercises in a water environment. Many authors concerned with this topic point out that this method brings about positive changes [31]. Others claim, however, that swimming may have a negative influence on the shape of spinal curvatures. They note the deepening of the bending angle of the trunk and the predominance of kyphosis in the body posture of children who swim. At the same time they point to a positive influence of swimming on the coronal plane, leading to a near-ideal body posture [32]. It should be taken into consideration that the unique horizontal arrangement of the body of a swimmer, together with reduced muscle tension (including antigravitational muscles) brings about maximal relaxation of the joints and ligaments of the spine [33]. With the swimmer lying on the back and doing locomotive movements, the hydrostatic pressure increases the buoyancy force and thus directly influences the thoracic kyphosis. These elements can be very helpful in attaining the goals of the corrective programme, but only if used consciously. A reduction of the thoracic kyphosis would not be beneficial and therefore should be avoided. Only in the case of children with thoracic hyperkyphosis is it advisable to attempt to reduce it. The therapy should aim at achieving and maintaining physiological thoracic kyphosis.

In comparison to the land environment, gravity in water is completely different. It derives from the fact that the entire body, which is in direct contact with water, acts as a point of support. According to Archimedes' law, a body immersed in water loses as much weight as the amount of liquid displaced by this body. In such conditions even slight changes of the hip line (with no loading from the upper parts of body) do not change the spine line [34]. In contrast,

padku dzieci z hiperkifozą piersiową można działać w kierunku jej zmniejszenia. W postępowaniu korekcyjnym należy dążyć do uzyskania i utrzymania fizjologicznej kifozy piersiowej.

W porównaniu ze środowiskiem lądowym w wodzie pojęcie ciężenia jest całkowicie odmienne. Wynika to z faktu, że punktem podparcia jest cała powierzchnia ciała, która styka się z płaszczyzną wody. Zgodnie z prawem Archimidesa ciało zanurzone w wodzie traci tyle na wadze ile wynosi ciężar cieczy, wyparty przez to ciało. W takich warunkach nawet niewielkie zmiany linii bioder, przy braku ciężenia wyżej położonych części, nie mają wpływu na zmianę linii kręgosłupa [34]. W odróżnieniu, w pozycji stojącej, każda zmiana linii bioder, prowadzi do zmiany linii kręgosłupa.

W celu doboru odpowiednich pozycji wyjściowych i ćwiczeń należałoby zwrócić szczególną uwagę na siłę mięśni grzbietu u dzieci ze skoliozą idiopatyczną. Według niektórych autorów siła mięśni grzbietu dzieci ze skoliozami I° jest większa niż u ich zdrowych rówieśników [22]. Badania Skrzek i innych dowodzą zaburzeń równowagi mięśniowej występującej w przebiegu skolioz idiopatycznych. Wyniki wskazują na duże ograniczenia możliwości funkcjonalnych mięśni tułowia u dzieci z bocznym skrzywieniem kręgosłupa [35].

Badania własne wskazują na fakt występowania u większości badanych dzieci przykurczów ograniczających ruchy wyprostne w stawach barkowych przed postępowaniem korekcyjnym. Zaobserwowano również występowanie przykurczów zgięciowych w stawach biodrowych, czyli ograniczenia wyprost, oraz przykurczów mięśni kulszowo-goleniowych. Po zakończeniu sześciomiesięcznego programu korekcyjnego w środowisku wodnym stwierdza się istotną poprawę polegającą na zwiększeniu ruchomości w stawach głównie barkowych. Różnica dla pozostałych stawów zaznacza się słabiej, ale również wykazuje kierunek pozytywny. Powyższe wyniki mogą mieć swoje źródło w rodzaju stosowanych ćwiczeń. Kończyny górne wykonują obszerne ruchy we wszystkich płaszczyznach, dostosowane do korekcji poszczególnych rodzajów skolioz, natomiast zakres ruchów kończyn dolnych jest zdecydowanie mniejszy.

Również siła dolnej części prostownika grzbietu uległa zwiększeniu, natomiast siła mięśni brzucha uległa zmniejszeniu. Wynik dla siły mięśni brzucha nie wykazywał istotności statystycznej, jednak mimo to należałoby się zastanowić nad wprowadzeniem do programu większej liczby ćwiczeń wzmacniających te mięśnie. Jak wiadomo prawidłowe napięcie mięśni brzucha jest jednym z warunków prawidłowego ukształtowania lordozy lędźwiowej. Osłabienie tych

in the standing position, any change in the hip line leads to a change of the spine line.

To select appropriate initial positions and exercises, particular attention should be paid to the strength of back muscles in children with idiopathic scoliosis. According to some authors, the strength of back muscles in children with I° scoliosis is bigger than in their healthy peers [22]. Skrzek et al. demonstrated the presence of muscle imbalance in children with idiopathic scoliosis. These results indicate a considerable limitation of the functional capacity of trunk muscles in children with a lateral spinal curvature [35].

The present study indicates that most of the children had contractures limiting extension in the shoulder joints before the corrective therapy was started. There were also flexion contractures in the hip joints, which limit extension, and contractures of the ischiocrural muscles. The 6-month programme of water exercises brought about significant improvements consisting mainly in improved joint mobility, mainly in the shoulder joints. In other joints, the difference was less clear, but there was also a positive tendency. The results presented above may be related to the type of exercises employed as the upper limbs performed extensive movements in all planes appropriate for correcting particular kinds of scoliosis, while the range of movement of the lower limbs was considerably smaller.

The strength of the lower part of the erector spinae was also increased, while the strength of the abdominal muscles was reduced. Despite the fact that the changes in the strength of the abdominal muscles were not statistically significant, the introduction of additional exercises to strengthen these muscles should be considered. It is well known that appropriate abdominal muscle tone is important for the development of a normally-shaped lumbar lordosis. If weak, these muscles may cause hyperlordosis leading to postural abnormalities.

As has been presented in this study, the corrective programme of aquatic exercises had a positive effect on the body posture of the children taking part in the programme. The process of correction of postural defects and lateral spinal curvatures is laborious and time-consuming [2,4]. Accordingly, it can be predicted that prolonging the programme would lead to more prominent positive changes, further reduction of asymmetry and restoration of normal antero-posterior curvatures of the spine.

mięśni może powodować hiperlordozę, prowadząc do zaburzeń postawy ciała.

Jak wynika z przedstawionych badań własnych postępowanie korekcyjne w środowisku wodnym wywiera korzystny wpływ na postawę ciała objętych programem dzieci. Proces korekcji wad postawy i bocznych skrzywień kręgosłupa jest żmudny i długotrwały [2,4]. Dlatego też można przypuszczać, że wydłużenie okresu usprawniania prowadziło do zwiększenia zakresu wystąpienia pozytywnych zmian, zmniejszenia asymetrii i przywrócenia prawidłowych krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa.

WNIOSKI

1. Zastosowany program korekcyjny wpłynął na zmianę parametrów krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa u dzieci ze skoliozą I°. Zmiany te ujawniły się szczególnie w postaci pogłębienia kifozy piersiowej.
2. W badanej grupie dzieci po zakończeniu programu korekcyjnego nastąpił wzrost siły mięśni, szczególnie dolnej części mięśnia prostownika grzbietu, a także zwiększenie ruchomości głównie w stawach barkowych.

CONCLUSION

1. The corrective programme employed in this study produced a change in the parameters characterising the antero-posterior spinal curvatures of the children with I° scoliosis. These changes were particularly prominent as regards the deepening of the thoracic kyphosis.
2. On completion of the corrective programme, muscle strength was noted to have increased, particularly in the lower part of the erector spinae muscle; there was also improved mobility, particularly in the shoulder joints.

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Benney G, Donell T. Scoliosis in childhood and its management. *British Journal of Rheumatology* 1995; 33: 486-494.
2. Reamy B, Slakey J. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *Am-Fam-Physician* 2001; 64 (1): 111-116.
3. Winiarski A, Zarzycki D, Koniarski A, Kaliciński M. Historia naturalna skoliozy idiopatycznej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2005; 7 (1): 1-7.
4. Strojek K, Bieńkowska A, Bułatowicz I, Hager W, Molski P, Hager M. Zastosowanie fizjoterapii oddechowej u pacjentów ze skoliozą. *Kwartalnik Ortopedyczny* 2007; 1: 8-12.
5. Tylman D. Patomechanika bocznych skrzywień kręgosłupa. Wydawnictwo Severus, 1995, Warszawa.
6. Skolimowski T. Przydatność znajomości kształtowania się parametrów czynnościowych narządu ruchu przy różnicowaniu i doborze zabiegów kinezyterapeutycznych w skoliozach. *Postępy Rehabilitacji* 2002; 16 (supl 3): 14-15.
7. Górniak K, Skład M. Postawa ciała dzieci z bocznym skrzywieniem kręgosłupa. *Postępy Rehabilitacji* 2003; 17 (4): 21-29.
8. Iwanowski W. Pływanie korekcyjno – lecznicze w przypadkach bocznych skrzywień kręgosłupa, 1997, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego.
9. Kwilecka M, Kwilecki K, Brożek Z. Rekreacyjne i zdrowotne walory pobytu w środowisku nadmorskim. *Medycyna Manualna* 2004; 20 (supl 1): 119-123.
10. Schmidt Ch. Wassergymnastik furt zu mehr Kondition, Mobilitat und Wohlbefinden. *Turnen und Sport* 2006; 6: 22-23.
11. Hahn A, Lau A, Gatter U. Untersuchungen zur praventiven Wirkung des Aquatrainings. *Krankengymnastik* 2007; 118-125.
12. Kaczor R, Łyp M, Cabak A, Zdrodowska A. Zastosowanie ćwiczeń w wodzie w rehabilitacji pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego. *Fizjoterapia Polska* 2007; (4) 7: 155-164.
13. Osthus W. Wassergymnastik: gesund und fit mit der Aqua-Disc. *Turnen und Sport* 2007; 1: 62-65.
14. Opyrchal Cz, Nowotny J, Saulicz E. Tak zwane pływanie korekcyjne [w:] J. Nowotny (red.) *Dysfunkcje kręgosłupa, diagnostyka i terapia. Sympozjum Międzynarodowe cz. I, 1993; AWF Katowice.*
15. Ostrowska B, Skolimowski T, Rożek-Mróż K, Demczuk-Włodarczyk E. Postawa ciała dzieci uprawiających pływanie [w:] *Sport dzieci i młodzieży na przełomie wieków. 2000; Biała Podlaska.*
16. Harmer F, Lowden S, Marks K. *Teaching Swimming and Water Safety. The Australian Way. Human Kinetics, 2001*
17. Różański P. Zdrowotny wpływ środowiska wodnego na organizm osoby rehabilitowanej. *Rocznik Naukowy, 9, Wydawnictwo AWF 2002, Warszawa.*
18. El-Sayyad M. Comparison of Roentgenography and Moire Topography for Quantifying Spinal Curvature 1986; 66 (7): 1078-1082.
19. Nowotny J, Zawieska D, Saulicz E. Fototopografia z wykorzystaniem rastra optycznego i komputera jako sposób oceny postawy ciała. *Postępy Rehabilitacji* 1992; 6 (1): 15-23.
20. Janiszewski M, Nowakowska A. Wykrywanie wad postawy ciała w badaniach przesiewowych. *Medycyna Manualna* 2001; 1-2: 43-47.

21. Buckup K. Testy kliniczne w badaniu kości, stawów i mięśni. Badanie, objawy, testy. PZWL 1998; Warszawa
22. Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Brzdęk A, Czupryna K. () Siła mięśni antygravitacyjnych a siła prostownika grzbietu u dzieci ze skoliozami. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2005; 7 (1): 15-22.
23. Skolimowski T. Kształtowanie się parametrów czynnościowych narządu ruchu w przebiegu idiopatycznych bocznych skrzywień kręgosłupa. *Studia i Monografie* 26, AWF 1991; Wrocław.
24. Kasperczyk T, Całka-Lizis T, Lizis P. Neurofizjologiczne podstawy kształtowania nawyku prawidłowej postawy ciała. *Postępy Rehabilitacji* 1987; 1 (3-4): 69-79.
25. Zeyland-Malawka E. Wybrane morfologiczne i funkcjonalne parametry ciała człowieka jako modyfikatory przednio- tylnych krzywizn kręgosłupa. *Medycyna Sportowa* 2004; 20 (6): 289-294.
26. Mente PL, Stokes IA, Spence H. Progression of vertebral wedging in an asymmetrically loaded rat tail model. *Spine* 1997; 22: 1292-1296.
27. Anwajler J, Skrzek A, Skolimowski T, Woźniewski M, Urban T. Wielkość fizjologicznych krzywizn kręgosłupa a parametry czynnościowe mięśni tułowia u dzieci z bocznym idiopatycznym skrzywieniem kręgosłupa. *Postępy Rehabilitacji* 2002; 16 (3): 19-20.
28. Nowakowski A. Biomechanika skoliozy. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska* 2004; 69 (5): 340-347.
29. Dobosiewicz K. Biodynamiczna metoda trójplaszczynowej korekcji skolioz idiopatycznych – opis metody. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2005; 7 (1): 49-54.
30. Karski T, Madej J, Reha'k L, Kakavec M, Karski J, Latański M, Kułakucki J. () Nowe leczenie rehabilitacyjne skolioz tzw. idiopatycznych- efekty terapii. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2005; 7 (1): 28-35.
31. Dolata- Łubkowska W, Kruk J. Wpływ sportu pływackiego na kształtowanie się przednio- tylnych krzywizn kręgosłupa. *Wychowanie Fizyczne i Sport* 1996; 2: 31-41.
32. Fajdasz A, Zatoń K. Ukształtowanie kręgosłupa u młodzieży trenującej pływanie. *Medycyna Sportowa* 2000; 108: 23-26.
33. Janiszewski M, Nowakowska A. Podstawy teoretyczne zastosowania pływania jako formy kinezyterapii. *Medycyna Manualna* 2001a; 1-2: 43-47.
34. Iwanowski W. Pływanie korekcyjno-lecznicze w przypadku bocznych skrzywień kręgosłupa, 1997, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego.
35. Skrzek A, Anwajler J, Mraz M, Woźniewski M. Evaluation of force-speed parameters of the trunk muscles in idiopathic scoliosis. *Isokinetics and Exercise Science* 2003; 11 (4): 197-203.

Liczba słów/Word count: 7193

Tabele/Tables: 5

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 35

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Katarzyna Barczyk

51-612 Wrocław, Al. I. J. Paderewskiego 35

tel. 0-505-427-732, e-mail: katarzyna.barczyk@awf.wroc.pl

Otrzymano / Received

14.02.2009 r.

Zaakceptowano / Accepted

27.05.2009 r.