

Kształtowanie się postawy ciała w II krytycznym okresie posturogenezy z uwzględnieniem stopnia dojrzałości płciowej badanych

Formation of body posture in the 2nd critical stage of postural development with regard to sexual maturity of subjects

Numer DOI: 10.2478/v10109-011-0007-5

Małgorzata Proszkowiec, Karina Słonka, Lidia Hyla-Klekot

Wydział Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii Politechniki Opolskiej, Instytut Fizjoterapii PO w Opolu
Department of Physical Education and Physiotherapy, Institute of Physiotherapy, Technical University In Opole

Streszczenie:

Celem pracy jest ocena ukształtowania krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, młodzieży znajdującej się w II krytycznym okresie rozwoju ontogenetycznego. Badaniami zostało objętych 192 dzieci z szóstej klasy Szkoły Podstawowej i pierwszej klasy Szkoły Gimnazjalnej w Strzelcach Opolskich. Średni wiek badanych w tej grupie wyniósł $12,8 \pm 0,8$. Wszystkie dzieci podzielono na dwie podgrupy uwzględniając stopień dojrzałości płciowej badanych, dokonany na podstawie oceny biologicznego rozwoju (występowania wtórnych cech płciowych). Do oceny postawy ciała wykorzystano metodę fotogrametryczną opartą na zjawisku mory projekcyjnej. W analizowanych parametrach kątowych zaobserwowano zaznaczony dymorfizm płciowy. Dziewczęta z zaznaczonymi cechami dojrzewania płciowego odznaczały się znamienne wyższymi wielkościami kątowymi nachyleń poszczególnych odcinków kręgosłupa oraz ich łącznej wartości, w stosunku do rówieśników przeciwnej płci, znajdujących się w tym samym okresie rozwoju biologicznego.

Słowa kluczowe: postawa ciała, okres dojrzewania płciowego, przednio-tylne krzywizny kręgosłupa.

Abstract:

This study was aimed at evaluating of the antero-posterior spinal curvatures in the sagittal plane, in subjects in the 2nd stage of ontogenetic development. The examination covered 192 children from the 6th grade of primary school and 1st grade of secondary school in Strzelce Opolskie. The mean age of subjects was $12,8 \pm 0,8$ years. All of the children were divided into two subgroups with regard to sexual maturity. The division was based on evaluation of biological development of subjects (occurrence of secondary sexual characteristics). Body posture was evaluated by means of the photogrammetric method using projection moiré. A significant gender dimorphism was observed in the analyzed angular parameters. Girls with explicit secondary sexual characteristics showed significantly higher angular values for particular sections of the spine and the total value of all parameters was also higher than in comparison to boys at the same stage of biological development.

Key words: body posture, pubescence, antero-posterior spinal curvatures.

Wprowadzenie

Proces kształtowania się postawy ciała, jest ściśle związany z rozwojem ontogenetycznym człowieka, który przebiega etapami [1, 2]. Największe zmiany w obrębie narządu ruchu dotyczą kształtowania się fizjologicznych wygięć kręgosłupa, w płaszczyźnie strzałkowej, który już od wieku płodowego rozpoczyna nieustannie swoją ewolucję aż do wieku starczego [11]. Wielkość krzywizn jest uwarunkowana przez wiele czynników, m.in. przez budowę kostno-więzadłowo-stawowo-mięśniową, nawyki ruchowe, warunki środowiska, jak również zależna jest od stadium rozwoju osobniczego [1-3].

W procesie kształtowania się postawy ciała występują okresy względnej stabilizacji i chwiejności w jej kształtowa-

Introduction

The process of formation of body posture is tightly connected with the ontogenetic development of the human body, which has two stages [1, 2]. Greater changes of the motor system concern the shaping of physiological curvatures of the spine in the sagittal plane, which begin to take shape during fetal life and evolve until late senile age [11]. The size of curvatures is conditioned by various factors which include the build of the skeletal, articular and muscular system, locomotor habits, environmental impact and the stage of the ontogenetic development [1-3].

There are periods of relative stability and unsteadiness in the process of shaping of the body posture [4]. Sex-

niu się [4]. Jednym z bardziej niekorzystnych etapów w ontogenezie jest okres dojrzewania płciowego [5, 9]. Występuje on w okresie między 9 a 16 rokiem życia i jest okresem, w którym procesy wzrastania i dojrzewania czynnościowego, a tym samym płciowego, są najbardziej intensywne [7]. Faza właściwego dojrzewania występuje u dziewcząt w wieku około 12-15 lat, natomiast u chłopców około 14-16 roku życia [8]. Jednak już często w okresie bezpośrednio poprzedzającym dojrzewanie obserwuje się występowanie wtórnych cech płciowych, pierwszą miesiączkę oraz dużą dysharmonię rozwojową, charakterystyczne dla właściwego okresu dojrzewania płciowego [9]. Są to oczywiście uwarunkowania osobniczo zmienne, a przyspieszenie wzrastania oraz dojrzewania pewnych struktur tkankowych związane jest z obserwowanym procesem akceleracji. U osób znajdujących się w tej fazie rozwojowej występuje zwiększona podatność na występowanie nieprawidłowości, szczególnie w obrębie tułowia, które z upływem czasu wykazują tendencję do pogłębiania się bądź utrwalania, w postaci występujących wad postawy [2]. Wiąże się to z intensywnym wydłużaniem kończyn dolnych i tułowia, za którymi nie nadąża rozwój mięśni [1, 7]. Zmiany te wpływają na przesunięcie środka ciężkości ciała ku górze, co utrudnia utrzymanie równowagi oraz wpływa na występowanie znacznych zmian w ukształtowaniu krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej [10]. Okres od uzyskania dojrzałości płciowej do całkowitego ustania procesów wzrastania kończy progresywny etap ontogenezy [9, 11].

Celem pracy była obserwacja i ocena zmian kształtowania się parametrów kątowych postawy ciała charakteryzujących krzywizny przednio-tyłne kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej dzieci wkraczających w II krytyczny okres rozwoju ontogenetycznego, które były badane dwukrotnie, w odstępie jednego roku.

Material i metody badań

Badaniami zostało objętych 192 dzieci z szóstej klasy Szkoły Podstawowej i pierwszej klasy Szkoły Gimnazjalnej w Strzelcach Opolskich.

Średni wiek badanych w tej grupie wyniósł $12,8 \pm 0,8$. Wszystkie dzieci podzielono na dwie podgrupy ze względu na stopień dojrzałości płciowej badanych dokonany na podstawie oceny biologicznego rozwoju (stopnia występowania oznak rozwoju układu płciowego). U dziewczynek oznaką osiągnięcia dojrzałości płciowej było wystąpienie pierwszej miesiączki, natomiast u chłopców wykształcone trzeciorzędowe cechy płciowe, oceniane w pięciostopniowej skali Tannera [7].

Zebrań materiału poprzedzone było uzyskaniem zgody dyrektorów szkół oraz rodziców bądź prawnych opiekunów, jak również uzyskaniem aprobaty Komisji Bioetyki Lekarskiej w Opolu na ich wykonanie.

Pomiary antropometryczne i ocena zaawansowania w dojrzałości płciowej prowadzone były w obecności higienistki szkolnej oraz lekarza.

Do oceny postawy ciała wykorzystano metodę fotogrametryczną opartą na zjawisku mory projekcyjnej. Badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem sprzętu PMS-1000, opracowanym przez Zakład Techniki Optycznej Politechniki Warszawskiej. Zaletą metody, opartej na technice mory projekcyjnej, jest to, że błędy, które występują mogą być minimalizowane na każdym etapie, czyli zarówno przy rejestracji, jak i analizie obrazu z uwzględnieniem wskaźników antropometrycznych. Z uwagi na to, że nie jest to metoda czasochłonna, nadaje się doskonale do prowadzenia masowych badań przeglądowych [13, 14].

Przy wykorzystaniu fotogrametrii dokonano pomiaru przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, które uwarunkowane

ual maturation stage is the hardest of all for the shaping of posture [9]. This stage takes place between the 9th and 16th year of life and is the most intensive period in terms of growth and sexual maturation [7]. The proper phase of sexual maturation occurs between 12th and 15th year of life in girls and between 14th and 16th year of life in boys [8]. However, occurrence of the following secondary sexual characteristics is often observed in the period of life preceding pubescence: first menses or large developmental disharmony, which is characteristic for the proper stage of sexual maturation [9]. These are, of course, individual conditions and acceleration of growth and maturation of certain tissue structures is related to the observed acceleration process. Individuals at this stage of development show increased susceptibility for postural anomalies especially in the area of trunk, which along with time consolidate and form postural defects [2]. It is connected with intensive growth of the length of the lower limbs and the trunk, with which the muscles development cannot keep up [1, 7]. These changes result in upward shifts of the gravity center, which hampers maintaining balance and causes significant alterations in the shape of the spinal curvatures in the sagittal plane [10]. The period of time from achieving sexual maturity to complete cessation of the growth processes, completes the progressive stage of the ontogenesis [9, 11].

The aim of this study was observation and evaluation of antero-posterior spinal curvatures in the sagittal plane, in subjects in the 2nd stage of the ontogenetic development. The subjects were examined twice with an interval of a year.

Material and method

This study covered 192 children from the 6th grade of primary school and 1st grade of secondary school in Strzelce Opolskie.

The mean age of the subjects was 12.8 ± 0.8 years. All of the children were divided into two subgroups with regard to sexual maturity. The division was based on evaluation of biological development of the subjects (occurrence of secondary sexual characteristics). In girls, the first period was considered as a sign of sexual maturity, while in boys it was the development of the tertiary sexual characteristics, which were evaluated using 5 grades Tanner scale [7].

Collection of the research material was preceded by acquiring written consent of school headmasters and parents or guardians as well as permission of the Medical Bioethics Board in Opole for conducting this research.

Anthropometric measurements and evaluation of sexual maturity were checked in the presence of a school nurse and a doctor.

Posture was evaluated using the photogrammetric method based on the moiré phenomenon. The tests were conducted using PMS-1000 apparatus designed and produced by ZTO PW in Warsaw. One of the advantages of photogrammetry is the fact that potential errors can be minimized at every stage of the examination, that is while recording of the image as well as during analysis of the recorded image with regard to anthropometric indexes. Since photogrammetry is not time consuming, it is best fit for execution of large scale screening tests [13, 14].

Measurements of the antero-posterior spinal curvatures were taken using the photogrammetric method. The shape of the spinal curvatures depends on the angular values of the inclination of sections of the spine in relation to the vertical axis of the body. Measuring of the angular values fa-

są m.in. wielkościami kątowymi nachyleń poszczególnych odcinków kręgosłupa względem pionu. Pomiar wielkości kątowych ułatwił ocenę postawy ciała oraz analizę zmian, jakie zachodzą w procesie posturogenezy.

W celu uniknięcia błędu pomiarowego, przed przystąpieniem do pomiaru, na ciele każdego badanego demografem zaznaczono punkty pomiarowe: wyrostek kolczysty C7, przejście piersiowo-lędźwiowe, linię łączącą dolne wyrostki kołców biodrowych tylnych górnych.

W niniejszej pracy wykorzystano następujące parametry:

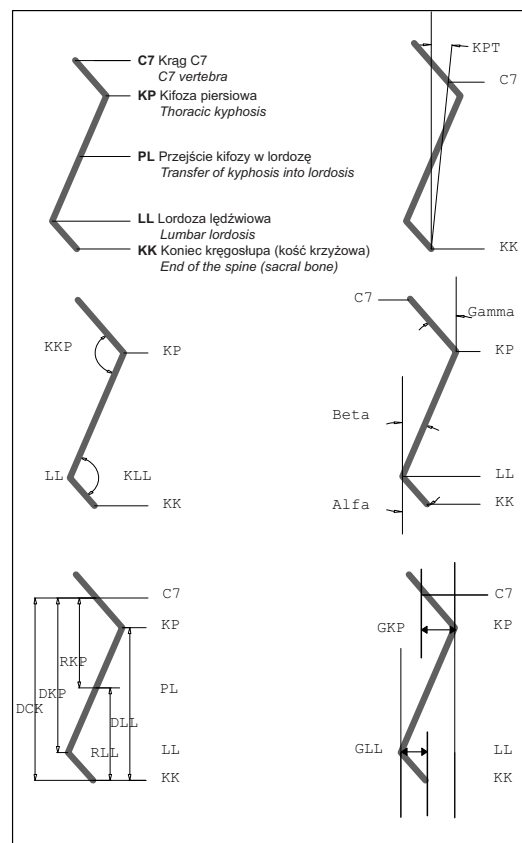
- kąt ALFA – zawarty pomiędzy pionem a prostą łączącą kość krzyżową ze szczytem lordozy lędźwiowej,
- kąt BETA – zawarty pomiędzy pionem a prostą łączącą szczyt lordozy lędźwiowej ze szczytem kifozy piersiowej,
- kąt GAMMA – zawarty pomiędzy pionem a prostą łączącą krąg C7 ze szczytem kifozy piersiowej,
- DELTA – łączna wielkość wszystkich krzywizn,
- KAPPA – wielkość kifozy piersiowej,
- LAMBDA – wielkość lordozy lędźwiowej.

cilitated the assessment of posture and analysis of the changes that take place during posturogenesis.

In order to avoid measurement errors, the following measurement points were marked on the body of each of the subjects before the measurement was taken: C7 spinous process, thoracolumbar transition and the line connecting posterior superior iliac spines.

Below are the parameters, which were analyzed in this study:

- α angle – angle between vertical axis and the straight line connecting the sacral bone with the apex of lumbar lordosis,
- β angle – angle between vertical axis and the straight line connecting the apex of lumbar lordosis with the apex of thoracic kyphosis,
- γ angle – angle between vertical axis and the straight line connecting the C7 vertebra with the apex of thoracic kyphosis,
- δ – sum of α , β and γ ,
- κ – angle of thoracic kyphosis,
- λ – angle of lumbar lordosis.



Ryc. 1. Graficzne przedstawienie oznaczenia parametrów charakterystycznych dla płaszczyzny strzałkowej [źródło: 13]

Fig. 1. Graphic presentation of designated parameters characteristic for the sagittal plane

Obliczono średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe poszczególnych kątów w poszczególnych wyodrębnionych grupach z uwzględnieniem płci.

W celu analizy zebranego materiału zastosowano program Statistica 7,0. Obliczono średnią arytmetyczną (\bar{x}), wartość min, max, odchylenie standardowe (S), współczynniki zmienności (V).

W celu sprawdzenia zgodności próby z rozkładem normalnym wykorzystano wskaźnik Kołmogorowa-Smirnowa. Celem wykazania statystycznie istotnych różnic w wartościach analizowanych kątów nachyleń poszczególnych od-

Mean values and standard deviations of the analyzed parameters were calculated for both subgroups with regard to gender.

Statistica 7.0 software was used in order to analyze the gathered research material. The following coefficients were calculated: arithmetical mean (\bar{x}), minimum and maximum values, standard deviation (S) and variation coefficients (V).

Conformity of the research sample with normal distribution was checked by means of Kolmogorov-Smirnov coefficient. The t-test for independent samples was used to eval-

cińków kręgosłupa pomiędzy badanymi grupami zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych oraz zmian w kształtowaniu się danych parametrów po upływie roku, testu t-Studenta dla prób zależnych. Za istotne statystycznie uznano wartości $p < 0,05$.

Wyniki badań

Kształtowanie się parametrów kątowych u dziewcząt, ze zróżnicowaniem ze względu na osiągnięty stopień dojrzałości płciowej.

uate the significance of differences of the analyzed parameters between the subgroups. The t-test for dependent samples was used to evaluate the size of changes in analyzed parameters after a year from the initial test. Values of $p < 0.05$ were assumed statistically significant.

Results

Characteristics of the angular parameters in girls at the 2nd stage of posturogenesis with regard to sexual maturation level.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanych dzieci w drugim krytycznym okresie posturogenezy z uwzględnieniem stopnia dojrzałości płciowej
Table 1. Characteristics of the examined group of children at the 2nd stage of posturogenesis with regard to sexual maturation level

Płeć Gender	Liczebność grupy [N] Sample size [N]	Dojrzałość płciowa Sexual Maturity	
		Bez oznak dojrzewania No signs of sexual maturity	Z oznakami dojrzewania Sexually mature
Chłopcy Boys	100	50	50
Dziewczęta Girls	92	13	79

Tabela 2. Charakterystyka parametrów kątowych opisujących ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej dziewcząt z oznakami dojrzewania płciowego w okresie badania pierwszego i drugiego oraz wyniki testu t-Studenta dla ich różnic
Table 2. Characteristics of the angular parameters of the spine in sagittal plane in sexually mature girls, in the first and second examination and t-test results

Badany parametr kątowy Parameter	Badanie pierwsze Examination 1					Badanie drugie Examination 2					Testy t-test	
	S	\bar{x}	min	max	V	S	\bar{x}	min	max	V	[t]	p
ALFA	4,02	17,79	11,10	27,30	22,6	4,89	16,49	6,90	27,8	29,6	2,341	0,023*
BETA	3,93	7,40	-1,00	18,60	53,2	3,60	6,77	1,80	17,60	53,1	2,499	0,016*
GAMMA	3,71	18,62	7,40	25,90	19,9	4,43	18,95	9,80	28,90	23,4	-0,999	0,322
DELTA	6,82	43,80	28,30	59,60	15,6	8,74	41,43	22,90	60,10	21,1	2,526	0,015*
KAPPA	4,77	26,01	10,90	35,60	18,3	4,46	25,72	12,60	36,50	17,3	0,580	0,564
LAMBDA	5,60	25,18	17,70	37,10	22,2	6,27	23,22	5,50	36,40	27,0	3,257	0,002

* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w wartościach średnich ocenianych parametrów, porównywanych testem t-Studenta (dla prób zależnych) pomiędzy okresem badania pierwszego i drugiego, zaznaczono wytłuszczonym drukiem.

* In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) in values of parameters compared with t-test (for dependent samples) between Examination 1 and Examination

Tabela 3. Charakterystyka parametrów kątowych opisujących ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej dziewcząt bez oznak dojrzewania płciowego w okresie badania pierwszego i drugiego oraz wyniki testu t-Studenta dla ich różnic

Table 3. Characteristics of the angular parameters of the spine in sagittal plane in girls with no signs of sexual maturity, in the first and second examination and t-test results

Badany parametr kątowy Parameter	Badanie pierwsze Examination 1					Badanie drugie Examination 2					Testy t-test	
	S	\bar{x}	min	max	V	S	\bar{x}	min	max	V	[t]	p
ALFA	5,37	16,41	10,40	28,10	32,7	4,01	15,41	10,40	21,3	26,0	0,912	0,383
BETA	3,84	5,89	2,00	14,50	65,2	3,58	5,26	1,20	12,3	67,9	2,885	0,016*
GAMMA	4,57	17,68	13,30	24,50	25,8	4,51	18,10	12,30	24,50	24,9	-0,688	0,507
DELTA	8,46	39,98	26,80	53,20	21,2	7,89	38,77	27,20	48,60	20,4	0,8357	0,4228
KAPPA	6,54	23,57	15,60	29,60	27,7	6,20	23,36	16,00	31,40	26,5	0,2883	0,7789
LAMBDA	7,66	22,30	13,50	36,60	34,4	6,59	20,67	12,70	32,00	31,9	1,3767	0,1986

* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w wartościach średnich ocenianych parametrów, porównywanych testem t-Studenta (dla prób zależnych) pomiędzy okresem badania pierwszego i drugiego, zaznaczono wytłuszczonym drukiem

* In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) in values of parameters compared with t-test (for dependent samples) between Examination 1 and Examination 2

Tabela 4. Różnice między wartościami średnimi badanych parametrów kątowych pomiędzy wyodrębnionymi grupami dziewcząt ocenianych testem t-Studenta dla prób niezależnych

Table 4. Differences between mean values of the analyzed angular parameters between the subgroups of girls evaluated with the t-test for independent samples

Różnice w wartościach średnich między wyodrębnionymi grupami dziewcząt Differences between subgroups of girls	Badanie pierwsze Examination 1		Badanie drugie Examination 2	
	[t]	p	[t]	p
ALFA	-1,545	0,1252	-1,416	0,1600
BETA	-1,926	0,0570*	-2,039	0,0442*
GAMMA	-1,132	0,2601	-1,052	0,2955
DELTA	-2,334	0,0219*	-1,722	0,0883*
KAPPA	-2,166	0,0327*	-2,273	0,0252*
LAMBDA	-2,185	0,0313*	-2,100	0,0383*

* Różnice istotne statystycznie pomiędzy wartościami średnimi u badanych dziewcząt na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono wytłuszczonym drukiem

* In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) between mean values in the examined girls

Poddane analizie parametry kątowe wykazały istotne statystycznie różnice w ukształtowaniu odcinka piersiowo-lędźwiowego, pomiędzy okresami badania pierwszego i drugiego. Nachylenie kątowe tego odcinka uległo zmniejszeniu w obu wyodrębnionych grupach dziewcząt. Zaobserwowane różnice w procesie kształtowania się ocenianych parametrów u dziewcząt dojrzałych płciowo były również istotne w odniesieniu do nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego, łącznej wielkości wszystkich krzywizn oraz wielkości lordozy lędźwiowej. Po upływie jednego roku wielkości tych parametrów wykazały tendencję do obniżania się wartości.

Odmienne natomiast, nieistotny statystycznie kierunek zmian, wystąpił w obrębie kąta nachylenia odcinka piersiowego górnego, w którym otrzymane w badaniu pierwszym wartości zwiększyły się po okresie dwunastu miesięcy.

Analiza porównawcza kształtowania się parametrów kątowych krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa wśród wyodrębnionych grup dziewcząt wskazała na występujące pomiędzy nimi istotne statystycznie różnice dla wartości łącznej sumy kątów, wielkości lordozy lędźwiowej oraz kifozy piersiowej. W grupie dziewcząt dojrzałych odnotowano znacznie wyższe wartości kątowe odcinka piersiowo-lędźwiowego, łącznej wielkości krzywizn, wielkości kifozy piersiowej oraz lordozy lędźwiowej.

Poddane ocenie parametry charakteryzowały się wysokimi wielkościami wskaźników zmienności, co świadczy o ich dużym indywidualnym zróżnicowaniu. Największe zróżnicowanie otrzymanych wielkości odnotowano dla nachylenia odcinka piersiowego górnego.

Kształtowanie się parametrów kątowych u chłopców, ze zróżnicowaniem ze względu na osiągnięty stopień dojrzałości płciowej.

The analyzed angular parameters showed statistically significant differences in the thoracolumbar spine between examination 1 and examination 2. The inclination of that section of the spine decreased in both subgroups of girls. The observed differences in the process of shaping of the spinal curvatures in sexually mature girls were also significant in terms of inclination of the lumbosacral spine, sum of the size of all analyzed curvatures and the size of lumbar lordosis. Values of these parameters showed a decreasing tendency a year after the examination 1.

The inclination angle of the upper thoracic section showed an opposite tendency. A statistically insignificant increase of that angle was observed in examination 2 performed a year after the first test.

Comparative analysis of the changes of the angular parameters of the spinal curvatures in the examined girls revealed statistically significant differences of the following parameters between the subgroups: sum of all values of the analyzed parameters, size of lumbar lordosis and thoracic kyphosis. Significantly higher angular values of the thoracolumbar spine, total size of all curvatures, size of thoracic kyphosis and lumbar lordosis were observed in the subgroup of sexually mature girls.

The evaluated parameters were characterized by high values of variation coefficients, which proves significant differentiation between individuals. The highest differentiation of the recorded values was observed in the case of inclination of the upper thoracic spine.

Characteristics of the angular parameters in boys at the 2nd stage of posturogenesis with regard to sexual maturation level.

Tabela 5. Charakterystyka parametrów kątowych opisujących ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej chłopców z oznakami dojrzewania płciowego w okresie badania pierwszego i drugiego oraz wyniki testu t-Studenta dla ich różnic

Table 5. Characteristics of the angular parameters of the spine in sagittal plane in sexually mature boys, in the first and second examination and t-test results

Badany parametr kątowy Parameter	Badanie pierwsze Examination 1					Badanie drugie Examination 2					Testy t-test	
	S	\bar{x}	min	max	V	S	\bar{x}	min	max	V	[t]	p
ALFA	4,74	15,73	3,90	24,90	30,1	5,05	14,93	2,90	22,30	33,8	3,437	0,001*
BETA	3,64	5,42	-3,90	13,30	67,2	2,37	5,51	1,10	11,20	43,0	-0,282	0,779
GAMMA	3,53	18,04	12,30	25,20	19,6	3,79	18,60	13,90	28,70	19,1	-7,771	0,000*
DELTA	6,53	39,19	27,40	49,00	16,7	7,36	39,31	23,50	52,00	18,7	-0,172	0,864
KAPPA	4,99	23,46	10,00	31,70	21,3	5,12	24,90	8,70	34,50	20,5	1,651	0,106
LAMBDA	4,73	21,15	13,40	30,80	22,3	4,63	20,38	11,10	29,50	22,7	1,651	0,106

* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w wartościach średnich ocenianych parametrów, porównywanych testem t-Studenta (dla prób zależnych) pomiędzy okresem badania pierwszego i drugiego, zaznaczono wytłuszczonym drukiem.

* In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) in values of parameters compared with t-test (for dependent samples) between Examination 1 and Examination 2

Tabela 6. Charakterystyka parametrów kątowych opisujących ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej chłopców bez oznak dojrzewania płciowego, w okresie badania pierwszego i drugiego oraz wyniki testu t-Studenta dla ich różnic

Table 6. Characteristics of the angular parameters of the spine in sagittal plane in boys with no signs of sexual maturity, in the first and second examination and t-test results

Badany parametr kątowy Parameter	Badanie pierwsze Examination 1					Badanie drugie Examination 2					Testy t-test	
	S	\bar{x}	min	max	V	S	\bar{x}	min	max	V	[t]	p
ALFA	3,95	16,90	8,50	23,50	23,4	3,79	15,65	7,90	21,30	24,2	2,635	0,016*
BETA	4,32	9,21	2,20	16,40	46,9	4,42	8,35	1,20	14,50	52,9	2,316	0,031*
GAMMA	4,81	16,65	6,70	23,50	28,9	4,72	18,15	8,70	24,50	26,0	-6,967	0,000*
DELTA	5,88	42,77	32,50	51,30	13,7	7,22	41,67	29,00	54,60	17,3	1,377	0,183
KAPPA	5,11	25,86	16,50	32,40	19,7	5,86	26,50	16,10	36,80	22,1	-1,492	0,150
LAMBDA	6,18	26,11	16,90	39,90	23,6	6,07	24,00	16,10	33,60	25,3	2,977	0,007*

* Różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) w wartościach średnich ocenianych parametrów, porównywanych testem t-Studenta (dla prób zależnych) pomiędzy okresem badania pierwszego i drugiego, zaznaczono wytłuszczonym drukiem; $p < 0,05$

* **In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) in values of parameters compared with t-test (for dependent samples) between Examination 1 and Examination 2**

Tabela 7. Różnice wartościami średnimi badanych parametrów kątowych pomiędzy wyodrębnionymi grupami chłopców ocenianych testem t-Studenta dla prób niezależnych

Table 7. Differences between mean values of the analyzed angular parameters between the subgroups of boys evaluated with the t-test for independent samples

Różnice w wartościach średnich między wyodrębnionymi grupami chłopców Differences between subgroups of boys	Badanie pierwsze Examination 1		Badanie drugie Examination 2	
	[t]	p	[t]	p
ALFA	-6,863	*0,0000	0,758	0,4504
BETA	4,479	*0,0002	3,792	*0,0003
GAMMA	-1,210	0,6700	-1,868	0,0650
DELTA	2,716	*0,0079	1,523	0,1313
KAPPA	2,247	*0,0271	1,377	0,1720
LAMBDA	4,265	*0,0050	3,169	*0,0021

* Różnice istotne statystycznie pomiędzy wartościami średnimi u badanych chłopców na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono wytłuszczonym drukiem

* **In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) between mean values in the examined boys**

Przeprowadzona analiza wskazała na wysoce istotny statystycznie wzrost wartości odcinka piersiowego górnego wśród wszystkich badanych chłopców po upływie okresu jednego roku. Wartości średnie kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego natomiast wykazały tendencję w kierunku obniżania się wielkości.

Poddając analizie wielkości parametrów kątowych w wyodrębnionych grupach chłopców, pod kątem stopnia osiągniętej dojrzałości płciowej, uzyskano informacje wskazujące na ich istotne zróżnicowanie w odniesieniu do wielkości kątowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego, piersiowo-lędźwiowego, piersiowego górnego oraz wielkości kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej w procesie ich kształtowania. Największe znamienne różnice zaobserwowano w okresie pierwszego badania. Chłopcy bez wyraźnie zaznaczonych oznak dojrzałości płciowej istotnie statystycznie przewyższali swoich rówieśników wielkościami kątowymi lordozy lędźwiowej i kifozy piersiowej, jak również odcinka lędźwiowo-krzyżowego, piersiowo-lędźwiowego oraz łącznej wielkości krzywizn kręgosłupa.

Wartości wskaźników zmienności analizowanych kątów krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa wykazały duże zróżnicowanie międzypersoniczne w badanej grupie.

The analysis of parameters showed a highly significant increase of values of the upper thoracic spine in all of the examined boys a year after the initial examination. The mean values of the lumbosacral spine inclination angle decreased after a year from the initial examination.

The analysis of parameters in subgroups of boys (sexually mature and immature) showed significant differences in angular values of the lumbosacral, thoracolumbar and upper thoracic spine as well as in the size of thoracic kyphosis and lumbar lordosis. Most significant differences were observed after examination 1. Sexually immature boys had higher values of lumbar lordosis, thoracic kyphosis, lumbosacral and thoracolumbar spine and the total size of spinal curvatures.

Variation coefficient values of the analyzed curvatures showed high individual differentiation in the examined group.

Tabela 8. Różnice między wartościami średnimi badanych parametrów kątowych pomiędzy płcią żeńską i męską ocenianych testem t-Studenta dla prób niezależnych

Table 8. Differences between mean values of the analyzed angular parameters between genders evaluated with the t-test for independent samples

Różnice w wartościach średnich między płcią żeńską i męską <i>Differences between genders</i>	Badanie pierwsze <i>Examination 1</i>		Badanie drugie <i>Examination 2</i>	
	[t]	p	[t]	p
ALFA	1,859	0,0552	1,578	0,1170
BETA	0,632	0,5282	0,967	0,0407
GAMMA	1,270	0,2062	-0,524	0,6009
DELTA	2,296	0,0232	0,759	0,4488
KAPPA	1,479	0,1414	-0,073	0,9414
LAMBDA	1,115	0,3174	1,275	0,2044

* Różnice istotne statystycznie pomiędzy średnimi dziewcząt i chłopców na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono wytłuszczonym drukiem

* *In bold – statistically significant differences ($p < 0.05$) between mean values of boys and girls*

Dyskusja

Dokonany pomiar przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, które uwarunkowane są m.in. wielkościami kątowymi nachyleń poszczególnych odcinków kręgosłupa względem pionu, pozwolił na analizę zmian, jakie zachodzą u badanych znajdujących się w fazie rozwojowej odpowiadającej II krytycznemu okresowi posturogenezy.

Postawa ciała dzieci w okresie okołopokwitaniowym jest częstym tematem prac badawczych ze względu na występujące w tym okresie wyraźne zmiany w sylwetce [6, 7, 15-18].

Rozpatrując wyniki przeprowadzonych pomiarów kątowych poszczególnych odcinków kręgosłupa, zaobserwowano zmniejszanie się kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego u badanych z obu wyodrębnionych grup i płci. Tendencję w kierunku spłykania się lordozy lędźwiowej w tej

Discussion

The measurements of spinal curvatures, which are conditioned by angular values of particular sections of the spine in relation to vertical axis, allowed the researchers to analyze changes of posture that occur in the examined children at 2nd stage of posturogenesis.

Body posture of children in the period of pubescence is a popular subject of research papers due to apparent and explicit changes of posture occurring during that period of time [6, 7, 15-18].

Analysis of the measurements of selected parameters of spinal curvatures, it was observed that the lumbosacral spine's inclination angle decreased in both groups (sexually mature and immature) regardless of gender. A tendency for declining of the lumbar lordosis in subjects of this age was also observed by Walicka-Cupryś [18]. She reports more fre-

grupie wiekowej zaobserwowała również Walicka-Cupryś [18]. Píše ona o częstszym występowaniu splotkowej lordozy niż pogłębionej kifozy piersiowej u uczniów znajdujących się w fazie pokwitaniowej. Również Rogowska [12], badając dziewczęta w wieku 12-13 lat, odnotowała u nich znaczny odsetek postaw o splotkowej lordozie – 17%, w porównaniu z niewielką częstotliwością występowania nadmiernej kifozy piersiowej (2,2%).

W badaniach własnych średnie wartości kątowe odcinka lędźwiowo-krzyżowego były wyższe u dziewcząt, co znajduje potwierdzenie w doniesieniach naukowych Zeyland-Malawki [19] oraz Wilczyńskiego [16, 17]. Ma to oczywiście swoje uzasadnienie biomechaniczne i wynika z budowy anatomicznej obręczy miednicznej charakterystycznej dla każdej płci oraz wpływu hormonalnego o działaniu rozluźniającym na struktury mięśniowo-więzadłowe oraz kostno-chrzęstne w tym odcinku w fazie przedmencruacyjnej [4, 21].

Po upływie jednego roku u dziewcząt oraz u chłopców bez wyraźnych oznak dojrzewania płciowego odnotowano znamienne obniżenie wartości kątowych odcinka piersiowo-lędźwiowego. Podobną tendencję zmian zaobserwował Mrozkowiak [20].

Obserwacja zmian w kształtowaniu się odcinka piersiowego górnego u uczniów w wieku 13 lat dostarczyła informacji o tendencji w kierunku wzrostu kąta jego nachylenia u obu badanych płci i w wyodrębnionych grupach. Zaobserwowane zmiany w kształtowaniu się tego odcinka są zgodne z wynikami opublikowanych prac Wilczyńskiego [16], Jakóbczak [22], Walickiej-Cupryś [18]. Według Walickiej-Cupryś [18] odcinek piersiowy górny jest najważniejszą cechą różnicującą badanych płci żeńskiej i męskiej pod względem ukształtowania przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa. Również w badaniach własnych wykazano, że wielkości kąta nachylenia tego odcinka wskazują na duże zróżnicowanie międzypłciowe, a otrzymane wartości średnie są istotnie wyższe u płci żeńskiej oraz osób znajdujących się w bardziej zaawansowanej fazie dojrzewania płciowego. Odmienne wyniki związane z wielkościami kątowymi omawianej cechy otrzymała Prędkiewicz-Abacjew [15], która u chłopców przed okresem dojrzewania zaobserwowała duże wielkości nachylenia tego odcinka; były one większe w porównaniu z dziewczętami znajdującymi się w tej samej fazie rozwojowej.

Na podstawie wyników badań własnych oraz innych autorów można zauważyć narastanie częstości występowania nieprawidłowości oraz ich utrwalanie wraz z uzyskaniem dojrzałości płciowej, co potwierdza prawidłowości ontogenetyczne dla tego okresu rozwojowego [7, 16, 19]. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w kontekście zmian, którym podlega populacja ludzka, szczególnie dotyczy to okresu dojrzewania płciowego młodego pokolenia. Istnieje więc potrzeba monitorowania rozwoju biologicznego dzieci w okresach krytycznych dla posturogenezy w celu aktualizacji danych i śledzenia dynamiki ich rozwoju, co przełoży się również na szczegółową obserwację zmian dokonujących się w postawie ciała badanych i natychmiastową interwencję w przypadku zdiagnozowania występujących wad.

Wnioski

1. W ukształtowaniu krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa pomiędzy badanymi dziewczętami a chłopcami zaobserwowano statystycznie istotne różnice w odniesieniu do średnich wartości kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego oraz łącznej wielkości wszystkich krzywizn, w pierwszym okresie badań. Przy powtórnej ocenie postawy znamienne różnice wystąpiły w obrębie kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego, w kierunku splotkania się tej krzywizny.
2. W okresie dojrzewania największy wpływ na dynamikę zmian w kształtowaniu się postawy ciała badanych płci

quent occurrence of reduced lordosis than deeper thoracic kyphosis in pupils at pubescent phase. Rogowska [12], who examined girls aged 12-13 years, observed a high percent of postures with reduced lordosis (17%) in comparison to insignificant occurrence of excessive thoracic kyphosis (2,2%).

This study showed that the mean angular values of the lumbosacral spine were higher in girls, which was confirmed in reports by Zeyland-Malawka [19] and Wilczyński [16, 17]. This fact can be explained by biomechanics and results from the anatomical structure of the pelvic girdle, which is characteristic for each gender, and the hormonal effect causing relaxation of muscles, ligaments and articulations in that section of spine during premenstrual phase [4, 21].

A significant decrease of angular values of the thoracolumbar spine was observed after a year, in boys and girls with no signs of sexual maturity. A similar tendency was reported by Mrozkowiak [20].

The observation of changes in the shape of the upper thoracic spine in children aged 13 years provided information about the tendency of the inclination angle of that section to grow in both examined groups regardless of gender. Similar changes were also reported by Wilczyński [16], Jakóbczak [22] and Walicka-Cupryś [18]. According to Walicka-Cupryś [18], the upper thoracic segment is the most important factor differentiating between genders in terms of the shaping of the antero-posterior curvatures of the spine. Also in this study, the values of the inclination angle of that section indicate high individual differentiation and the mean values are significantly higher in girls and subjects in the advanced stage of sexual maturity. Different results were obtained by Prędkiewicz-Abacjew [15], who observed significant values of the upper thoracic section inclination angle in boys before pubescence, which were higher than in girls at the same stage of sexual maturation.

Basing on results of our studies and studies of other authors, one can observe that the frequency of defect and their consolidation increases along with progress of sexual maturation, which confirms the ontogenetic regularities of this developmental stage [7, 16, 19]. This problem is of special meaning in the context of changes of the human population and specifically concerns the sexual maturation period of life of the young generations. Therefore, there is a need for monitoring biological development of children at periods that are critical for posturogenesis, in order to update scientific data and follow the dynamics of their development, which will translate into a detailed observation of changes in body posture of subjects and immediate intervention in the case of diagnosis of any postural defects.

Conclusions

1. Statistically significant differences in the shape of spinal curvatures were observed between the examined boys and girls in terms of the inclination angle of the lumbosacral spine and the total size of all curvatures in the initial examination. A year later, significant differences occurred in the case of the inclination angle of the thoracolumbar spine – its curvature was declining.
2. During pubescence, the dynamics of posture shaping were highly influenced by the changes of the thoracolumbar spine inclination angle in girls, and by changes of the upper thoracic and lumbosacral spine in boys.

- żeńskej wywarł kąt nachylenia odcinka piersiowo-łędźwiowego, u chłopców natomiast piersiowego górnego oraz łędźwiowo-krzyżowego.
3. W wyodrębnionych grupach dziewcząt istotne różnice zaobserwowano w wielkościach kątowych odcinka piersiowo-łędźwiowego, piersiowego górnego oraz łącznej wielkości wszystkich krzywizn, w obu okresach badawczych. Po upływie dwunastu miesięcy u wszystkich badanych dziewcząt zaobserwowano zmniejszenie nachylenia odcinka piersiowo-łędźwiowego.
 4. Różnice istotnie statystyczne w wartościach średnich, pomiędzy badanymi grupami chłopców, odnotowano dla wielkości kątowych nachylenia odcinka piersiowo-łędźwiowego oraz wielkości lordozy łędźwiowej. Po okresie jednego roku obserwacji stwierdza się istotne obniżenie wartości kątowych odcinka łędźwiowo-krzyżowego, natomiast wzrost łącznej wielkości wszystkich krzywizn.

3. In the subgroups of girls, in both tests, the observed significant differences concerned the thoracolumbar and upper thoracic spine as well as the total angular value of all curvatures. After a year, a decrease of the thoracolumbar spine inclination angle was observed in all of the examined girls.
4. Statistically significant differences in the mean values between the examined groups of boys were observed in the case of inclination of the thoracolumbar spine and the size of lumbar lordosis. After a year, the inclination angle of the lumbosacral spine declined significantly and the total size of all curvatures grew.

Piśmiennictwo References

- [1] Nowotny J., Saulicz E. *Niektóre zaburzenia statyki ciała i ich korekcja*. AWF, Katowice, 1993, 124-131.
- [2] Kasperczyk T. *Wady postawy ciała, diagnostyka i leczenie*. Wyd. „Kasper” s.c. Kraków, 2002, 25.
- [3] Krawański A. *Ontogenetyczny proces formowania się postawy ciała człowieka*. AWF, Poznań 1990.
- [4] Wolański N. *Krytyczny wiek w kształtowaniu postawy ciała*. Chirurgia Narządu Ruchu i Ortopedia Polska, 1958, 23, 2, 67-75.
- [5] Adamczak I., Malinowski A., Bożiłow W., Biliński W., Talar J. *Częstość występowania wad postawy, a stopień zaawansowania rozwoju somatycznego i płciowego*, [w:] A. Malinowski, B. Łuczak, I. Grabowska (red.) *Antropologia a medycyna i promocja zdrowia*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2000, 3, 57-72.
- [6] Raczek J. *Problem okresów sensytywnych i krytycznych w rozwoju ontogenetycznym*. Antropomotoryka, 1989, 2, 89-101.
- [7] Tanner J. M. *Rozwój w okresie pokwitania*. PZWL, Warszawa 1963.
- [8] Lievegoed B. *Fazy rozwoju dziecka*. Wydawnictwo „Akademia”, Toruń 1993, 31-35.
- [9] Cieślak J., Drozdowska M., Malinowski A. *Etapy rozwoju osobniczego człowieka*, [w:] A. Malinowski, J. Strzałko (red.) *Antropologia*. PWN Warszawa-Poznań, 1985, 460-490.
- [10] Grzegorzewska J. i wsp. *Wady postawy dzieci i młodzieży*. Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, 2007, 4, 9-11.
- [11] Malinowski A. *Auksologia – rozwój osobniczy człowieka w ujęciu biomedycznym*. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2004, 248-251.
- [12] Rogowska E. *Wady postawy ciała u dziewcząt w okresie pokwitania*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin 2005, 16, 481-485.
- [13] Zawieska D. *Badanie przydatności techniki mory w fotogrametrycznych pomiarach deformacji kręgosłupa*. Praca doktorska. Wydział Geodezji i Kartografii. Politechnika Warszawska 2003.
- [14] Drzał-Grabiec J., Mrozkowiak M., Walicka-Cupryś K. *Ocena postawy ciała – z wykorzystaniem zjawiska mory projekcyjnej*. Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, 2009, 9, 16-18.
- [15] Prędkiewicz-Abacjew E. *Wybrane cechy postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej u chłopców i dziewcząt w okresie dojrzewania płciowego. Dysfunkcje kręgosłupa, Diagnostyka i terapia, cz. 1*. Materiały Konferencyjne, Katowice 1993, 225-238.
- [16] Wilczyński J. *Najczęściej występujące wady postawy u chłopców w wieku 13-16 lat badanych komputerową metodą moire’*. Medycyna Pracy, 2006, 57, 4, 347-352.
- [17] Wilczyński J. *Wady postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej dziewcząt i chłopców w wieku 12-15 lat z województwa świętokrzyskiego*. Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, 2007, 1, 11-13.
- [18] Walicka-Cupryś K. i wsp. *Kształtowanie się przedmiotnych krzywizn kręgosłupa u uczniów z klas gimnazjalnych i licealnych*. Rehabilitacja Medyczna, 2008, 12, 4, 28-36.
- [19] Zeyland-Malawka E. *Wyniki pomiarów krzywizn kręgosłupa jako układ odniesienia w badaniu postawy ciała*. Fizjoterapia, 2003, 11, 3, 5-12.
- [20] Mrozkowiak M. *Uwarunkowania wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży oraz ich zmienność w świetle mory projekcyjnej*. Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej. Zamiejscowy Wydział Kultury Fizycznej Poznańskiej AWF w Gorzowie Wlkp. Maszynopis pracy habilitacyjnej, 2007, 240-243, 372-374.
- [21] Lee D. *Obręcz biodrowa. Badanie i leczenie okolicy łędźwiowo-miedniczno-biodrowej*. Wydawnictwo DB Publishing, Warszawa 2001.
- [22] Jakóbczak J. *Postawa ciała dziewcząt w wieku 8-12 lat*. Auksologia a Promocja Zdrowia, 2004, 3, 53-59.

Adres do korespondencji: Address for correspondence:

Małgorzata Proszkowiec
Politechnika Opolska
Wydział Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii
Instytut Fizjoterapii
ul. Prąszkowska 76
45-758 Opole

Wpłynęło/Submitted: III 2011
Zatwierdzono/Accepted: III 2011