

Mrozkowiak Mirosław, Szurmik Tomasz, Hadlich Roland. Correlations and coexistence of characteristics describing body posture and feet in young people of both sexes aged 14 to 18 years. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(3):630-678. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.581055>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4467>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).  
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 20.01.2017. Revised 21.01.2017. Accepted: 26.01.2017.

## Correlations and coexistence of characteristics describing body posture and feet in young people of both sexes aged 14 to 18 years

### Związki i współwystępowanie cech opisujących postawę ciała i stóp u młodzieży obojga płci w wieku 14-18 lat

<sup>1</sup>Mrozkowiak Mirosław, <sup>2</sup>Szurmik Tomasz, <sup>3</sup>Hadlich Roland,

<sup>1</sup>Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, Polska,

<sup>1</sup>Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland,

<sup>2</sup>Uniwersytet Śląski, Wydział Etnologii i Nauk o Edukacji w Cieszynie,

<sup>2</sup>University of Silesia, Faculty of Ethnology and Educational Science in Cieszyn,

<sup>3</sup>Kręg-Clinic, Strzeszyńska 192, Poznań,

Keywords: correlations between the characteristics of the spinal column, pelvis and feet

Słowa kluczowe: związki cech kręgosłupa, miednicy, stóp

#### Abstract

**Introduction.** With the multitude of procedures used for assessment of body posture and the lack of a reliable method without any drawbacks, the choice should depend on the aim of examinations. Contemporary diagnostics allows for determination of the most of characteristics of body posture in quantitative terms, thus reflecting the relationships between each other. The available literature in Poland and abroad has often failed to address this problem. The aim of this study was to determine the significance of the correlation between selected characteristics that describe the system of the pelvis, spine and feet in the population of children of both sexes aged 14 to 18.

**Materials and research tools** The examinations conducted in a group of young people aged 14 to 18 years allowed for recording 2,343 observations, including 1,148 girls and 1,195 boys, and values of 121 characteristics that describe body posture and feet across individual age and sex categories. The test stand for evaluation of body posture and feet using the photogrammetric method is composed of a personal computer, software, screen and printer, and projection-reception device with a camera for measurement of selected parameters.

### **Conclusion**

1. Detailed analysis of the distribution of significance of correlations in any age range and gender groups demonstrated their incidentalness and accidentalness, which prevented from establishing any patterns and relationships between the characteristics. The coexistence of these characteristics can be only found.
2. Among the characteristics which describe the pelvis-spine system and are most often correlated with feet characteristics at the age of 14 to 17 years are the characteristics of the frontal and sagittal planes, followed by less pronounced characteristics of the transverse plane.
3. The most frequent and strongest correlations and their coexistence with the characteristics in the area of feet occur in the groups of girls aged 18 years and boys aged 15 and 18 years.

### **1. Introduction**

From the standpoint of the risk of flat feet and disturbances in biomechanical statics of body posture, the methods of evaluation of foot build and its functional parameters continue to provoke controversy. The projection moire method is one of the fastest and non-invasive diagnostic tools that allow for evaluation of the initial stage of deviations. Yasser and Kasperczyk [1] demonstrated the relationship with high values of correlations between the Clarke's angle and the height of longitudinal arch of the foot. It was also demonstrated that the level of longitudinal arch expressed by the Clarke's angle is already high in children who are 3 years old, reaching  $29.5^\circ$ , and in those 6 years old ( $32.5^\circ$ ). Slightly higher (by  $4^\circ$  on average) values are found in girls. The percentage of children with the risk of flat feet was 20%, whereas the percentage of children with already flat feet was 10%. Więclaw [2] found a correlation between the general level of physical development, constitutional type and gender of the study participants and the indices that determine the status of feet arches. The results of the study published by Puszczalowska-Lizis [3, 4, 5], which examined 280 university students

aged 20 to 28 years using the pantographic method with images obtained from the device designed by Ślężyński, demonstrated only weak correlations between the index of longitudinal foot arch depth and the heel angle. No relationships between the parameters of the longitudinal arch and transverse arch and the parameters of the front support area of the foot were found in men. The author concluded that the longitudinal arch is not correlated with the transverse architecture and front support area in women and men aged 20 to 28 years.

Few publications have addressed the static-dynamic correlations of characteristics concerning the regions of feet and pelvic girdle. The problem was explored by Mięśowicz [6-8], Drzał-Grabiec, Snela [9], Mrozkowiak, Sokołowski and Jazdończyk [10, 11]. Development of IT solutions allows for a more comprehensive approach to evaluation of body posture and examination of temporal and spatial relationships between individual components and evaluation of spatial balance in the vertical body posture [12]. With the multitude of procedures used for assessment of body posture and the lack of a reliable method without any drawbacks, the choice should depend on the aim of examinations. Contemporary diagnostics allows for determination of the most of characteristics of body posture in quantitative terms, thus reflecting the relationships between each other. The available literature in Poland and abroad has often failed to address this problem.

The aim of this study was to determine the significance of the correlation between selected characteristics that describe the system of the pelvis, spine and feet in the population of children of both sexes aged 15 to 18.

## 2. Material and methods

The examinations conducted in a group of young people aged 14 to 18 years allowed for recording 2,343 observations, including 1,148 girls and 1,195 boys, and values of 121 characteristics that describe body posture and feet across individual age and sex categories.

The most basic assumption was that the evaluation should concern each time the habitual posture as a relatively invariable individual human property [13]. Body posture reflects the individual emotional, mental and social status of the person examined. It describes the most reliable profile of the person in time and place. The examinations do not demonstrate whether the posture of the person is correct but only provide information about the status of the ontogenetic development. Objective and comparable results of the examinations allow for recording the parameters of body posture adopted for the analysis with compensations that can be determined. Combination of the examinations of body trunk and feet should allow for determination of the quality of body posture pattern within a specific environment, sex and age category and degree of correction as a result of physical exercise. The measurement

device can evaluate several dozens of body posture parameters. The statistical analysis was based on 121 angular and linear parameters of the spinal column, pelvis, body trunk and feet in the sagittal, frontal and transverse planes, see Tab. 1. The test stand for evaluation of body posture and feet using the photogrammetric method is composed of a personal computer, software, screen and printer, and projection-reception device with a camera for measurement of selected parameters. The spatial image can be achieved through displaying lines with specific parameters on the child's back and feet. Displayed on the skin, the lines are distorted depending on body surface's topology. Using the lens, the participant's picture can be captured by a dedicated optical system and presented on the computer screen. The distorted lines are recorded in the computer memory and processed by a numerical algorithm into a contour map of the surface. It should be noted that during the examination, the photograph records the image of the silhouette visible on the child's skin. The uneven distribution of fatty tissue on the surface of the back rises difficulties in real evaluation of the attitude in children, particularly in children with BMI of over 25.0 to 30.0. It is more difficult to determine anthropometric points used in calculations in such people [14].

Tab. 1. The characteristics of the system of pelvis, spine and feet,

In the pelvis-spine system

No.	Symbol	Parameters		
		Unit	Name	Description
Sagittal plane				
1	Alpha	degrees	Inclination of the lumbosacral region	
2	Beta	degrees	Inclination of the thoracolumbar region	
3	Gamma	degrees	Inclination of the upper thoracic region	
4	Delta	degrees	Total of angular values	$\Delta = \text{Alpha} + \text{Beta} + \text{Gamma}$
5	DCK	mm	Total spine length	Distance between C7 and S1 points measured vertically
6	DCK	%		Value of DCK as percentage of Wc.
7	KPT	degrees	Angle of trunk extension	Determined by deviation of the C7-S1 line from the vertical position (backward)
8	KPT -	degrees	Angle of trunk bent	Determined by deviation of the C7-S1 line from the vertical position (forward)
9	MI -	degrees	Coefficient of compensation	$MI = KKP - KLL$ , sign „ - „, when $KKP < KLL$
10	MI	degrees		$MI = KKP - KLL$ , sign „ + „, when $KKP > KLL$
11	DKP	mm	Length of	Distance between LL and C7 points

12	DKP	%	thoracic kyphosis	Value of DKP as percentage of DCK
13	KKP	degrees	Angle of thoracic kyphosis	$KKP = 180 - (\text{Beta} + \text{Gamma})$
14	RKP	mm	Height of thoracic kyphosis	Distance between C7 and PL points
15	RKP	%		Value of RKP as percentage of DCK
16	GKP	mm	Depth of thoracic kyphosis	Distance measured horizontally between the vertical lines passing through the points PL and KP
17	WKP	-	Index of thoracic kyphosis	Depth to length ratio $WKP = GKP/RKP$ (If GKP is in inversion, the index adopts negative values (WKP-): 17a
18	DLL	mm	Length of lumbar lordosis	Distance between S1 and KP points
19	DLL	%		Value of DLL as percentage of DCK
20	KLL	degrees	Angle of lumbar lordosis	$KLL = 180 - (\text{Alpha} + \text{Beta})$
21	RLL	mm	Height of lumbar lordosis	Distance between S1 and PL points
22	RLL	%		Value of RLL as percentage of DCK
23	GLL -	mm	Depth of lumbar lordosis	Distance measured horizontally between the vertical lines passing through the points PL and LL
24	WLL -	-	Index of lumbar lordosis	Depth to length ratio $WLL = GLL/RLL$ .
Frontal plane				
25	KNT -	degrees	The angle of body bent to the side	Determined by deviation of the C7-S1 line from the vertical position to the left.
26	KNT	degrees		Determined by deviation of the C7-S1 line from the vertical position to the right
27	LBW -	mm	Right shoulder higher	Distance measured vertically between the horizontal lines passing through the points B2 and B4
28	LBW	mm	Left shoulder higher	
29	KLB	degrees	Angle of shoulder line, right shoulder higher	Angle between the vertical line and the straight line passing through the points B2 and B4

30	KLB – (PLBW)	degrees	Angle of shoulder line, left shoulder higher	$PLBW = LBW - PBW$
31	LŁW	mm	Left scapula higher	Distance measured vertically between the horizontal lines passing through the points Ł1 and Łp
32	LŁW – (PLW)	mm	Right scapula higher	
33	UL	degrees	Angle of scapulae line, right scapula higher	Angle between the horizontal line and the straight line passing through the points Ł1 and Łp
34	UL -	degrees	Angle of scapulae line, left scapula higher	
35	OL	mm	Lower angle of the left scapula more distal	Difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes measured horizontally on the straight lines passing through the points Ł1 and Łp
36	OL -	mm	Lower angle of the right scapula more distal	
37	OL	%	Lower angle of the left scapula more distal	Percentage difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes measured horizontally on the straight lines passing through the points Ł1 and Łp according to the equation No 1: $(\text{left distance} - \text{right distance}) / (\text{left distance} + \text{right distance}) \times 100$
38	OL -	%	Lower angle of the right scapula more distal	
39	TT	mm	The left waist triangle is higher	Difference between the distances measured vertically between T1 and T2 and between T3 and T4. $PLTT = LTT - PTT$
40	TT – (PLTT)	mm	The right waist triangle is higher	
41	TS	mm	The left waist triangle is wider	Difference between the distances measured horizontally between the straight lines passing through the points T1 and T2 and points T3 and T4.

42	TS -	mm	The right waist triangle is wider	
43	KNM	degrees	Angle of inclination of the pelvis, the right iliac blade higher	Angle between the horizontal line and the straight line passing through the points M1 and Mp
44	KNM -	degrees	Angle of inclination of the pelvis, the left iliac blade higher	
45	WBS	–	Coefficient of shoulder asymmetry, left shoulder closer	Difference between the points B2 and B4 in the horizontal axis from the straight line passing through the point S1
46	WBS -	–	Coefficient of shoulder asymmetry, right shoulder closer	
47	WBS	%	Coefficient of shoulder asymmetry, left shoulder closer	Percentage difference between the points B2 and B4 in the horizontal axis from the straight line passing through the point S1 According to the equation No. 1 (35)
48	WBS -	%	Coefficient of shoulder asymmetry, right shoulder closer	
49	WBC	–	Coefficient of shoulder asymmetry, left shoulder closer	Difference between the points B2 and B4 in the horizontal axis from the straight line passing through the point C7
50	WBC -	–	Coefficient of shoulder asymmetry, right shoulder closer	

51	WBC	%	Coefficient of shoulder asymmetry, left shoulder closer	Percentage difference between the points B2 and B4 in the horizontal axis from the straight line passing through the point C7 According to the equation No. 1 (35)
52	WBC -	%	Coefficient of shoulder asymmetry, right shoulder closer	
53	WBK -	–	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, right shoulder closer	Difference between the points B2 and M1 and between B4 and Mp in the vertical axis.
54	WBK	–	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, left shoulder closer	
55	WBK -	%	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, right shoulder closer	Percentage difference between the points B2 and M1 and between B4 and Mp According to the equation No. 1 (35)
56	WBK	%	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, left shoulder closer	
57	WBX	–	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, left shoulder closer	Difference between the points B2 and B4 and between Ml and Mp in the horizontal axis
58	WBX -	–	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, right shoulder closer	



59	WBX	%	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, left shoulder closer	Percentage difference between the points B2 and B4 and between Ml and Mp According to the equation No. 1 (35)
60	WBX -	%	Coefficient of asymmetry shoulder-pelvis, right shoulder closer	
61	UK	mm	Maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right	Highest deviation of the spinous process from the vertical line from the S1. Distance is measured in the horizontal line.
62	UK -	mm	Maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the left.	
63	Vertebra No.	-	No. of the vertebra maximally deviated to the left or right	No. of the vertebra which is the most deviated to the left or right in the asymmetric profile of the lines of spinous processes, with 1 meaning the first cervical vertebra (C1) If the arithmetic mean adopts the value of e.g. from 12.0 to 12.5, this means Th5; if it ranges from 12.6 to 12.9, this means Th6.
Transverse plane				
64	ŁB -	mm	Lower angle of the right scapula more convex	Difference in the distance of lower angles of scapulae from the surface of the back
65	ŁB	mm	Lower angle of the left scapula more convex	
66	UB – (PLLb)	degrees	Angle of convexity of lower angles of scapulae, more convex for the left scapula	Differences between UB1 - UB2 angles. Angle UB2 is between the line passing through the point Łl perpendicular to the camera axis and the straight line passing through Łl and Łp. Angle UB1 is between the line passing through the point Łp perpendicular

67	UB	degrees	Angle of convexity of lower angles of scapulae, more convex for the right scapula	to the camera axis and the straight line passing through $L_p$ and $L_l$ . $PLL_B = LL_B - PL_B$
68	KSM	degrees	The pelvis rotated to the right	Angle between the line passing through the point $M_l$ perpendicular to the camera axis and the straight line passing through $M_l$ and $M_p$ .
69	KSM -	degrees	The pelvis rotated to the left	Angle between the line passing through the point $M_p$ perpendicular to the camera axis and the straight line passing through $M_l$ and $M_p$ .

In the feet system

Symbol		Parameters				
In load		Unit	Name	Description		
70	DL p	mm	Right foot length (p), left foot length (l)	Distance between acropodion and pterion on the plantocontourogram		
71	DL l					
72	Sz p		Right foot width (p), left foot width (l)		Distance between metatarsale fibulare and metatarsale tibiale on the plantocontourogram	
73	Sz l					
74	W p		W index (Wejsflog) right foot (p), left foot (l)			Foot length to width ratio $DL_p/Sz_p = W_p$ , $DL_l/Sz_l = W_l$
75	W l					
76	Alpha p m	degree	Hallux valgus angle for the right foot: Alpha p p, left: Alpha l p. Hallux varus angle for the right foot: Alpha p m, left: Alpha l m.	Angle between the straight line passing through metatarsale tibiale and the most internal point at the medial edge of the heel and the straight line passing through the metatarsale tibiale and the most medial edge of the hallux		
77	Alpha p p					
78	Alpha l m					
79	Alpha l p					
80	Beta p m				Fifth toe varus angle for the right foot: Beta p p, left: Beta l p. Fifth toe valgus angle for the right foot: Beta p m, left: Beta l m.	Angle between the straight line passing through metatarsale fiburale and the most external point on the lateral edge of the heel and the straight line passing through metatarsale fiburale and the most external point on the lateral edge of the fifth toe on the plantocontourogram.
81	Beta p p					
82	Beta l m					
83	Beta l p					
84	Gamma P (Gam.P)		Heel angle of the foot, right (p), left (l)	Angle between the straight line passing through metatarsale tibiale and the most internal point on the medial edge of the		
85	Gamma L					

	(Gam.L)			heel and the straight line passing through metatarsale fiburale and the most external point on the lateral edge of the heel on the plantocontourogram.		
86	PS p	mm <sup>2</sup>	Foot surface area, right (p), left (l)	Surface of foot plantocontourogram		
87	PS l					
88	Ky p		Sztriter-Godunow index of the foot, right (p), left (l)	Ratio of the length of the section passing in the centre of longitudinal arch through the shaded area of the footprint to the length of the section determined by the non-shaded area of the plantocontourogram, with this section perpendicular to the straight line passing through metatarsale tibiale and the most internal point on the medial edge of the heel		
89	Ky l					
90	Cl p	degree	Clarke's angle of the foot, right (p), left (l)	Angle between the straight line passing through metatarsale tibiale and the most internal point on the medial edge and the straight line connecting the point of the greatest convexity and metatarsale tibiale		
91	Cl l					
92	DP 1	mm	Longitudinal arch length 1, 2, 3, 4, and 5 of the foot, right (P), left (L)	Length of the arch from 1, 2, 3, 4 and 5 metatarsal bone to the pterion		
93	DP 2					
94	DP 3					
95	DP 4					
96	DP 5					
97	DL 1					
98	DL 2					
99	DL 3					
100	DL 4					
101	DL 5					
102	WP 1				Arch height 1, 2, 3, 4, and 5 of the foot, right (P), left (L)	Distance from the ground to the highest point of the arch 1, 2, 3, 4 and 5.
103	WP 2					
104	WP 3					
105	WP 4					
106	WP 5					
107	WL 1	Arch width 1, 2, 3, 4, and 5 of the foot, right (P), left	Arch longitudinal chord 1, 2, 3, 4 and 5.			
108	WL 2					
109	WL 3					
110	WL 4					
111	WL 5					
112	SP 1					
113	SP 2					
114	SP 3					

115	SP 4		(L)	
116	SP 5			
117	SL 1			
118	SL 2			
119	SL 3			
120	SL 4			
121	SL 5			

Source: author's own elaboration

#### 4. Results

The statistical analysis concerned the correlation coefficient and p value of selected angular and linear parameters of the spine, pelvis, body trunk and feet in the sagittal, frontal and transverse planes.

Of the characteristics of the system of pelvis and spine, the most frequently correlated characteristics (in decreasing order) are: UKp – the greatest deviation of the spinous process from the vertical line passing through S1 to the right, WBSppr – percentage coefficient of shoulder asymmetry, OLppr – percentage difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes, KNTp – angle of body bent in the frontal plane to the right, WBXppr – percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry, WBKppr – percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry, WBCppr – percentage coefficient of shoulder asymmetry, KNTm – angle of pelvis inclination to the right, KPTm – angle of body bent in the sagittal plane, KPTp – angle of body extension in the sagittal plane, PLTT – asymmetry of the height of waist triangles, WBC - coefficient of shoulder asymmetry, UBm - angle of convexity of lower angles of scapulae, OLmpr – percentage difference in the distance of lower angles of the scapulae, LBp – more convex lower angle of the scapulae, WBSp - coefficient of shoulder asymmetry, WBXmpr – percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry, ULp - angle of scapulae line, UBp - angle of convexity of lower angles of scapulae, WBSmpr – percentage coefficient of shoulder asymmetry. In 8.23%, this correlation was positive. Furthermore, the characteristics of the feet which most frequently correlated with the parameters of the system of pelvis-spinal column include: SZP – right foot width, SZL – left foot width, DLP – right foot length, AlfaPm – angle of varus deformity of the hallux of the right foot, BetaPm – angle of valgus deformity of the fifth toe of the left foot, BetaLm – angle of valgus deformity of the fifth toe of the left foot, AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot, DLL – left foot length, AlfaPp - angle of valgus deformity of the hallux of the right foot, BetaLm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the left foot, CIP – Clarke's angle of the right foot, WL1 – height of the first arch of the left

foot, DP2 – length of the second arch of the right foot, DL3 – length of the third arch of the left foot, WL2 – height of the second arch of the left foot, CIL – Clarke's angle of the left foot, Wp – Wejsflog index, AlfaLp – angle of hallux valgus deformity in the left foot, PSL – surface of the plantocontourgram of the left foot, DP5 – length of the fifth arch of the right foot, DP1 – length of the first arch of the right foot, WL4 – height of the fourth arch of the left foot, DP4 - length of the fourth arch of the right foot, DL5 - length of the fifth arch of the left foot, SL2 – width of the second arch of the left foot, WP1 – height of the first arch of the right foot. In 52.86%, this correlation was positive.

The highly significantly negative correlation is observed in the population of 14-years-old girls between GLLm (depth of lumbar lordosis) and BetaPm (angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot). In 15-year-old girls, these correlations were found between Gamma (heel angle) and BetaPm (angle of fifth toe deformity of the right foot), in those 16 year old - between OLppr (percentage difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes) and AlphaLm (angle of hallux varus deformity of the left foot) and in those 18-year old between: OL and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot, OLp - difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot, UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and DP2 – length of the second arch of the right foot, UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and DP3 – length of the third arch of the right foot, KPTm – angle of body bent in the sagittal plane and DL3 – length of the third arch of the left foot, UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and DL3 - length of the third arch of the left foot, UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and SL3 – width of the third arch of the left foot, UKm - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the left and DL3 – length of the third arch of the left foot, WBKppr - percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry and AlfaLp - angle of valgus deformity of the hallux of the left foot. In the population of the 15-year old girls, the positive correlation was found between: PLTT – difference in the height of waist triangles and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot, KKP – angle of thoracic kyphosis and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toes of the right foot; in 18-years-old girls between: DKP – length of thoracic kyphosis and AlfaLm - angle of varus deformity of the left foot, OLmpr – percentage difference in the distance of lower angles of the scapulae from the line of spinous processes and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot,

WBSmpr – percentage coefficient of shoulder asymmetry and KyL – index of foot arch, WBKppr – percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry and Wp – Wejsflog index of the right foot, KLL – angle of lumbar lordosis and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot. Highly significant negative correlations are present in the population of 14-year-old boys between: PLBW – difference in the shoulder height and BetaLm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the left foot, WBC - coefficient of shoulder asymmetry and BetaLm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the left foot. In 15-year-old boys, these correlations were found between: PLBW - difference of the shoulder height and BetaPm – angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot, WBCmpr – percentage coefficient of shoulder asymmetry and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot, RLLp – height of lumbar lordosis and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot; in the 16-year-old boys, between: WBKmpr – percentage coefficient of shoulder-pelvis asymmetry and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot; in the 18-year-old boys, between: KPTm – angle of body bent in the sagittal plane and CLl – Clarke's index of the left foot.

Highly significant positive correlations are present in the population of 14-year-old boys between: UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot, WBCppr – percentage coefficient of shoulder asymmetry and AlfaLm - angle of varus deformity of the hallux of the left foot, PLBW - difference in the varus deformity of the hallux of the left foot and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot; in the 15-year-old boys between: WBSp - coefficient of shoulder asymmetry and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot, WBC - coefficient of shoulder asymmetry and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot, RKpp - height of thoracic kyphosis and BetaPm - angle of valgus deformity of the fifth toe of the right foot; in the 18-year-old boys, between: UKp - maximal deviation of the spinous process of the vertebra to the right and CIP – Clarke's index of the right foot, WBXmpr - coefficient of shoulder-pelvis asymmetry and SZP – width of the right foot and between WP2 – height of the second foot arch and WP3 - height of the third foot arch of the right foot, UKp - maximal deviation of the spinous process to the right and CIP – Clarke's index of the right foot. In other age ranges, the population of girls shows an upward tendency up to the 18 years of age for the examined relationships. In boys the tendency is declining at the age of 15 years, followed by an increase in the next year

and a decline at the age of 17 year followed by a rapid increase up to 18 years. Of 512 significant correlations for each sex and all age category, only 7.2% occurred twice.

Notes: Thick continuous line: highly significant correlation ( $0.001 >$ )

Thick dashed line: medium significant correlation ( $0.01 - 0.001$ )

Thin dashed line: little significant correlation ( $0.05 - 0.01$ )

Fig. 1. Correlations between the parameters of body posture in girls aged 14 years (n) 316

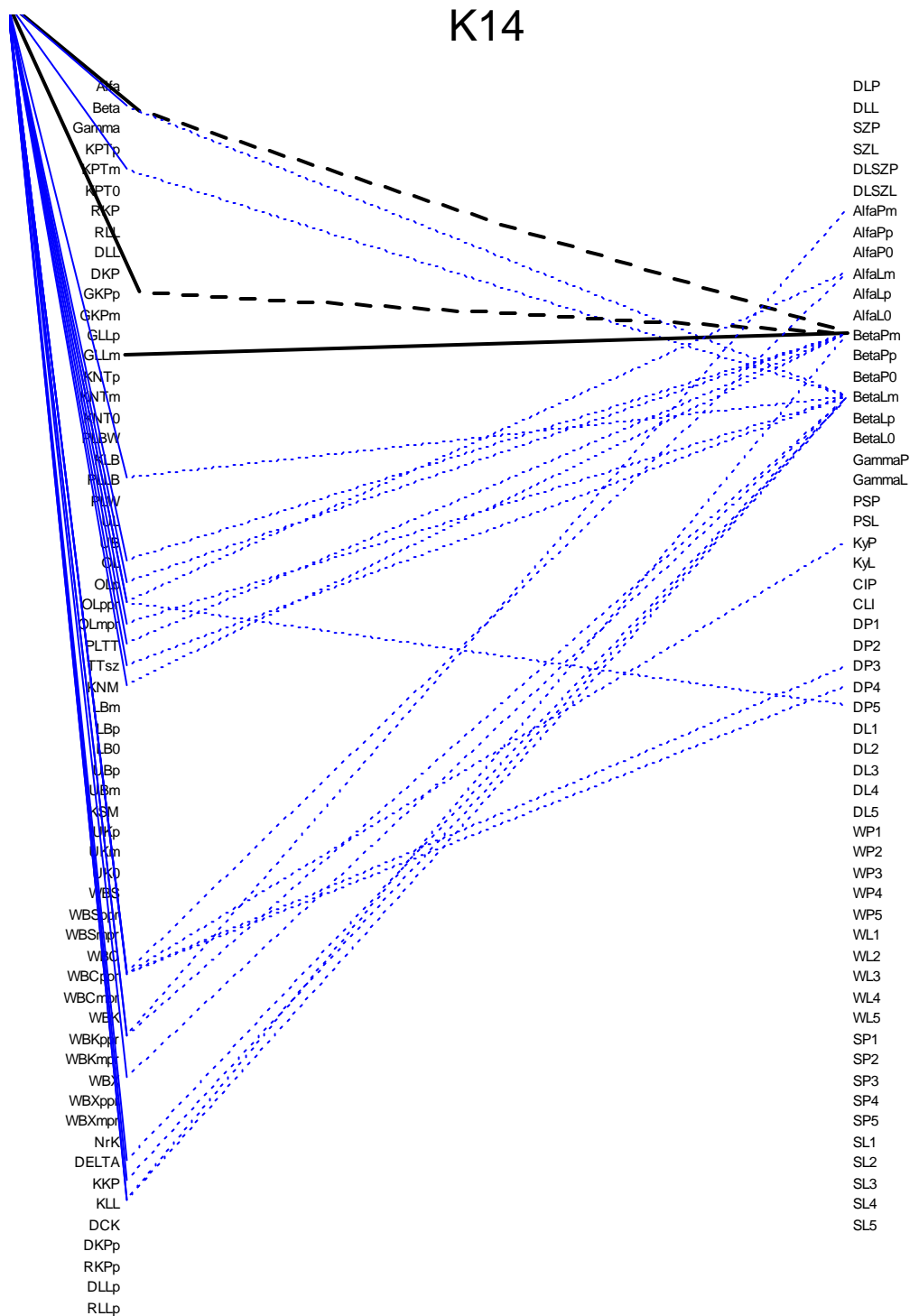


Fig. 2. Correlations between the parameters of body posture in boys aged 14 years (n) 270

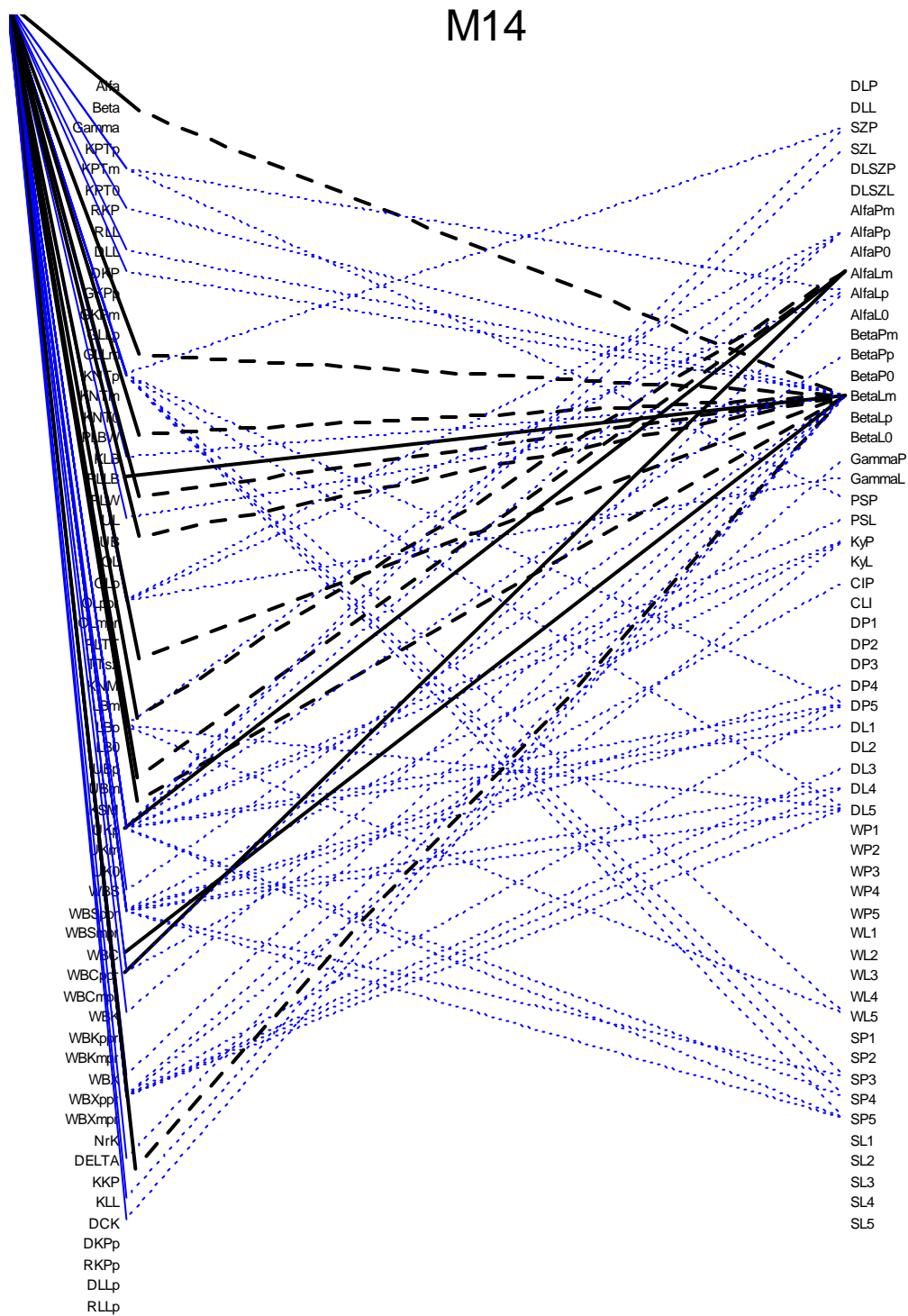
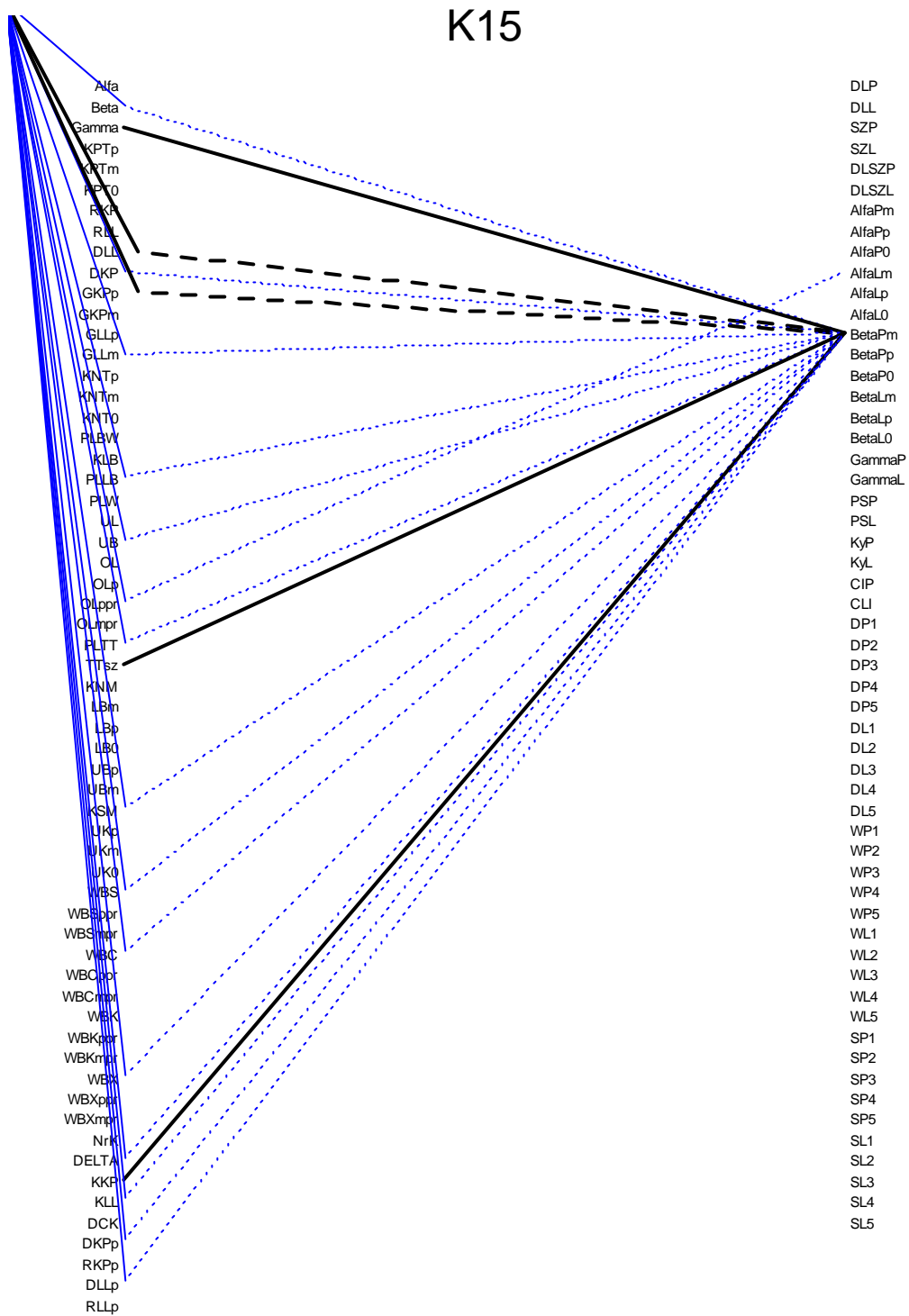


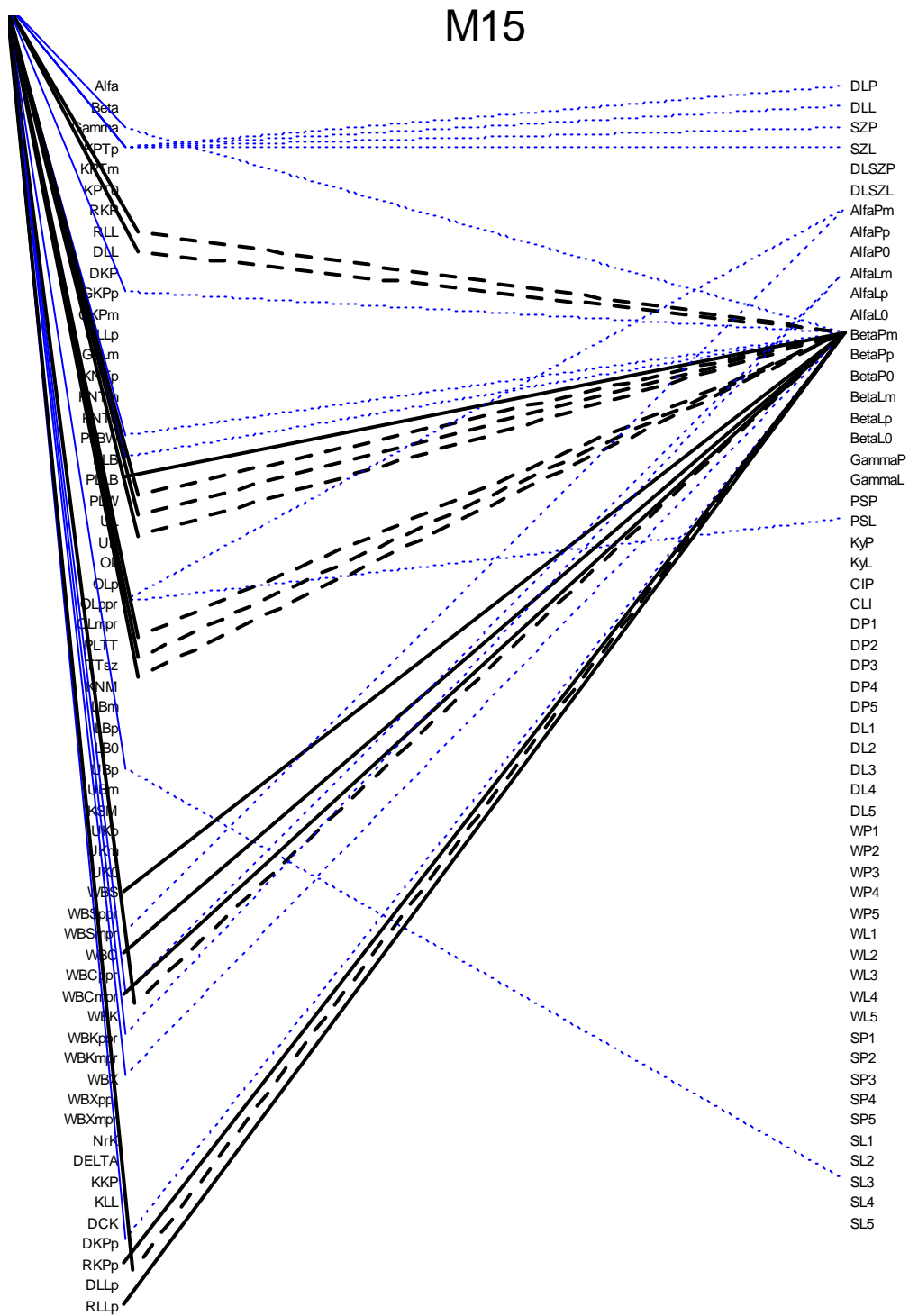


Fig. 3. Correlations between the parameters of body posture in girls aged 15 years (n) 287



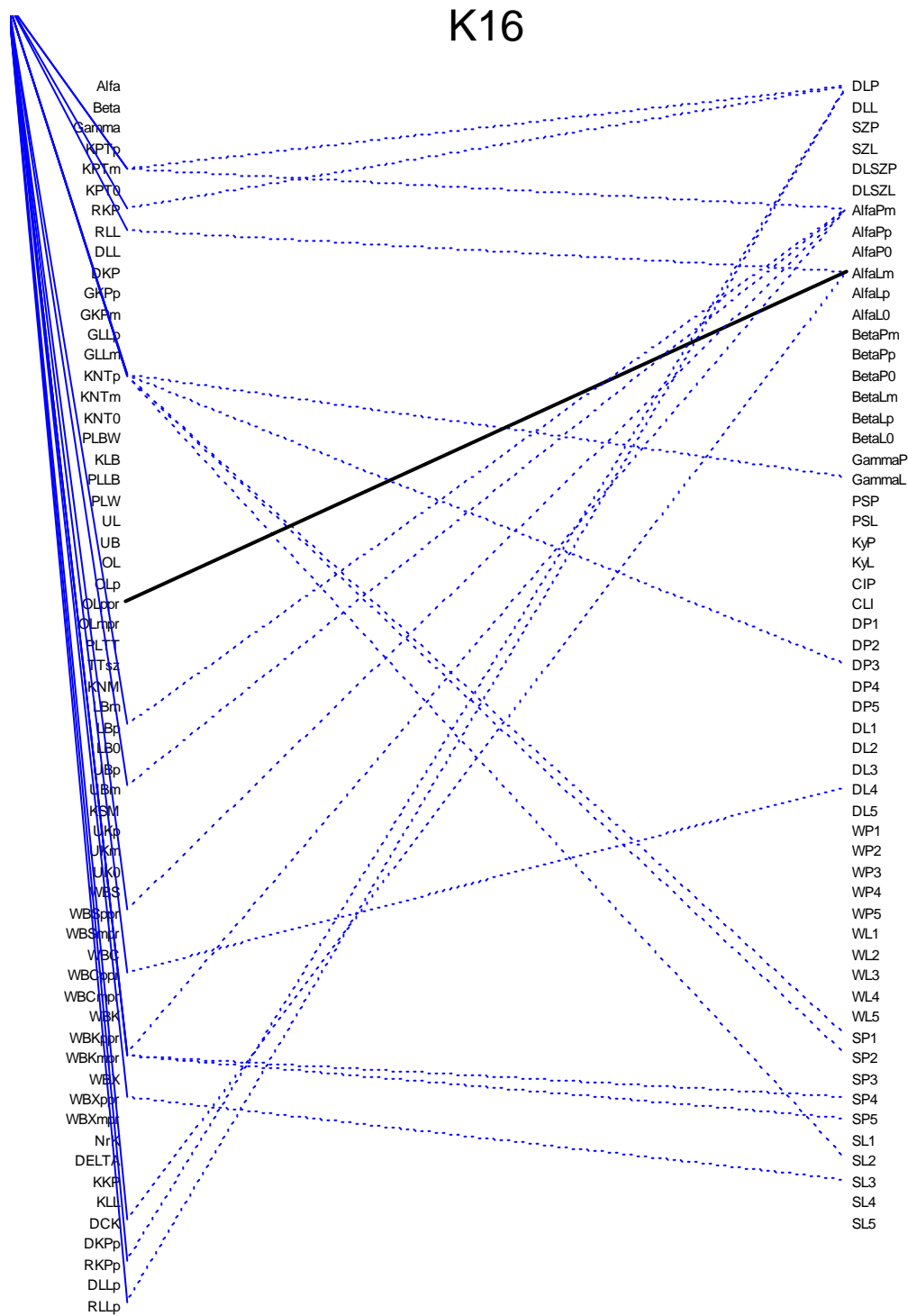
Source: author's own elaboration

Fig. 4. Correlations between the parameters of body posture in boys aged 15 years (n) 267



Source: author's own elaboration

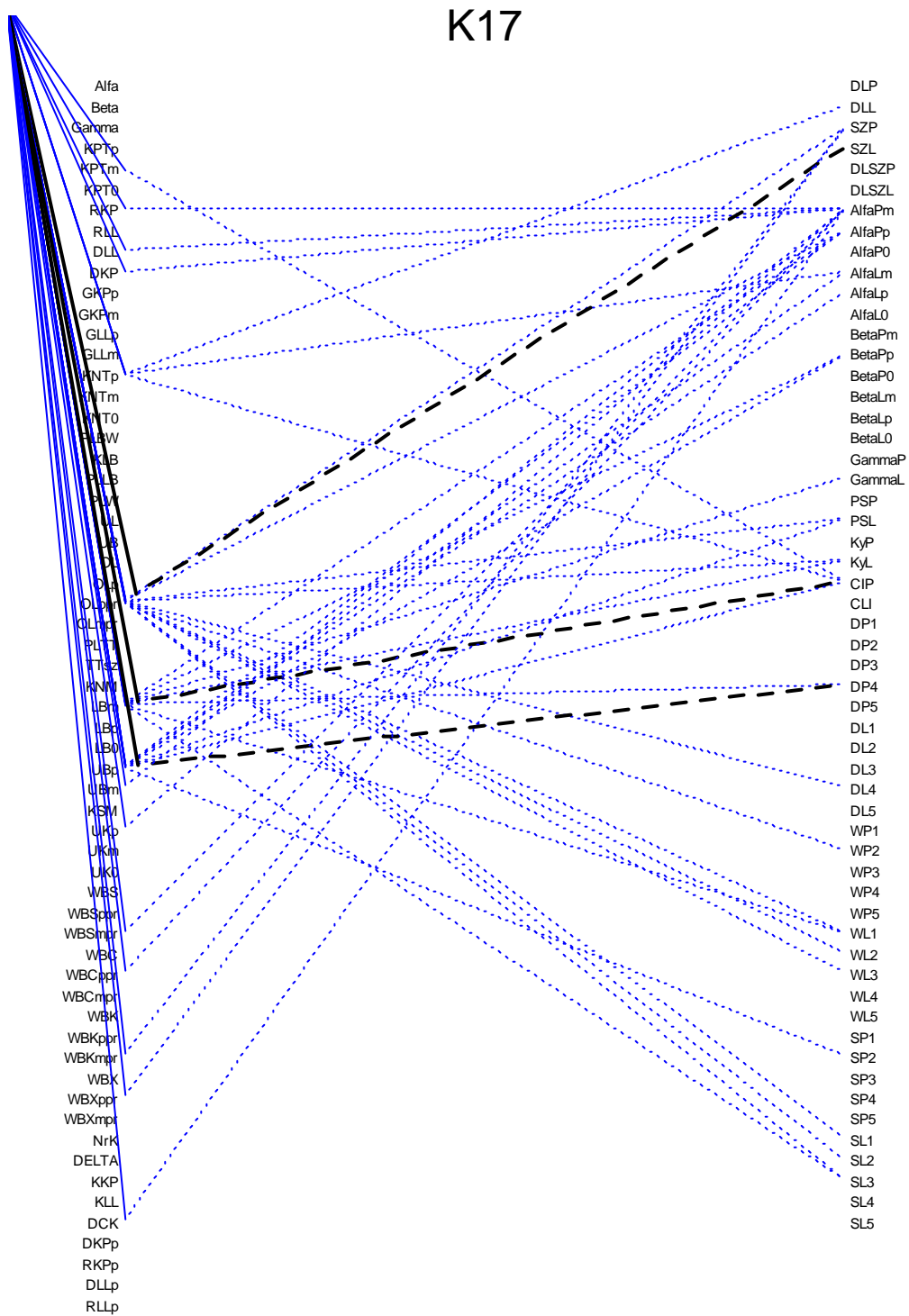
Fig. 5. Correlations between the parameters of body posture in girls aged 16 years (n) 158



Source: author's own elaboration



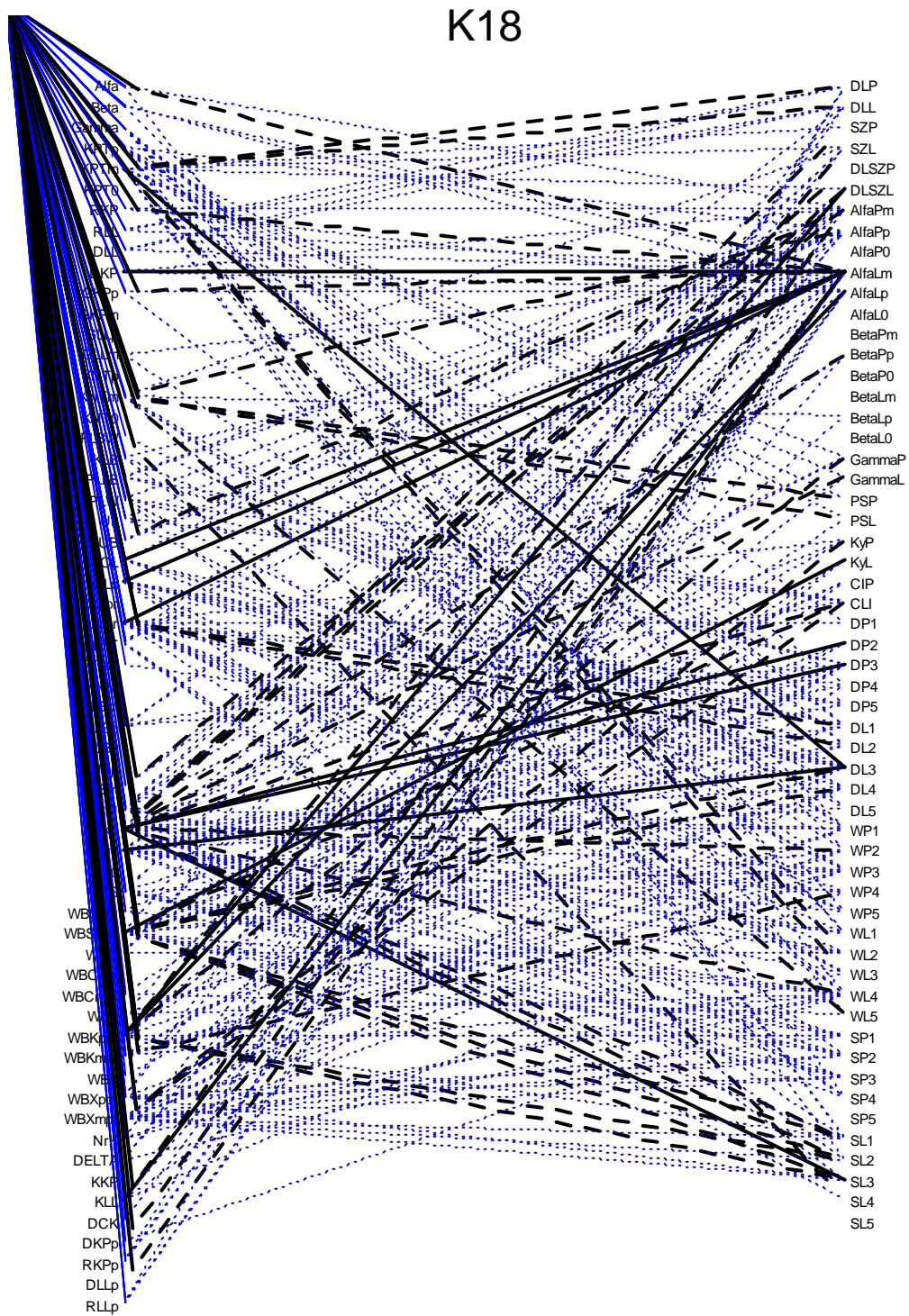
Fig. 7. Correlations between the parameters of body posture in girls aged 17 years (n) 258



Source: author's own elaboration



Fig. 9. Correlations between the parameters of body posture in girls aged 18 years (n) 129



Source: author's own elaboration





## 5. Conclusion

1. Detailed analysis of the distribution of significance of correlations in any age range and gender groups demonstrated their incidentalness and accidentalness, which prevented from establishing any patterns and relationships between the characteristics. The coexistence of these characteristics can be only found.
2. Among the characteristics which describe the pelvis-spine system and are most often correlated with feet characteristics at the age of 15 to 17 years are the characteristics of the frontal and sagittal planes, followed by less pronounced characteristics of the transverse plane.
3. The most frequent and strongest correlations and their coexistence with the characteristics in the area of feet occur in the groups of girls aged 18 years and boys aged 15 and 18 years.

## Streszczenie

**Wstęp.** Mnogość procedur ocen postawy i brak metody nie budzącej zastrzeżeń sprawia, że wybór musi być podyktowany celem prowadzonych badań. Współczesna diagnostyka pozwala określić liczbą większości cech postawy ciała, a tym samym zachodzące relacje między nimi. W dostępnej literaturze krajowej i zagranicznej analizowany problem nie jest często podnoszony. Celem badań jest określenie istotności związku wybranych cech opisujących zespół miednicy-kręgosłupa i stóp w populacji obojga płci w wieku od 14 do 18 lat.

**Material i narzędzia badawcze** Przeprowadzone badania w grupie młodzieży w wieku od 14 do 18 lat, pozwoliły zarejestrować 2343 obserwacji, w tym 1148 dziewcząt i 1195 chłopców, wielkości 121 cech opisujących postawę i stóp, w poszczególnych kategoriach wiekowych i płci. Stanowisko do pomiaru wielkości cech postawy ciała i stóp metodą fotogrametryczną składa się z komputera i karty, programu, monitora i drukarki, urządzenia projekcyjno - odbiorczego z kamerą do pomiaru wybranych parametrów.

## Wnioski

1. Szczegółowa analiza rozkładu istotnych korelacji w każdym przedziale wieku i płci wykazała ich incydentalność i przypadkowość, co uniemożliwiło wykazanie jakichkolwiek prawidłowości i zależności między badanymi cechami. Można stwierdzić jedynie ich wzajemne współwystępowanie.
2. Wśród cech, opisujących zespołu miednicy-kręgosłupa a najczęściej korelujących z

cechami stóp w wieku 14-17 lat dominują cechy płaszczyzny czołowej i strzałkowej, mniej poprzecznej.

3. W analizowanych przedziałach wiekowych najczęstsze i najsilniejsze związki i współwystępowanie z cechami w obrębie stóp zachodzi wśród dziewcząt w 18 roku życia, wśród chłopców w 15 i 18 roku życia.

## 1. Wprowadzenie

Metody oceny budowy stopy i jej parametrów funkcjonalnych w aspekcie zagrożenia płaskostopiem oraz postawy ciała w zakresie zaburzeń jej biomechanicznej statyki, budzą jeszcze szereg kontrowersji. Zastosowana mora projekcyjna jest jedną z metod szybkiej i nieinwazyjnej diagnostyki, pozwalającej uchwycić początkowy etap odchylenia. Z badań Yassera i Kasperczyka [1] wynika, że istnieje zależność, potwierdzona wysokimi wartościami korelacji pomiędzy kątem Clarke'a a wysokością łuku podłużnego stopy. Wykazano także, że poziom wysklepienia podłużnego stopy wyrażony kątem Clarke'a jest wysoki już u dzieci 3-letnich i wynosi  $29,5^{\circ}$ , a w wieku 6 lat  $32,5^{\circ}$ , nieco wyższe wartości występują u dziewcząt – średnio o  $4^{\circ}$ , odsetek stóp zagrożonych płaskostopiem oceniono na około 20%, a stóp płaskich na ok. 10%. Badania Więclaw [2] wykazały zależność między ogólnym stopniem rozwoju fizycznego; typem konstytucyjnym oraz płcią badanych a kształtowaniem się wskaźników określających stan wysklepienia stóp. Wyniki badań Puszczałowskiej-Lizis [3, 4, 5] obejmujące 280 studentów w wieku 20-28 lat, metodą pantograficzną z wykonaniem odbitek przyrządem pomysłu Ślężyńskiego, wykazały u kobiet słabe związki jedynie między wskaźnikiem głębokości wysklepienia podłużnego stopy a kątem piętowym. U mężczyzn nie stwierdzono związków między parametrami wysklepienia podłużnego a wysklepieniem poprzecznym i parametrami przedniej strefy podparcia stopy. Autorka badań we wnioskach stwierdza, że wysklepienie podłużne nie wykazuje związków z architekturą poprzeczną i przednią strefą podparcia u kobiet i mężczyzn w wieku 20-28 lat.

Publikacji o związkach statodynamicznych cech w obrębie stóp i pasa biodrowego jest stosunkowo niewiele. Problem zgłębiała Mięśowicz [6-8], Drzał-Grabiec, Snela [9], Mrozkowiak, Sokołowski, Jazdończyk [10, 11]. Rozwój technik informatycznych umożliwił podejście do oceny postawy kompleksowo, pozwolił na usytuowanie poszczególnych członów w czasie i przestrzeni, uchwycenie przestrzennego zrównoważenia spionizowanej postawy ciała [12]. Mnogość procedur ocen postawy i brak metody nie budzącej zastrzeżeń sprawia, że wybór musi być podyktowany celem prowadzonych badań. Współczesna

diagnostyka pozwala określić liczbą większości cech postawy ciała, a tym samym zachodzące relacje między nimi. W dostępnej literaturze krajowej i zagranicznej analizowany problem nie jest często podnoszony.

Celem badań jest określenie istotności związku wybranych cech opisujących zespół miednicy-kręgosłupa i stóp w populacji obojga płci w wieku od 15 do 18 lat.

## 2. Materiał i metody

Przeprowadzone badania w grupie młodzieży w wieku od 14 do 18 lat, pozwoliły zarejestrować 2343 obserwacji, w tym 1148 dziewcząt i 1195 chłopców, wielkości 121 cech opisujących postawę i stóp, w poszczególnych kategoriach wiekowych i płci.

Podstawowym założeniem w badaniach jest to, aby ocenie podlegała zawsze postawa habitualna, jako względnie trwała właściwość osobnicza człowieka [13]. Postawa ta odzwierciedla indywidualny stan emocjonalny, psychiczny, społeczny i socjalny badanego. Najrzetelniej opisuje jego sylwetkę w czasie i miejscu. Przeprowadzone badania nie określają czy postawa osobnika jest prawidłowa, stwierdzają jedynie jaki jest stan jej realizacji ontogenetycznej. Zobiektywizowane i porównywalne wyniki badań umożliwią zarejestrowanie przyjętych do analizy parametrów postawy ciała z możliwymi do określenia kompensacjami. Połączenie badania tułowia i stóp pozwoli obiektywnie określić jakość wzorca postawy realizowanego w danym środowisku, płci i kategorii wiekowej oraz stopnia korekcji w wyniku zastosowanych wysiłków fizycznych. Zastosowane urządzenie pomiarowe określa kilkadziesiąt parametrów, opisujących postawę ciała. Do analizy statystycznej wybrano 121 kątowych i liniowych parametrów kręgosłupa, miednicy, tułowia i stóp w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej i poprzecznej, tab. 1. Stanowisko do pomiaru wielkości cech postawy ciała i stóp metodą fotogrametryczną składa się z komputera i karty, programu, monitora i drukarki, urządzenia projekcyjno - odbiorczego z kamerą do pomiaru wybranych parametrów. Uzyskanie przestrzennego obrazu możliwe jest dzięki wyświetleniu na plecach i stopach dziecka linii o ściśle określonych parametrach. Linie, padając na skórę ulegają zniekształceniom zależnie od konfiguracji powierzchni. Dzięki zastosowaniu obiektywu, obraz badanego może być odebrany przez specjalny układ optyczny z kamerą, a następnie przekazany na monitor komputera. Zniekształcenia obrazu linii rejestrowane w pamięci komputera, przetwarza algorytm numeryczny na mapę warstwicową badanej powierzchni. Wykonując badanie, należy zdawać sobie sprawę z tego, że wykonane zdjęcie rejestruje obraz sylwetki widocznej na skórze dziecka. Nierówność rozkładu tkanki tłuszczowej na powierzchni pleców, rodzi trudności w rzetelnej ocenie postawy u dzieci szczególnie

ze wskaźnikiem BMI powyżej 25,0 – 30,0. U osób tych znacznie trudniej jest oznaczyć wybrane punkty antropometryczne wykorzystywane w obliczeniach [14].

Tab. 1. Wykaz rejestrowanych cech zespołu miednicy – kręgosłupa, stóp,  
W obrębie zespołu miednicy-kręgosłupa

Nr	Symbol	Parametry		
		Miano	Nazwa	Opis
Płaszczyzna strzałkowa				
1	Alfa	stopnie	Nachylenie odcinka lędźwiowo- krzyżowego	
2	Beta	stopnie	Nachylenie odcinka piersiowo-lędźwiowego	
3	Gamma	stopnie	Nachylenie odcinka piersiowego górnego	
4	Delta	stopnie	Suma wartości kątów	Delta = Alfa+Beta+Gamma
5	DCK	mm	Długość całkowita kręgosłupa	Odległość między punktami C7 i S1 mierzona w pionie
6	DCK	%		Wartość DCK jako odsetek Wc.
7	KPT	stopnie	Kąt wyprostu tułowia	Określony jest odchyleniem linii C7-S1 od pionu (w tył)
8	KPT -	stopnie	Kąt zgięcia tułowia	Określony jest odchyleniem linii C7-S1 od pionu (w przód)
9	MI -	stopnie	Współczynnik kompensacji	MI = KKP – KLL, znak „-”, gdy KKP < KLL
10	MI	stopnie		MI = KKP – KLL, znak „+”, gdy KKP > KLL
11	DKP	mm	Długość kifozy piersiowej	Odległość między punktami LL a C7
12	DKP	%		Wartość DKP jako odsetek DCK
13	KKP	stopnie	Kąt kifozy piersiowej	$KKP = 180 - (Beta+Gamma)$
14	RKP	mm	Wysokość kifozy piersiowej	Odległość między punktami C7 a PL
15	RKP	%		Wartość RKP jako odsetek DCK
16	GKP	mm	Głębokość kifozy piersiowej	Odległość mierzona poziomo między liniami pionowymi przechodzącymi przez punktu PL o KP
17	WKP	-	Wskaźnik kifozy piersiowej	Stosunek głębokości do długości $WKP=GKP/RKP$ (Gdy GKP jest w inwersji to wskaźnik przyjmuje wartość ujemną (WKP-): 17a
18	DLL	mm	Długość	Odległość między punktami S1 a KP

19	DLL	%	lordozy lędźwiowej	Wartość DLL jako odsetek DCK
20	KLL	stopnie	Kąt lordozy lędźwiowej	$KLL = 180 - (Alfa + Beta)$
21	RLL	mm	Wysokość lordozy lędźwiow.	Odległość między punktami S1 a PL
22	RLL	%		Wartość RLL jako odsetek DCK
23	GLL -	mm	Głębokość lordozy lędźwiow	Odległość mierzona poziomo między liniami pionowymi przechodzącymi przez punkty PL i LL
24	WLL -	-	Wskaźnik lordozy lędźwiow.	Stosunek głębokości do długości $WLL = GLL/RLL.$
Płaszczyzna czołowa				
25	KNT -	stopnie	Kąt zgięcia tułowia w bok	Określony jest odchyleniem linii C7-S1 od pionu w lewo.
26	KNT	stopnie		Określony jest odchyleniem linii C7-S1 od pionu w prawo
27	LBW -	mm	Prawy bark wyżej	Odległość mierzona pionowo między liniami poziomymi przechodzącymi przez punkty B2 i B4
28	LBW	mm	Lewy bark wyżej	
29	KLB	stopnie	Kąt linii barków, prawy wyżej	Kąt między linią poziomą a prostą przechodzącą przez punkty B2 i B4
30	KLB – (PLBW)	stopnie	Kąt linii barków, lewy wyżej	$PLBW=LBW-PBW$
31	LŁW	mm	Lewa łopatka wyżej	Odległość mierzona pionowo między liniami poziomymi przechodzącymi przez punkty Ł1 i Łp
32	LŁW – (PLW)	mm	Prawa łopatka wyżej	
33	UL	stopnie	Kąt linii łopatek, prawa wyżej	Kąt między linią poziomą a prostą przechodzącą przez punkty Ł1 a Łp
34	UL -	stopnie	Kąt linii łopatek, lewa wyżej	

35	OL	mm	Kąt dolny lewej łopatki bardziej oddalony	Różnica oddalenia dolnych kątów łopatek od linii wyrostków kolczystych kręgosłupa mierzona poziomo na prostych przechodzących przez punkty Ł1 i Łp
36	OL -	mm	Kąt dolny prawej łopatki bardziej oddalony	
37	OL	%	Kąt dolny lewej łopatki bardziej oddalony	Procentowo wyrażona różnica oddalenia dolnych kątów łopatek od linii wyrostków kolczystych kręgosłupa mierzona poziomo na prostych przechodzących przez punkty Ł1 i Łp wg wzoru nr 1: (odległość lewa – odległość prawa)/(odległość lewa+odległość prawa) x 100
38	OL -	%	Kąt dolny prawej łopatki bardziej oddalony	
39	TT	mm	Lewy trójkąt taliowych jest wyższy	Różnica odległości mierzona pionowo między punktami T1 i T2 a T3 i T4. PLTT = LTT – PTT
40	TT – (PLTT)	mm	Prawy trójkąt taliowych jest wyższy	
41	TS	mm	Lewy trójkąt taliowy jest Szerszy	Różnica odległości mierzona poziomo między prostymi przechodzącymi przez punkty T1 i T2 a T3 i T4
42	TS -	mm	Prawy trójkąt taliowy jest Szerszy	
43	KNM	stopnie	Kąt nachylenia miednicy, prawy talerz biodrowy wyżej	Kąt między linią poziomą a prostą przechodzącą przez punkty M1 a Mp
44	KNM -	stopnie	Kąt nachylenia miednicy, lewy talerz biodrowy wyżej	
45	WBS	_	Współczynnik asymetrii barków, lewy bliżej	Wyraża różnicę odległości punktów B2 i B4 w osi poziomej do prostej przechodzącej przez pkt S1

46	WBS -	-	Współczynnik asymetrii barków, prawy bliżej	
47	WBS	%	Współczynnik asymetrii barków, lewy bliżej	Procentowo wyrażona różnica odległości punktów B2 i B4 w osi poziomej do prostej przechodzącej przez pkt S1. Wg wzoru nr 1 (35)
48	WBS -	%	Współczynnik asymetrii barków, prawy bliżej	
49	WBC	-	Współczynnik asymetrii barków, lewy bliżej	Wyraża różnicę odległości punktów B2 i B4 w osi poziomej do prostej przechodzącej przez pkt C7
50	WBC -	-	Współczynnik asymetrii barków, prawy bliżej	
51	WBC	%	Współczynnik asymetrii barków, lewy bliżej	Procentowo wyraża różnicę odległości punktów B2 i B4 w osi poziomej do prostej przechodzącej przez pkt C7. Wg wzoru nr 1 (35)
52	WBC -	%	Współczynnik asymetrii barków, prawy bliżej	
53	WBK -	-	Współczynnik asymetrii bark-miednica, prawy bliżej	Wyraża różnicę odległości punktów B2 i M1 a B4 i Mp w osi pionowej.
54	WBK	-	Współczynnik asymetrii bark-miednica, lewy bliżej	
55	WBK -	%	Współczynnik asymetrii bark-miednica, prawy bliżej	Procentowo wyraża różnicę odległości punktów B2 i M1 a B4 i Mp w osi pionowej. Wg wzoru nr 1 (35)

56	WBK	%	Współczynnik asymetrii bark-miednica, lewy bliżej	
57	WBX	–	Współczynnik asymetrii bark-miednica, lewy bliżej	Wyraża różnicę odległości punktów B2 i B4 a M1 i Mp w osi poziomej
58	WBX -	–	Współczynnik asymetrii bark-miednica, prawy bliżej	
59	WBX	%	Współczynnik asymetrii bark-miednica, lewy bliżej	Procentowo wyraża różnicę odległości punktów B2 i B4 a M1 i Mp w osi pionowej. Wg wzoru nr 1 (35)
60	WBX -	%	Współczynnik asymetrii bark-miednica, prawy bliżej	
61	UK	mm	Maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo	Największe odchylenie wyrostka kolczystego od pionu wyprowadzonego z S1. Odległość mierzona jest w osi poziomej.
62	UK -	mm	Maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w lewo.	
63	Nr kręgu	–	Nr kręgu maksymalnie odchylonego w lewo lub prawo	Numer kręgu najbardziej odchylonego w lewo lub prawo w asymetrycznym przebiegu linii wyrostków kolczystych, licząc jako 1, pierwszy krąg szyjny (C1) Jeśli średnia arytmetyczna przyjmuje wartość np. od 12,0 do 12,5 to jest to Th5, jeśli od 12,6 do 12,9 to jest to Th6.
Płaszczyzna poprzeczna				
64	ŁB -	mm	Kąt dolny prawej łopatki bardziej uwypuklony	Różnica odległość dolnych kątów łopatek od powierzchni pleców



65	ŁB	mm	Kąt dolny lewej łopatki bardziej uwypuklony	
66	UB – (PLLB)	stopnie	Kąt linii uwypuklenia dolnych kątów łopatek, lewej bardziej uwypuklony	Różnica kątów UB1 – UB2. Kąt UB2 zawarty między: linią przechodzącą przez punkt Ł1 i będącą jednocześnie prostopadłą do osi kamery a prostą przechodzącą przez Ł1 i Łp. Kąt UB1 zawarty między linią przechodzącą przez punkt Łp i będącą jednocześnie prostopadłą do osi kamery a prostą przechodzącą przez Łp i Ł1.
67	UB	stopnie	Kąt linii uwypuklenia dolnych kątów łopatek, prawa bardziej uwypuklony	PLLB = LLB – PLB
68	KSM	stopnie	Miednica skręcona w prawo	Kąt między linią przechodzącą przez punkt M1 i będącą jednocześnie prostopadłą do osi kamery a prostą przechodzącą przez M1 i MP
69	KSM -	stopnie	Miednica skręcona w lewo	Kąt między linią przechodzącą przez punkt Mp i będącą jednocześnie prostopadłą do osi kamery a prostą przechodzącą przez M1 i MP

#### W obrębie zespołu stóp

Symbol		Parametry		
W obc.		Miano	Nazwa	Opis
70	DL p	mm	Długość stopy prawej (p), lewej (l)	Odległość między punktami akropodion a pterion na platnogramie
71	DL l			
72	Sz p			
73	Sz l			
74	W p			
75	W l			
76	Alfa p m	stopnie	Kąt koślawości palucha stopy prawej: Alfa p p, lewej: Alfa l p. Kąt szpotawości palucha stopy prawej: Alfa p m, lewej: Alfa l m.	Kąt między prostą przechodzącą przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na brzegu przyśrodkowym pięty a prostą przechodzącą przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na przyśrodkowym brzegu palucha
77	Alfa p p			
78	Alfa l m			
79	Alfa l p			
80	Beta p m	stopnie	Kąt szpotawości V palca stopy prawej: Beta p p, lewej: Beta l p.	Kąt między prostą przechodzącą przez punkty metatarsale fiburale i najbardziej zewnętrzny na brzegu bocznym pięty a prostą prze-
81	Beta p p			

82	Beta l m		Kąt koślawości V palca stopy prawej: Beta p m, lewej: Beta l m.	chodzącą przez punkty metatarsale fiburale i najbardziej zewnętrzny na brzegu bocznym palca V na plantogramie
83	Beta l p			
84	Gamma P (Gam.P)		Kąt piętowy stopy prawej (p), lewej (l)	Kąt między prostą przechodzącą przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na brzegu przyśrodkowym pięty a prostą przechodzącą przez punkty metatarsale fiburale i najbardziej zewnętrzny na brzegu bocznym pięty na plantogramie
85	Gamma L (Gam.L)			
86	PS p	mm <sup>2</sup>	Powierzchnia stopy prawej(p), lewej (l)	Powierzchnia plantogramu stopy
87	PS l			
88	Ky p		Wskaźnik Sztritera-Godunowa stopy prawej (p), lewej (l)	Stosunek długości odcinka przebiegającego w centrum wysklepienia łuku podłużnego przez zaciemnioną część śladu do długości odcinka wykreślonego przez nie zaciemnioną część plantokonturogramu, przy czym odcinek ten jest prostopadły do prostej przechodzącej przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na brzegu przyśrodkowym pięty
89	Ky l			
90	Cl p	stopnie	Kąt Clarke'a stopy prawej (p), lewej (l)	Kąt zawarty między prostą przechodzącą przez punkty metatarsale tibiale i najbardziej wewnętrzny na brzegu przyśrodkowym pięty a prostą łączącą punkt największego wgłębienia i metatarsale tibiale
91	Cl l			
92	DP 1	mm	Długość łuku podłużnego 1, 2, 3, 4, i 5 stopy prawej (P), lewej (L)	Długość łuku od 1, 2, 3, 4 i 5 kości śródstopia do punktu pterion
93	DP 2			
94	DP 3			
95	DP 4			
96	DP 5			
97	DL 1			
98	DL 2			
99	DL 3			
100	DL 4			
101	DL 5			
102	WP 1			
103	WP 2			
104	WP 3			
105	WP 4			

106	WP 5			
107	WL 1			
108	WL 2			
109	WL 3			
110	WL 4			
111	WL 5			
112	SP 1		Szerokość łuku 1, 2, 3, 4 i 5 stopy prawej (P), lewej (L)	Ciężka długości łuku 1, 2, 3, 4 i 5.
113	SP 2			
114	SP 3			
115	SP 4			
116	SP 5			
117	SL 1			
118	SL 2			
119	SL 3			
120	SL 4			
121	SL 5			

Źródło: badania własne

#### 4. Wyniki

Analiza statystyczna wielkość współczynnika korelacji i p-value wybranych kątowych i liniowych parametrów kręgosłupa, miednicy, tułowia i stóp w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej i poprzecznej.

Najczęściej spośród cech zespołu miednicy-kręgosłupa z cechami stóp korelują (uszeregowanie malejąco): UKp – wielkość największego odchylenia w prawo wyrostka kolczystego kręgosłupa od pionu wyprowadzonego z S1, WBSppr – wyrażony procentowo współczynnik asymetrii barków, OLppr – procentowo wyrażona różnica oddalenia dolnych kątów łopatek od linii wyrostków kolczystych kręgosłupa, KNTp – kąt zgięcia tułowia w prawo w płaszczyźnie czołowej, WBXppr – wyrażony procentowo współczynnik asymetrii bark-miednica, WBKppr – wyrażony procentowo współczynnik asymetrii bark-miednica, WBCppr – wyrażony procentowo współczynnik asymetrii barków, KNTm – kąt nachylenia miednicy w prawo, KPTm – kąt zgięcie tułowia w płaszczyźnie strzałkowej, KPTp – kąt wyprostowania tułowia w płaszczyźnie strzałkowej, PLTT – asymetria wysokości trójkątów taliowych, WBC - współczynnik asymetrii barków, UBm - kąt linii uwypuklenia dolnych kątów łopatek, OLmpr – procentowo wyrażona różnica oddalenia dolnych kątów łopatek, LBp – kąt dolny lewej łopatki bardziej uwypuklony, WBSp - współczynnik asymetrii barków, WBXmpr – procentowo wyrażony współczynnik asymetrii bark-miednica, ULp - kąt linii łopatek, UBp - kąt linii uwypuklenia dolnych kątów łopatek, WBSmpr – procentowo wyrażony współczynnik asymetrii barków. Przy czym w 8,23% była to korelacja dodatnia. Natomiast cechy stóp, najczęściej korelujące z parametrami zespołu miednicy-kręgosłupa to:

SZP – szerokość prawej stopy, SZL – szerokość lewej stopy, DLP – długość prawej stopy, AlfaPm – kąt szpotawości palucha prawej stopy, BetaPm – kąt koślawości palca V prawej stopy, BetaLm – kąt koślawości palca V lewej stopy, AlfaLm - kąt szpotawości palucha lewej stopy, DLL – długość lewej stopy, AlfaPp - kąt koślawości palucha stopy prawej, BetaLm - kąt koślawości V palca stopy lewej, CIP – kąt Clarke’a prawej stopy, WL1 – wysokość pierwszego łuku lewej stopy, DP2 – długość drugiego łuku prawej stopy, DL3 – długość trzeciego łuku lewej stopy, WL2 – wysokość drugiego łuku lewej stopy, CIL – kąt Clarek’a lewej stopy, Wp – wskaźnik Wejsfloga, AlfaLp – kąt koślawości palucha stopy lewej, PSL – powierzchnia plantokonturogramu lewej stopy, DP5 – długość piątego łuku prawej stopy, DP1 – długość pierwszego łuku prawej stopy, WL4 – wysokość czwartego łuku lewej stopy, DP4 - długość czwartego łuku prawej stopy, DL5 - długość piątego łuku lewej stopy, SL2 – szerokość drugiego łuku lewej stopy, WP1 – wysokość pierwszego łuku prawej stopy. Przy czym w 52,86% była to korelacja dodatnia.

Korelacja wysoce istotna ujemna występuje w populacji 14-letnich dziewcząt między GLLm – głębokością lordozy lędźwiowej a BetaPm - kąt koślawości palca V prawej stopy. U 15-letnich między Gamma – kątem piętowym a BetaPm - kąt koślawości palca V prawej stopy, u 16-letnich między OLppr - procentowo wyrażoną różnicą oddalenia dolnych kątów łopatek od linii wyrostków kolczystych kręgosłupa a AlfaLm - kąt szpotawości palucha lewej stopy, u 18-letnich między: OL a AlfaLm - kąt szpotawości palucha lewej stopy, OLp - różnicą oddalenia dolnych kątów łopatek od linii wyrostków kolczystych kręgosłupa a AlfaLm - kąt szpotawości palucha lewej stopy, UKp - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo a DP2 – długością drugiego łuku prawej stopy, UKp - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo a DP3 – długością trzeciego łuku prawej stopy, KPTm – kątem zgięcia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej a DL3 – długością trzeciego łuku lewej stopy, UKp - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo a DL3 - długością trzeciego łuku lewej stopy, UKp - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo a SL3 – szerokością trzeciego łuku lewej stopy, UKm - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w lewo a DL3 – długością trzeciego łuku lewej stopy, WBKppr - wyrażony procentowo współczynnik asymetrii bark-miednica a AlfaLp - kąt koślawości palucha stopy lewej. W populacji 15-letnich dziewcząt korelacja dodatnia występuje między: PLTT – różnica wysokości trójkątów taliowych a BetaPm - kąt koślawości palca V prawej stopy, KKP – kątem kifozy piersiowej a BetaPm - kąt koślawości palca V prawej stopy, u 18-letnich między: DKP – długością kifozy piersiowej a AlfaLm - kąt

szpotawości palucha lewej stopy, OLmpr – procentowo wyrażoną różnicą oddalenia kątów dolnych łopatek od linii wyrostków kręgosłupa a AlfaLm - kątem szpotawości palucha lewej stopy, WBSmpr – procentowo wyrażonym współczynnikiem asymetrii barków a KyL – wskaźnikiem wysklepienia stopy, WBKppr – procentowo wyrażonym współczynnikiem asymetrii bark-miednica a Wp – wskaźnikiem Wejsfloga stopy prawej, KLL – kątem lordozy lędźwiowej a AlfaLm - kątem szpotawości palucha lewej stopy. Korelacja wysoce istotna ujemna występuje w populacji 14-letnich chłopców między: PLBW – różnicą wysokości barków a BetaLm - kątem koślawości V palca stopy lewej, WBC - współczynnikiem asymetrii barków a BetaLm - kątem koślawości V palca stopy lewej. U 15-letnich między: PLBW - różnicą wysokości barków a BetaPm – kątem koślawości V palca stopy prawej, WBCmpr – wyrażonym procentowo współczynnikiem asymetrii barków a BetaPm - kątem koślawości V palca stopy prawej, RLLp – wysokością lordozy lędźwiowej a BetaPm - kątem koślawości V palca stopy prawej, w przypadku 16-letnich między: WBKmpr – procentowo wyrażonym współczynnikiem asymetrii bark-miednica, a AlfaLm - kątem szpotawości palucha lewej stopy, 18-letnich między: KPTm – kątem zgięcia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej a CLI – wskaźnikiem Clarke’a stopy lewej.

Korelacja wysoce istotna dodatnia występuje w populacji 14-letnich chłopców między: UKp - maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu w prawo a AlfaLm - kątem szpotawości palucha lewej stopy, WBCppr – procentowo wyrażonym współczynnikiem asymetrii barków a AlfaLm - kątem szpotawości palucha lewej stopy, PLBW - różnicą wysokości barków a BetaPm - kątem koślawości V palca stopy prawej. U 15-letnich między: WBSp - współczynnikiem asymetrii barków a BetaPm - kątem koślawości V palca stopy prawej, WBC - współczynnikiem asymetrii barków a BetaPm – kątem koślawości V palca stopy prawej, RKPP – wysokością kifozy piersiowej a BetaPm - kątem koślawości V palca stopy prawej, 18-letnich między: UKp - maksymalnym odchyleniem wyrostka kolczystego kręgu w prawo a CIP – wskaźnikiem Clarke’a prawej stopy, WBXmpr - współczynnikiem asymetrii bark-miednica a SZP – szerokością prawej stopy oraz WP2 – wysokością drugiego i WP3 trzeciego łuku prawej stopy, UKp - maksymalnym odchyleniem wyrostka kolczystego kręgu w prawo a CIP – wskaźnikiem Clarke’a prawej stopy. W kolejnych przedziałach wiekowych w populacji dziewcząt zachodzi tendencja rosnąca do 18 r.ż. badanych współzależności. Natomiast wśród chłopców obniża się w 15 r.ż., w następnym roku rośnie i ponownie spada w 17 r.ż., po czym gwałtownie rośnie do 18 r.ż. Spośród 512 istotnych

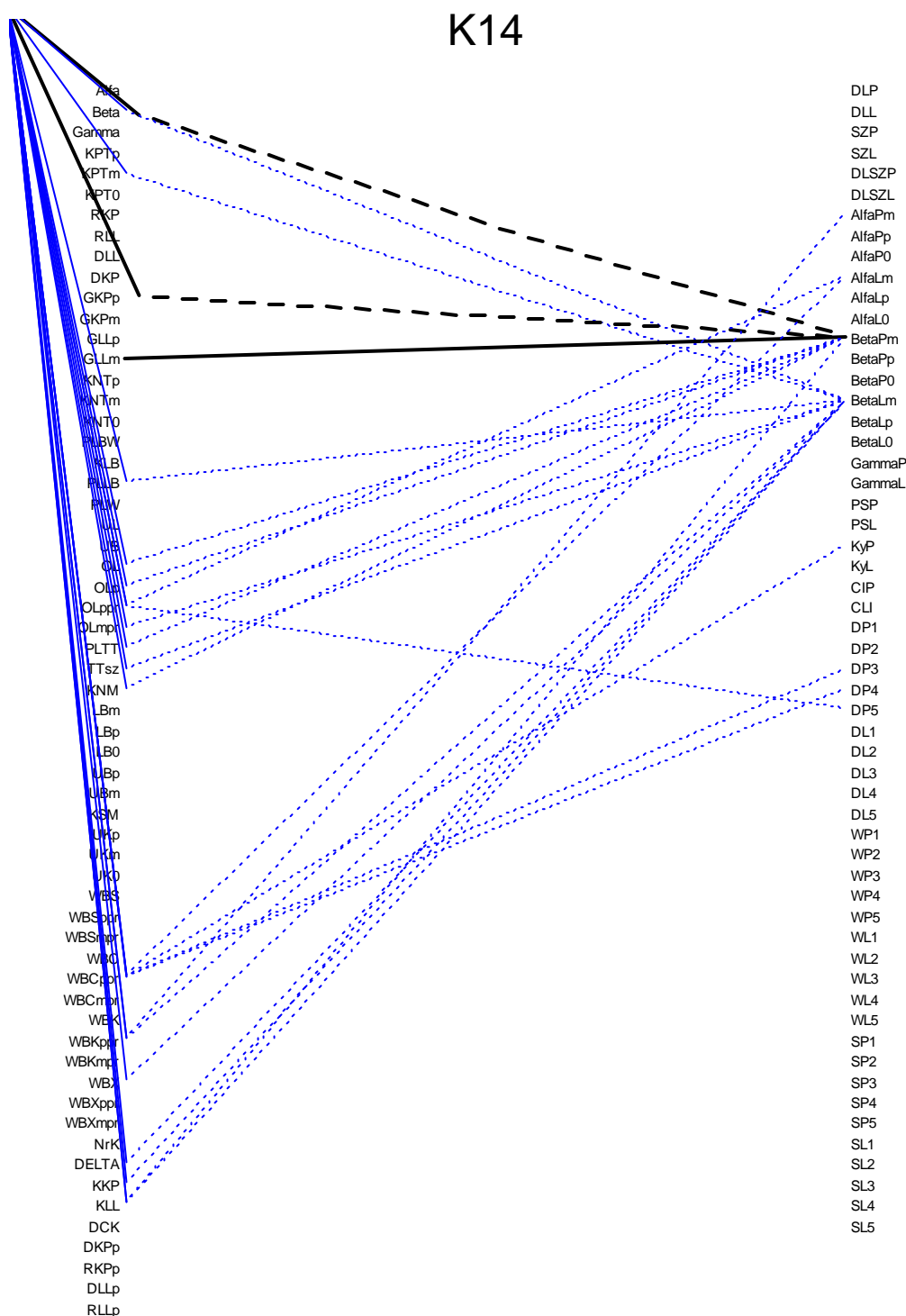
korelacji w każdej płci i wszystkich kategoriach wiekowych tylko 7,2 % wystąpiło dwukrotnie.

Legenda: Linia ciągła gruba – korelacja wysoce istotna ( $0,001 >$ )

Linia przerywana gruba – korelacja średnio istotna ( $0,01 - 0,001$ )

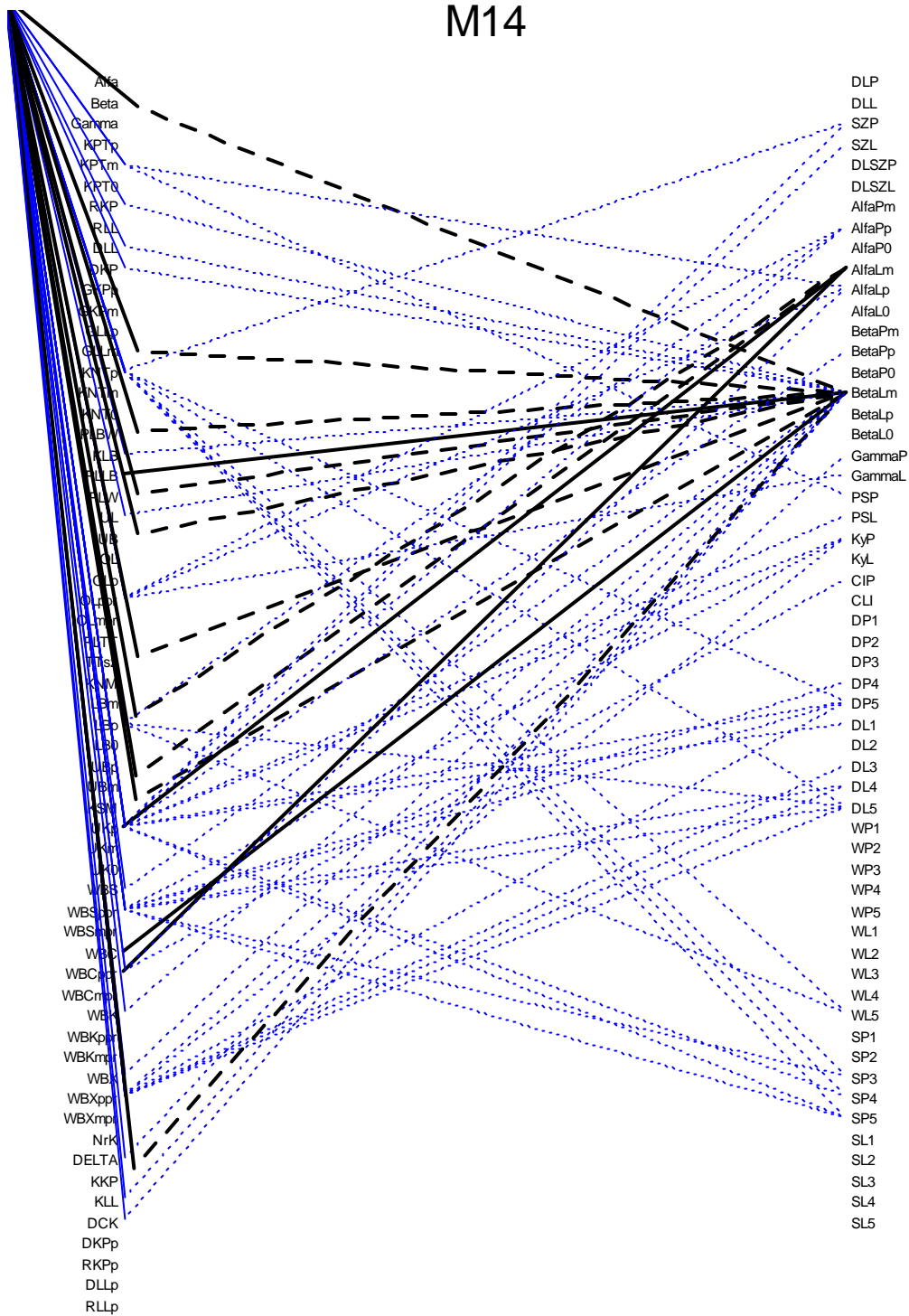
Linia przerywana cienka – korelacja mało istotna ( $0,05 - 0,01$ )

Ryc. 1. Korelacja parametrów postawy ciała dziewcząt w wieku 14 lat (n) 316



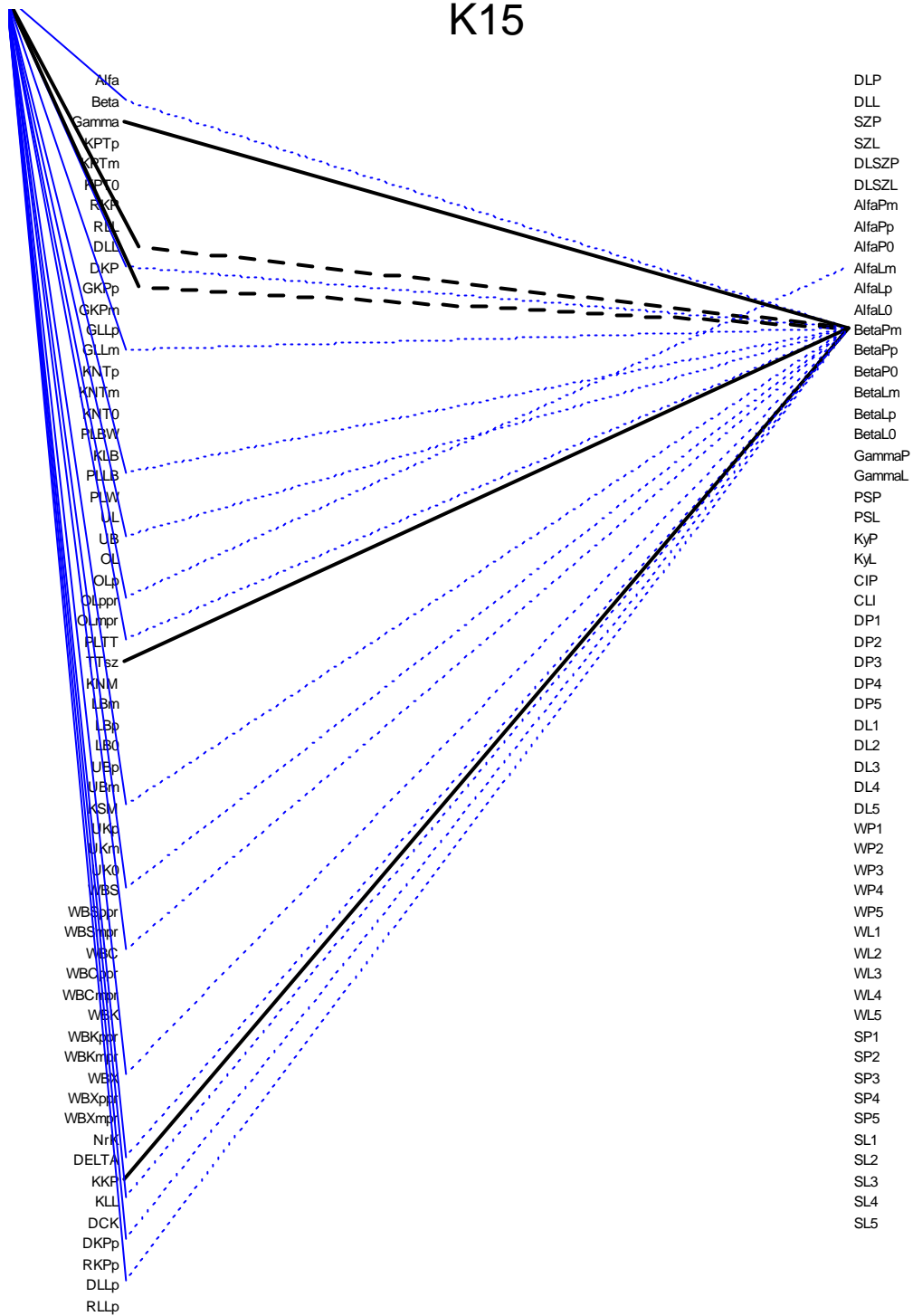
Ryc. 2. Korelacja parametrów postawy ciała chłopców w wieku 14 lat (n) 270

### M14



Ryc. 3. Korelacja parametrów postawy ciała dziewcząt w wieku 15 lat (n) 287

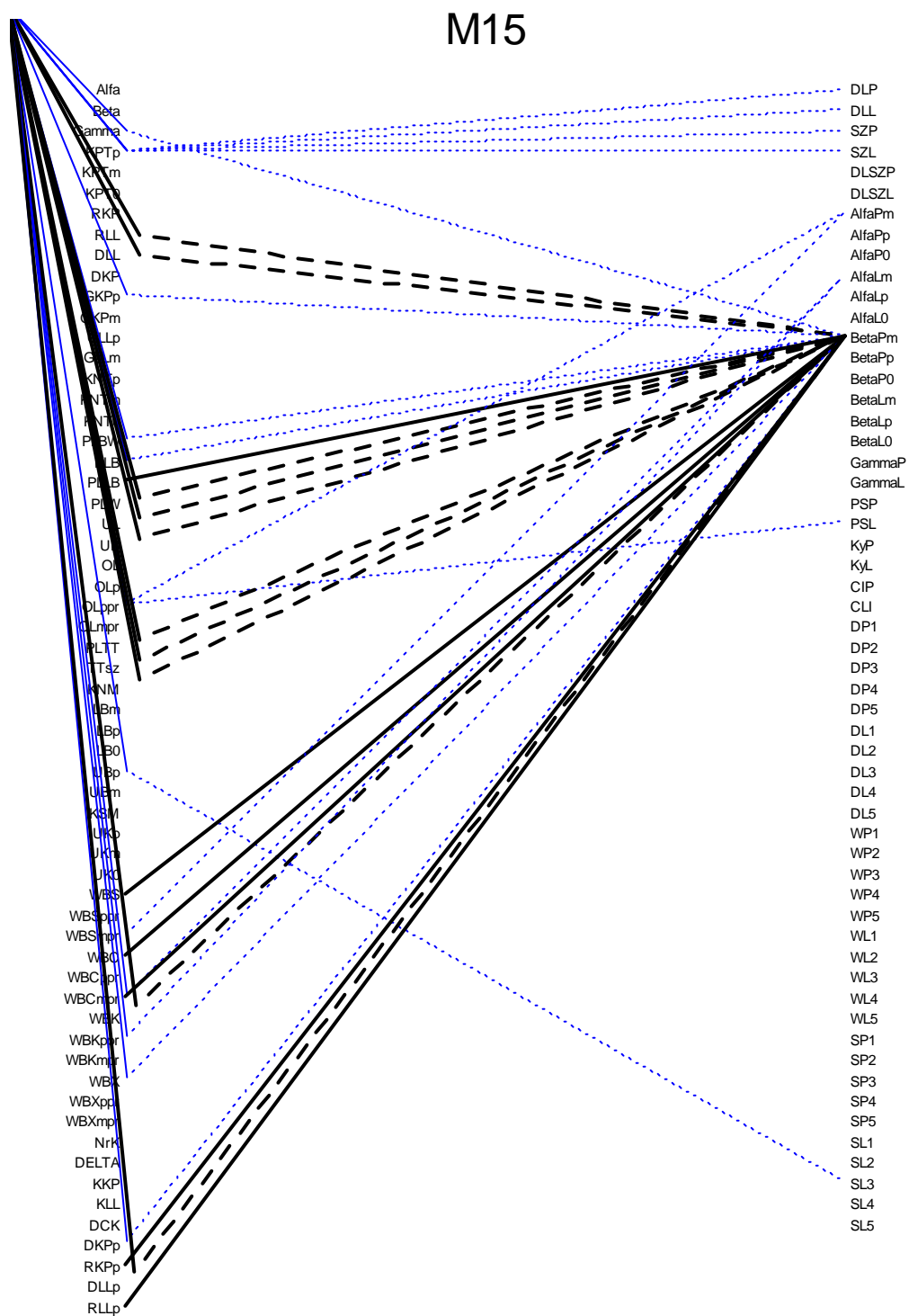
### K15



Źródło: badania własne

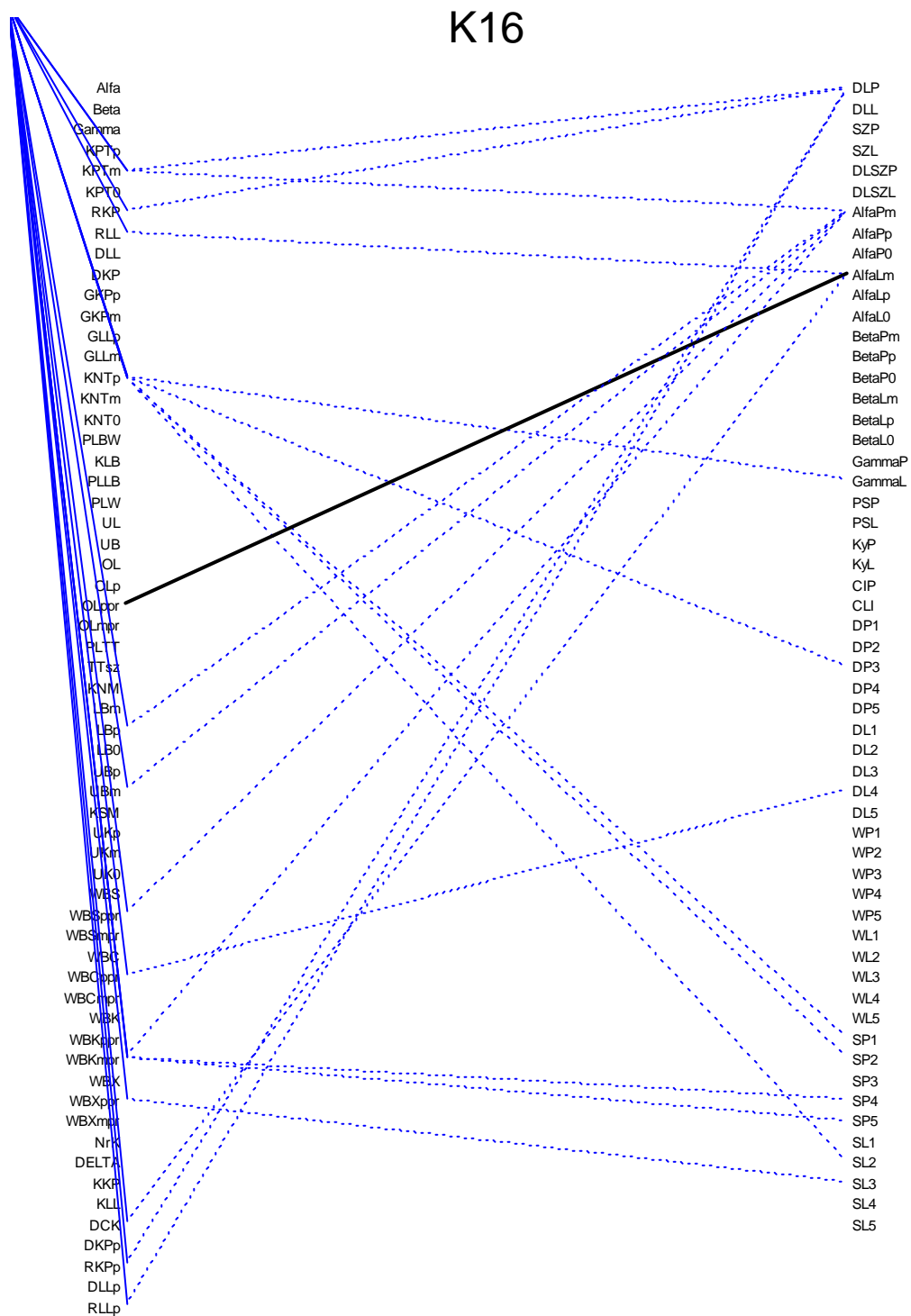


Ryc. 4. Korelacja parametrów postawy ciała chłopców w wieku 15 lat (n) 267



Źródło: badania własne

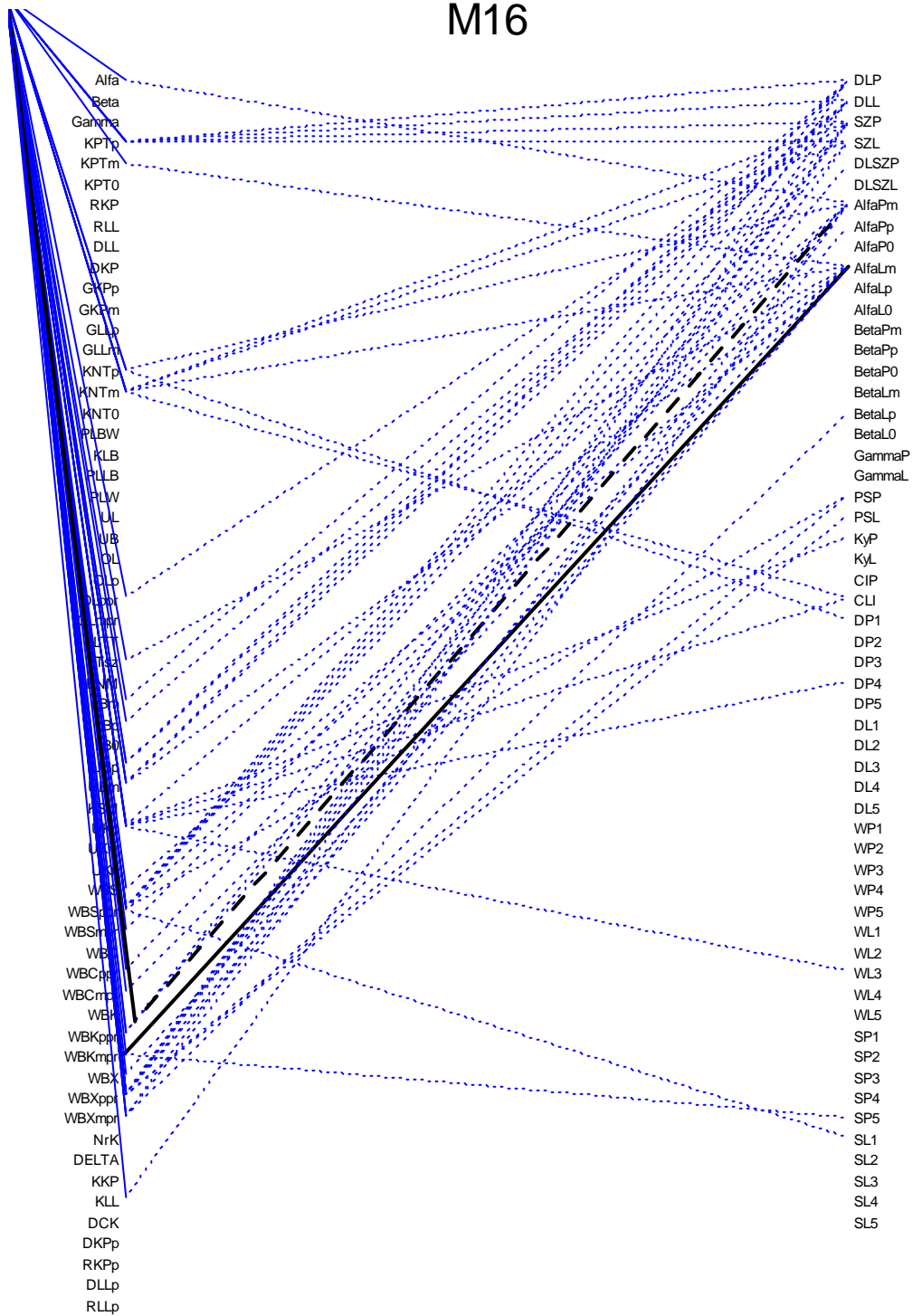
Ryc. 5. Korelacja parametrów postawy ciała dziewcząt w wieku 16 lat (n) 158



Źródło: badania własne

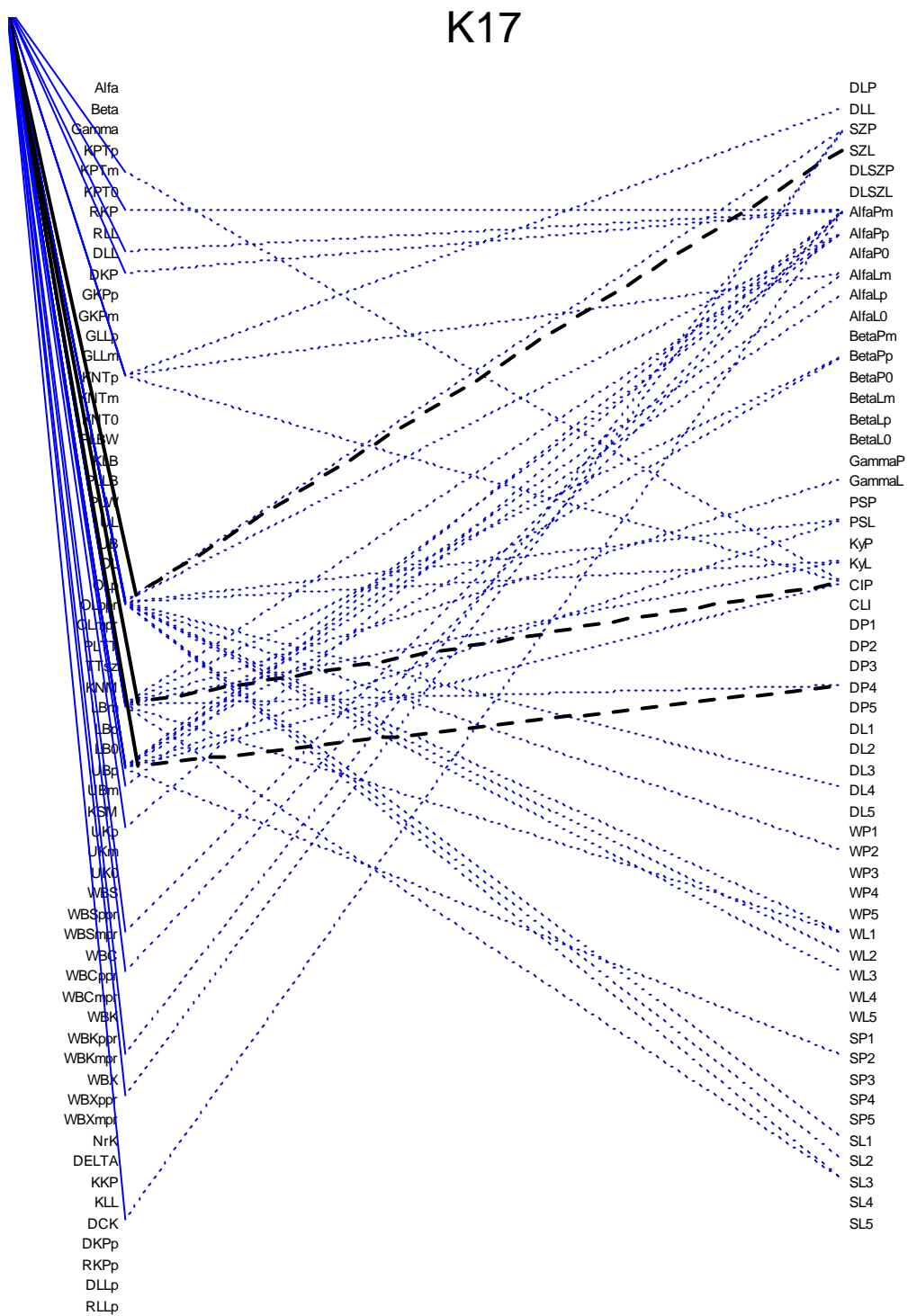
Ryc. 6. Korelacja parametrów postawy ciała chłopców w wieku 16 lat (n) 264

### M16



Źródło: badania własne

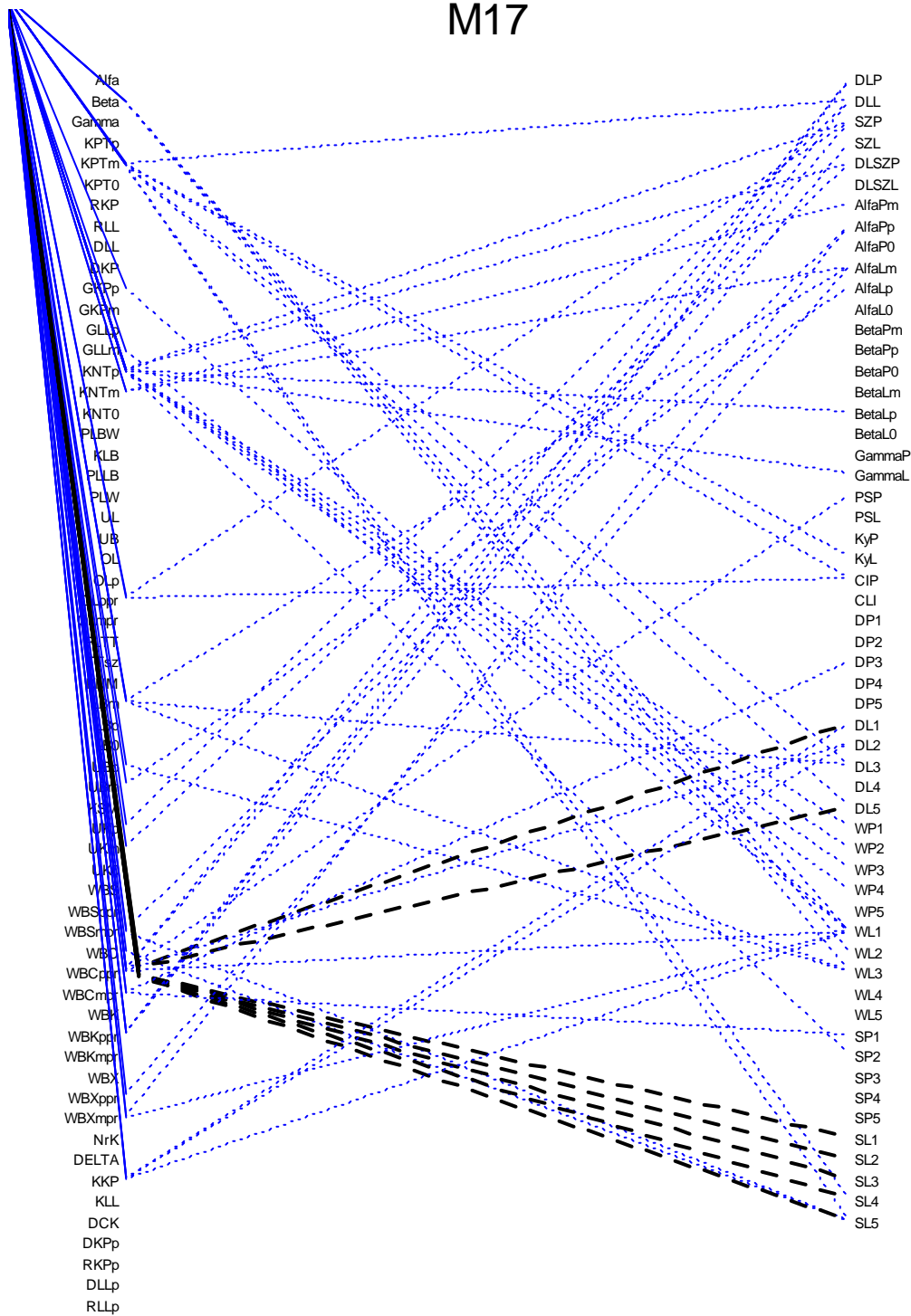
Ryc. 7. Korelacja parametrów postawy ciała dziewcząt w wieku 17 lat (n) 258



Źródło: badania własne

Ryc. 8. Korelacja parametrów postawy ciała chłopców w wieku 17 lat (n) 262

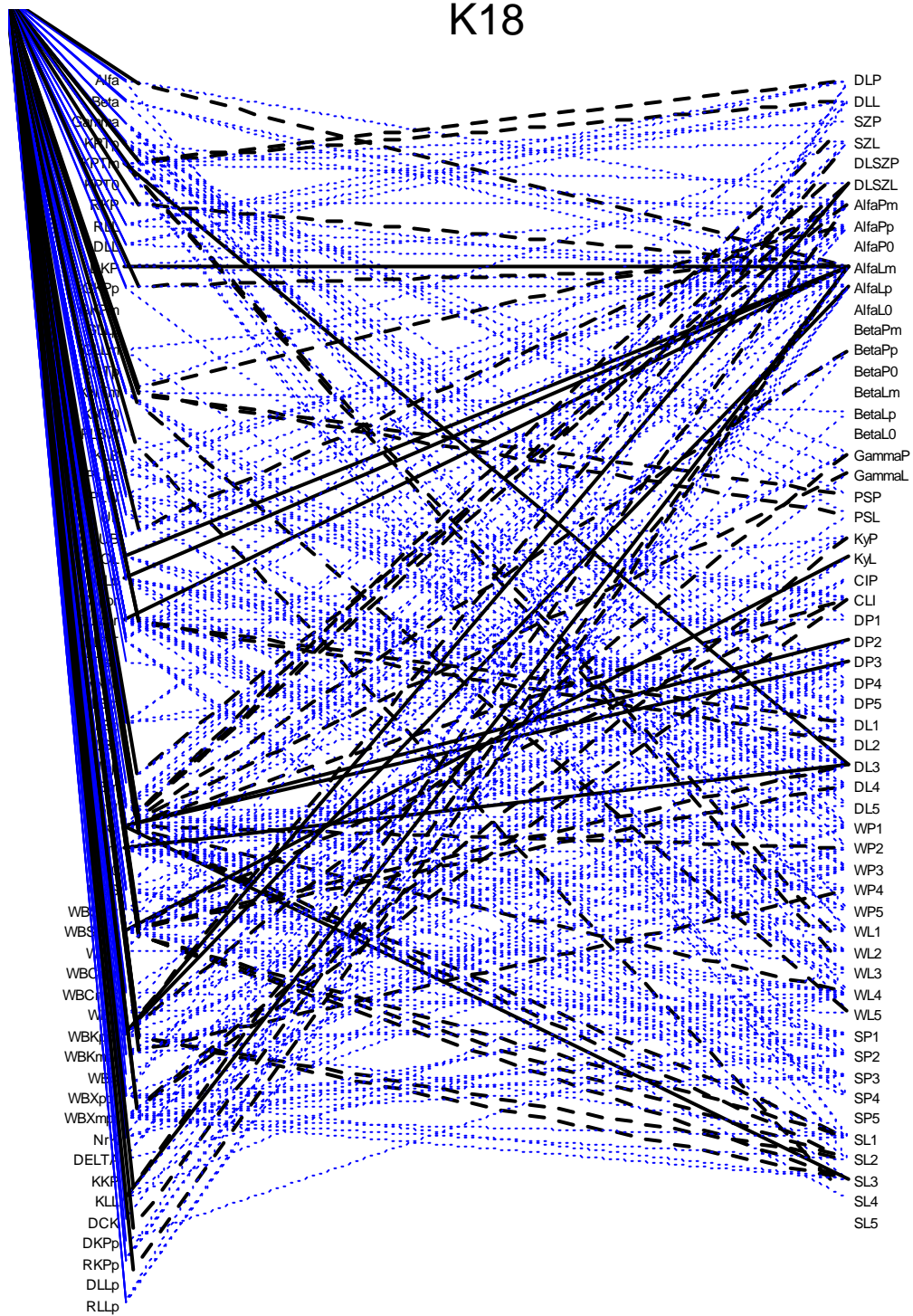
### M17



Źródło: badania własne

Ryc. 9. Korelacja parametrów postawy ciała dziewcząt w wieku 18 lat (n) 129

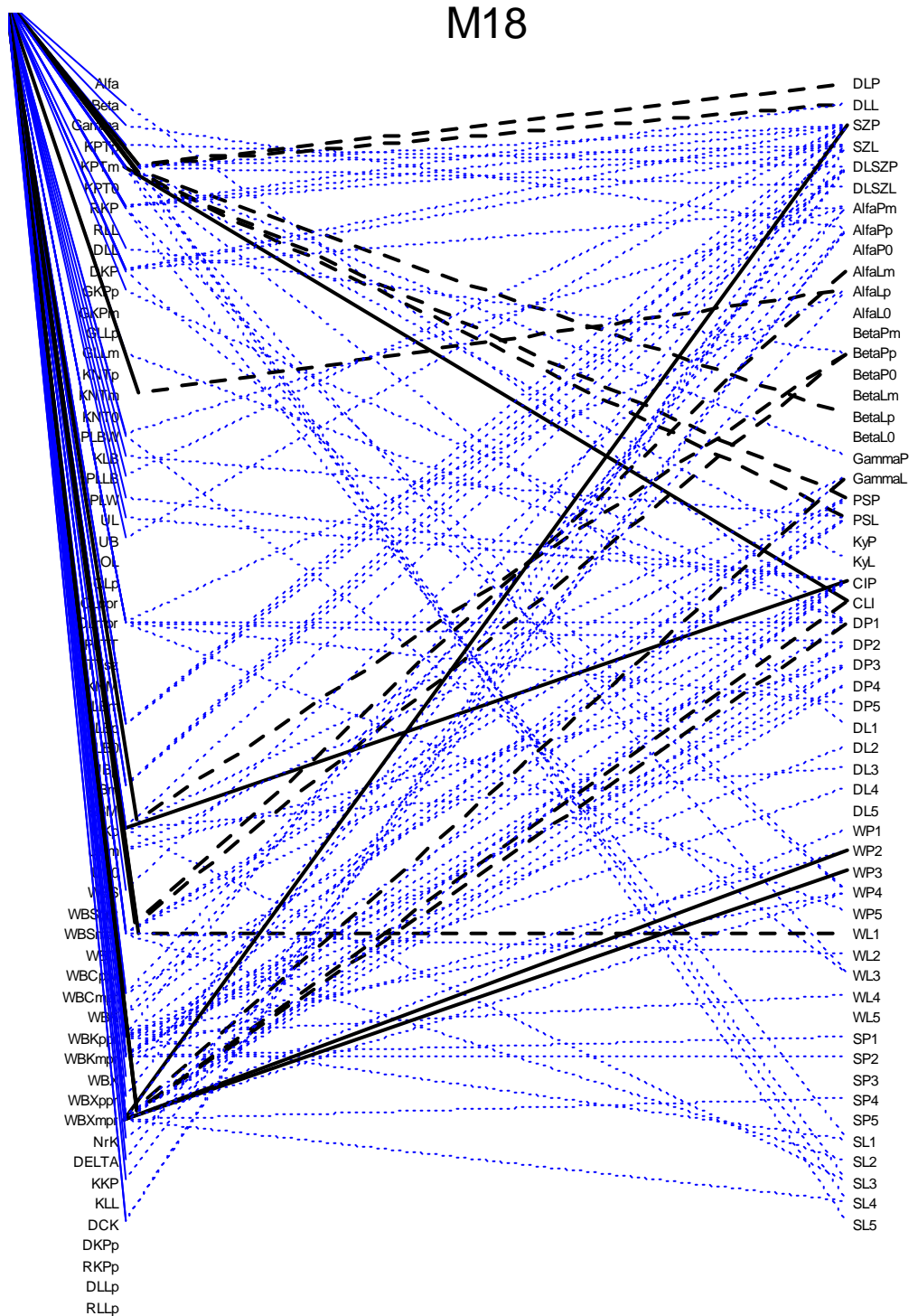
### K18



Źródło: badania własne

Ryc. 10. Korelacja parametrów postawy ciała chłopców w wieku 18 lat (n) 132

### M18



Źródło: badania własne

## 5. Wnioski

1. Szczegółowa analiza rozkładu istotnych korelacji w każdym przedziale wieku i płci wykazała ich incydentalność i przypadkowość, co uniemożliwiło wykazanie jakichkolwiek prawidłowości i zależności między badanymi cechami. Można stwierdzić jedynie ich wzajemne współwystępowanie.
2. Wśród cech, opisujących zespołu miednicy-kręgosłup a najczęściej korelujących z cechami stóp w wieku 15-17 lat dominują cechy płaszczyzny czołowej i strzałkowej, mniej poprzecznej.
3. W analizowanych przedziałach wiekowych najczęstsze i najsilniejsze związki i współwystępowanie z cechami w obrębie stóp zachodzi wśród dziewcząt w 18 roku życia, wśród chłopców w 15 i 18 roku życia.

## 6. References

- Yasser J., Kasperczyk T., 1999, Wysokość łuku podłużnego przyśrodkowego stopy a kąt Clarke'a u dzieci w wieku 3-6 lat, *Przegląd Naukowy Wych. Fiz. i Zdrowotnego, WSP, Rzeszów*, t. 1, s. 5 – 12.
- Więclaw B., 2003, Próba oceny wykształcenia stóp u dzieci ze szkół podstawowych województwa zachodniopomorskiego, AWF, Katedra Anatomii i Antropologii, Gdańsk.
- Puszczałowska-Lizis E., 2011, Związki pomiędzy wysklepieniem podłużnym a wybranymi cechami morfologicznymi studentów wybranych uczelni Podkarpacia i Podlesia, *19, 4*, 11-16.
- Puszczałowska-Lizis E., 2011, Związki pomiędzy wysklepieniem poprzecznym stóp a wybranymi cechami morfologicznymi u młodych osób dorosłych, *Fizjoterapia*, *19, 1*, 3-9.
- Puszczałowska-Lizis E., 2011, Związki wysklepienia podłużnego z architekturą poprzeczną i przednią strefą podparcia stopy u młodzieży akademickiej, *Fizjoterapia*, t. 19, nr 3, s. 3-8.
- Mięsowicz I., 1965, Współzależności statodynamiczne w obrębie pasa biodrowego w rozwoju ontogenetycznym. *Prace i Materiały Naukowe IMD*, nr 5, s. 89-101.
- Mięsowicz I., 1966, Współzależności statodynamiczne w obrębie stopy w aspekcie rozwoju ontogenetycznego. *Prace i Materiały Naukowe IMD*, nr 8, s. 3-52.
- Mięsowicz I., 1972, Zmiany rozwojowe siły i aktywności bioelektrycznej wybranych grup mięśniowych. *Problemy Medycyny Wieku Rozwojowego*, nr 1, s. 23-31.
- Drzał-Grabiec J., Snela S., 2012, Spinal curvatures and foot defects in children: an experimental study, *Spine*, 36-47.
- Mrozkowiak M., Sokołowski M., Kaiser A.: Connection and influence of pelvis–spine complex features and feet in population of boys and girls aged 14–18 years. *Związki i wpływ*



cech zespołu miednicy–kręgosłupa i stóp w populacji dzieci obojga płci w wieku od 14 do 18 lat, *Problemy medycyny Rodzinnej*, september 2012, XIV, No. 3, s. 28-36.

Mrozkowiak M., Jazdończyk P., Związki zespołu cech kręgosłupa-miednicy i stóp dziewcząt i chłopców w wieku od 4 do 18 lat = Relationships in the Spine-Pelvis System and Feet in Girls and Boys Aged 4 to 18 Years. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(7):226-250.

Kabsch A., 1999, Biomechaniczne i biocybernetyczne podstawy ćwiczeń osiowo - symetrycznych według Hoppe, *Wojewódzki Ośrodek Metodyczny*, N. Sącz, s. 11 – 18.

Ślężyński J., Rottermund J., 1991, Cechy plantograficzne stóp kobiet w średnim i starszym wieku w zależności od charakteru pracy oraz czynników środowiskowych i osobniczych. *Wych. Fiz. i Sport*, 4, 41-67.

Mrozkowiak M., *Modulacja, wpływ i związki wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży w wieku od 4 do 18 lat w świetle metody projekcyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, tom I, II, 2015 r.