

ANTONI JANUSZ, ANIELA JAROSIŃSKA I JERZY STĘŚLICKI

DYMORFIZM PŁCIOWY W POŁOŻENIU ŚRODKA CIĘŻKOŚCI CIAŁA DZIECI WROCŁAWSKICH W WIEKU OD 9 DO 14 LAT

Ogólny środek ciężkości ciała jest dobrym wskaźnikiem charakteryzującym rozmieszczenie mas poszczególnych części ciała, a jego położenie w znacznej mierze uwarunkowane jest budową somatyczną osobnika [Bober, Janusz 1967]. Ponadto wypowiedziany bywa pogląd, iż przemieszczanie się ogólnego środka ciężkości ciała w okresie pokwitania wpływa w znacznym stopniu na zwolnienie lub wręcz zahamowanie tempa rozwoju cech motorycznych (por. Milicer [1964]). Z tego względu szczegółowa analiza ontogenetycznych zmian położenia środka ciężkości u dzieci przed i w okresie pokwitania stanowi przedmiot zainteresowania zarówno antropologów, jak również biomechaników czy osób zajmujących się wychowaniem fizycznym.

Cel niniejszej pracy jest podwójny: po pierwsze chodzi o podanie charakterystyki krzywej rozwoju położenia środka ciężkości ciała w rozpatrywanym okresie ontogenezy, po drugie — o ustalenie ewentualnych różnic płciowych oraz zależności pomiędzy zmianami położenia środka ciężkości i indywidualnym stopniem dojrzałości płciowej.

MATERIAŁ

Analizowana próba obejmuje wyniki pomiarów przeprowadzonych na grupie 115 chłopców i 83 dziewcząt. Pomiary prowadzone były w sposób ciągły, w odstępach rocznych, poczynając od września 1974 r. Grupa dziewcząt mierzona była sześciokrotnie, poczynając od wieku 9 lat, natomiast grupa chłopców mierzona była pięciokrotnie, począwszy od wieku 10 lat. Niestety w ostatnim badaniu liczebność dziewcząt uległa zmniejszeniu do 76 osób, co zmniejszyło nieco materiał poddany analizie longitudinalnej.

Wszystkie mierzone dzieci pochodzą ze środowiska inteligenckiego, przy czym kryterium klasyfikacyjne stanowiło wykształcenie ojca. W ten sposób starano się uzyskać jednorodność środowiska socjalnego badanych dzieci.

Wysokość ogólnego środka ciężkości ciała wyznaczano posługując się klasyczną metodą Borelliego, pochodzącą z końca XVII w., a opartą na prostej zasadzie dźwigni

jednostronnej [Doński 1963]. Dodatkowo wyliczono wskaźnik wysokości środka ciężkości, tj. wysokość środka ciężkości wyrażoną w procentach wysokości ciała.

Dodatkowo uwzględniono dalszych dziesięć cech morfologicznych: wysokość ciała, wysokość nóg, wysokość siedzeniową, szerokość barkową, szerokość biodrową, obwód spoczynkowy klatki piersiowej, największy obwód bioder, największy obwód uda, sumę grubości pięciu fałdów tłuszczowych i ogólną masę ciała. Pomiarów cech morfologicznych wykonywano techniką Martina [1958] przy użyciu zunifikowanego instrumentarium.

Wiek biologiczny mierzonych dzieci oceniano stosując 5-stopniową skalę Tannera [1963]. Na podstawie tych ocen podzielono badaną zbiorowość na trzy kategorie zróżnicowane pod względem zaawansowania rozwoju wtórnych cech płciowych. Za punkt wyjścia w tym podziale przyjęto wiek odpowiadający średnio trzeciemu stopniowi skali Tannera. U dziewcząt wynosi on 13 lat, zaś u chłopców przypada na 14 rok życia. Zatem do grupy „średnio dojrzewających” zaliczono te dzieci, których stopień dojrzałości w tym wieku mieścił się w granicach: średnia arytmetyczna \pm jedno odchylenie standardowe. Pozostałe osoby zaliczone zostały odpowiednio do grupy „wcześnie” i „późno dojrzewających”. W przypadkach wątpliwych stosowano, jako kryterium uzupełniające, wiek menarchy u dziewcząt oraz wiek morfologiczny (oceniany głównie na podstawie wysokości ciała) u chłopców.

ANALIZA PRZEKROJOWA

Średnie i odchylenia standardowe mierzonych cech w poszczególnych latach badań podane są w tabeli 1. Ponadto średnie (krzywe rozwojowe) wysokości środka ciężkości i jego wskaźnika przedstawione są na rysunkach 1 i 2. Wskaźnik wysokości środka ciężkości ciała jest cechą bardzo mało zmieniającą się w badanym okresie ontogenezy. Wyjątek stanowi ostatnie badanie u chłopców (ok. 14-letnich), kiedy gwałtowny wzrost wartości tego wskaźnika wiąże się z równie gwałtownym przyrostem wysokości ciała.

Wartości wskaźników korelacji liniowej wysokości środka ciężkości ciała z pozostałymi cechami somatycznymi przytoczone są w tabeli 2. Widoczna jest wysoka korelacja z cechami długościowymi: wysokością ciała, wysokością nóg i wysokością siedzeniową. Interesujący jest wyraźny spadek skorelowania z tymi cechami u dziewcząt pod koniec okresu pokwitania. U dziewcząt 13-letnich najwyższa wartość wskaźnika korelacji występuje pomiędzy wysokością środka ciężkości i szerokością biodrową. Wiąże się to zapewne z przyspieszonym odkładaniem tkanki tłuszczowej u dziewcząt w tym okresie rozwoju.

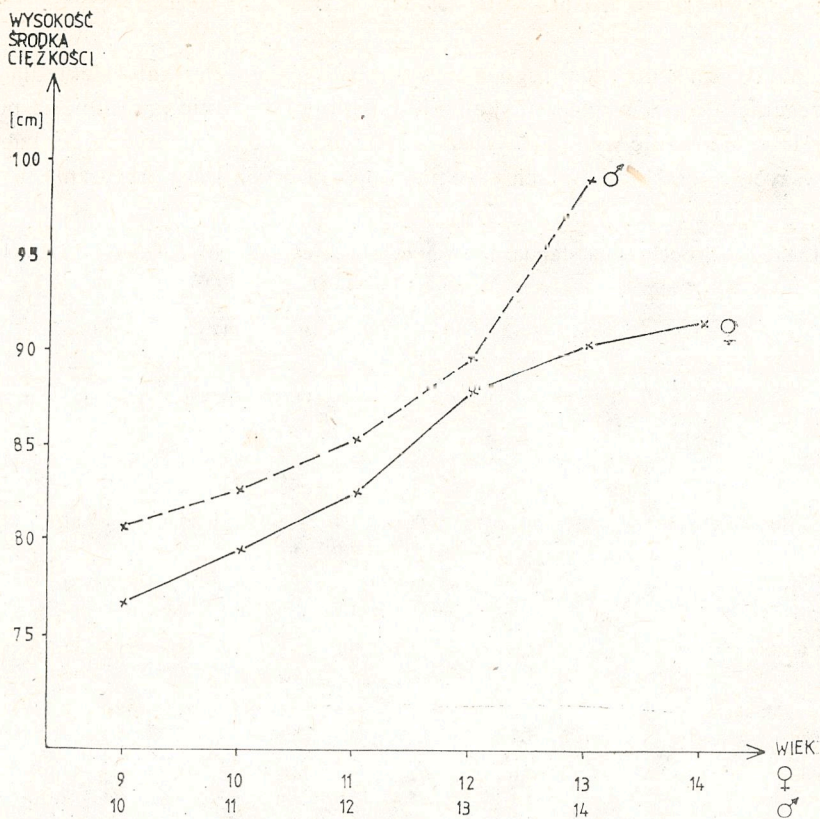
Dla zilustrowania zmian wysokości środka ciężkości ciała i jego wskaźnika na tle pozostałych dziesięciu cech morfologicznych, obliczono wartości wskaźników przyrodniczych [Perkal 1953] wysokości i wskaźnika środka ciężkości na podstawie unormowanych wartości cech na średnią i dyspersję ze wszystkich pomiarów łącznie. Średnie wartości wskaźników przedstawione są na rysunku 3. Dla lepszego

uchwycenia dymorfizmu płciowego w rozwoju badanych cech, skalę wieku dla dziewcząt przesunięto o rok względem skali wieku chłopców. Takie przesunięcie pozwala na zniwelowanie różnic wynikających z szybszego rozwoju somatycznego dziewcząt. W pierwszych czterech badaniach przebieg obu krzywych jest praktycznie taki sam.

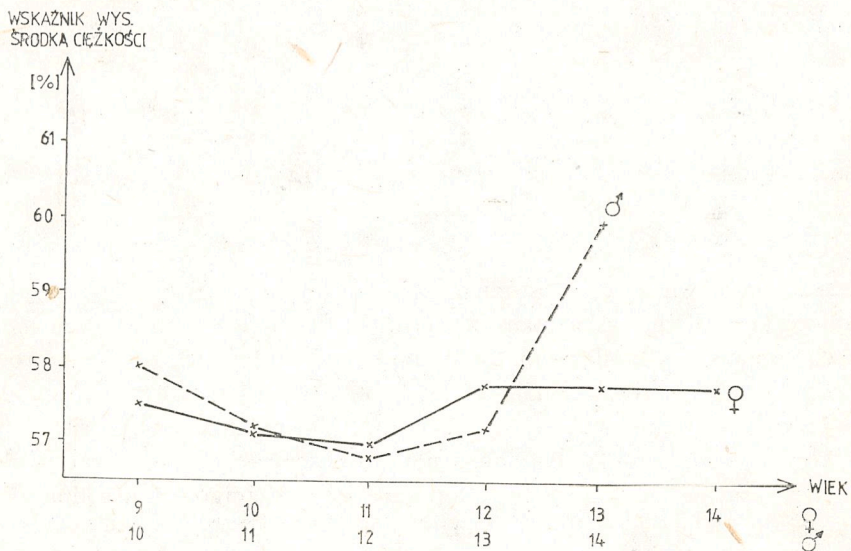
Tabela 1. Średnie i odchylenia standardowe mierzonych cech w poszczególnych klasach wieku ($N_{\text{♂}}=83$, $N_{\text{♀}}=115$)

Cecha	wiek płeć	9 lat		10 lat		11 lat		12 lat		13 lat		14 lat	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Wysokość ciała	\bar{x}	133,1	138,9	139,2	145,4	144,6	151,7	150,5	156,5	157,6	159,7	165,2	
	<i>s</i>	5,5	5,9	6,2	6,6	6,7	6,7	7,5	6,0	8,9	5,5	8,5	
Wysokość kończyn dolnych	\bar{x}	64,9	69,2	68,2	74,2	72,5	79,6	77,2	82,7	82,5	84,3	87,4	
	<i>s</i>	3,8	4,3	3,9	4,2	4,3	4,6	4,6	4,2	5,4	3,9	5,3	
Wysokość siedzeniowa	\bar{x}	70,2	72,6	73,1	75,7	75,2	79,4	77,9	82,0	81,1	83,7	85,0	
	<i>s</i>	2,9	3,0	3,0	3,6	4,1	4,0	3,5	3,8	4,4	3,1	4,7	
Szerokość barkowa	\bar{x}	28,7	29,9	30,0	31,7	31,3	32,2	32,9	33,7	33,7	34,4	36,1	
	<i>s</i>	1,3	1,4	1,6	1,6	1,9	1,6	2,0	1,9	2,4	1,6	2,4	
Szerokość biodrowa	\bar{x}	21,0	21,8	22,1	23,6	22,8	24,6	24,3	25,5	25,3	26,3	26,3	
	<i>s</i>	1,3	1,5	1,4	1,8	1,6	2,0	1,9	1,7	2,0	1,6	1,9	
Spoczynkowy obwód klatki piersiowej	\bar{x}	66,4	67,8	70,9	70,5	72,0	73,3	75,2	78,2	77,3	81,4	82,3	
	<i>s</i>	4,7	4,6	5,5	4,9	5,5	5,1	5,5	5,1	6,4	4,7	6,5	
Obwód bioder	\bar{x}	70,0	72,4	72,3	76,5	74,3	81,5	77,7	86,4	81,0	90,2	86,0	
	<i>s</i>	5,1	5,9	5,8	5,9	6,0	6,7	6,1	6,6	7,0	6,1	6,6	
Max. obwód uda	\bar{x}	41,2	42,9	41,8	45,0	43,1	47,3	45,2	49,9	46,3	52,6	49,0	
	<i>s</i>	3,9	4,5	4,3	4,2	4,6	4,5	4,4	4,7	4,3	4,4	4,1	
Suma 5 fałdów tłuszczowych	\bar{x}	46,8	51,6	43,9	54,3	48,7	55,2	51,5	57,7	47,4	66,1	46,8	
	<i>s</i>	17,2	20,4	17,3	19,6	21,4	19,1	19,7	16,6	19,5	17,0	17,1	
Masa ciała	\bar{x}	29,4	33,0	33,4	37,3	36,9	42,8	41,9	48,0	45,7	52,6	54,3	
	<i>s</i>	4,9	5,9	6,2	6,7	7,0	7,5	8,0	8,0	9,6	7,8	10,2	
Wysokość środka ciężkości	\bar{x}	76,6	79,4	80,7	82,5	82,7	87,7	85,4	90,6	89,9	90,3	99,2	
	<i>s</i>	3,3	3,5	3,8	4,4	3,8	4,3	5,2	7,1	5,0	7,7	8,2	
Wskaźnik środka ciężkości	\bar{x}	57,5	57,1	58,0	57,0	57,2	57,8	56,8	57,8	57,2	57,9	60,0	
	<i>s</i>	1,3	1,0	1,8	1,6	0,9	1,8	1,4	1,4	2,0	1,6	3,2	

Można zatem powiedzieć, że stopień „zaawansowania rozwojowego” wysokości środka ciężkości i jego wskaźnika, oceniany na tle uwzględnionych cech morfologicznych, zmienia się w dłuższym czasie podobnie u obu płci, przy jednorocznym wyprzedzeniu chłopców przez dziewczęta. Istotnie statystycznie zróżnicowanie przebiegu krzywych dla obu płci występuje w ostatnim badaniu. Wiąże się to przede wszystkim z gwałtownym zwiększaniem się wysokości ciała chłopców w tym okresie, co zaznacza się m. in. w powiększeniu wartości wskaźników przyrodniczych dla wysokości środka ciężkości i jego wskaźnika. Przy okazji warto zauważyć, że gwałtowny spadek wartości wskaźników przyrodniczych wyliczonych dla wskaźnika środka ciężkości wiąże się, przy podanym wyżej sposobie normowania cech, z relatywnie niewielkimi zmianami tej cechy w badanym okresie [Janusz i wsp. 1980].



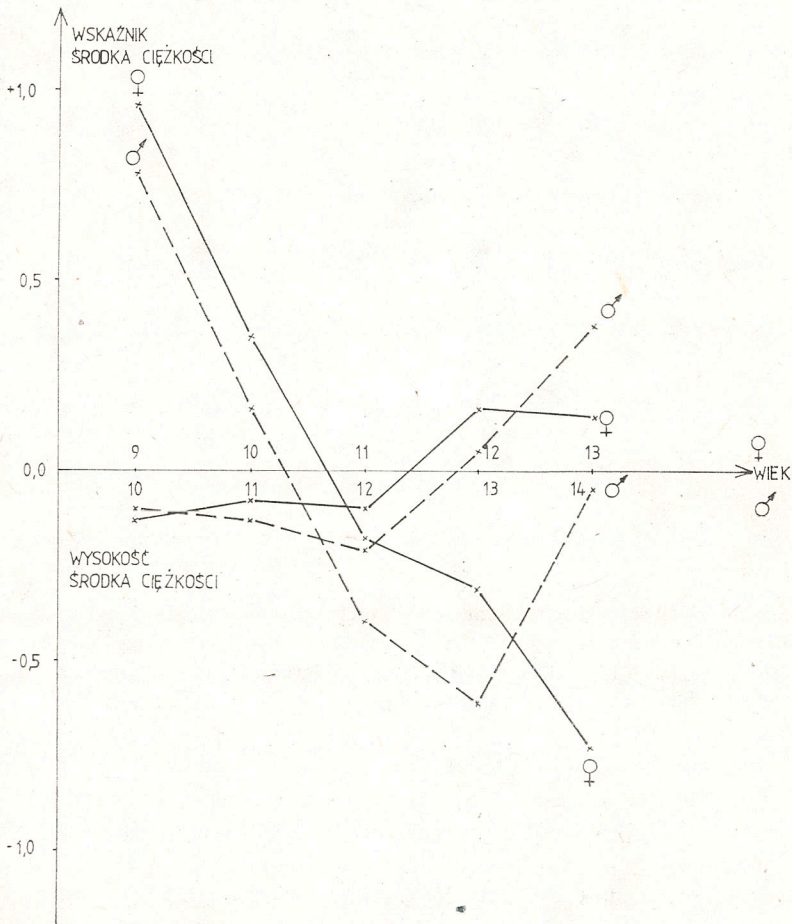
Rys. 1. Średnie wartości wysokości środka ciężkości w badanym okresie ontogenezy



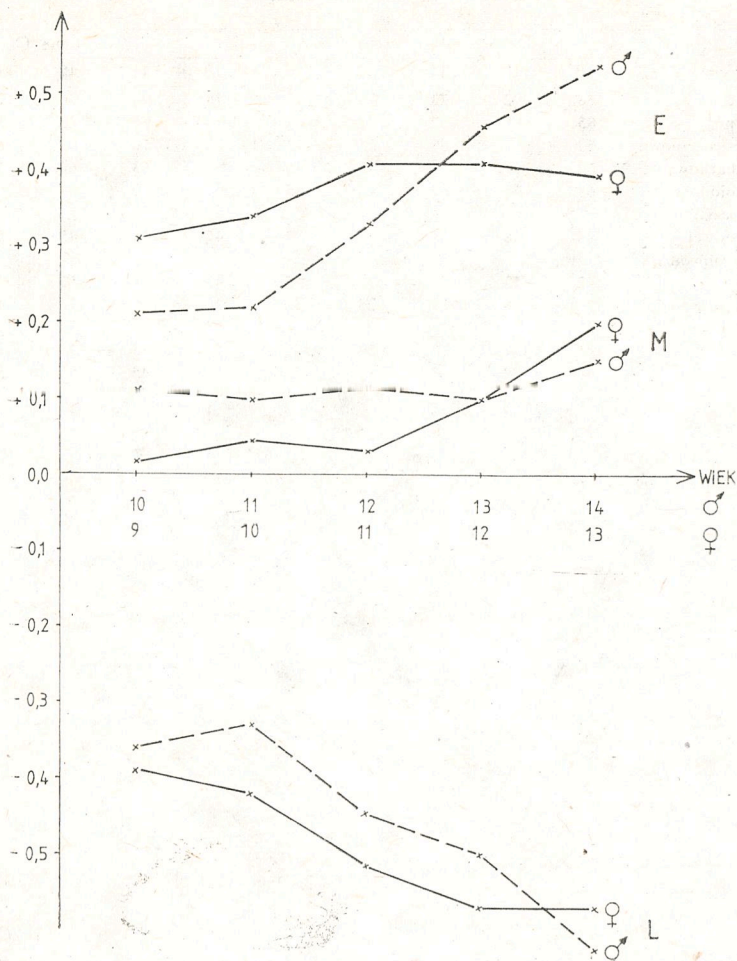
Rys. 2. Średnie wartości wskaźnika środka ciężkości w badanym okresie ontogenezy

Tabela 2. Wskaźniki korelacji liniowej (pomnożone przez 100) wysokości środka ciężkości ciała z pozostałymi cechami somatycznymi

Nr	Cecha	Dziewczyny (N=83)					Chłopcy (N=115)				
		9	10	11	12	13	10	11	12	13	14
1.	Wysokość ciała	88	92	73	76	33	78	94	76	77	77
2.	Wysokość nóg	85	85	67	78	34	79	91	78	74	72
3.	Wysokość siedzeniowa	57	67	65	59	12	60	76	62	65	69
4.	Szerokość barkowa	60	65	63	47	30	61	63	64	55	63
5.	Szerokość biodrowa	61	62	63	43	45	53	70	58	64	61
6.	Obwód spoczynkowy klatki piersiowej	44	48	53	37	25	47	55	45	57	56
7.	Największy obwód bioder	42	53	59	36	35	43	57	52	51	56
8.	Największy obwód uda	27	40	39	23	20	30	46	36	42	45
9.	Suma 5 fałdów tłuszczowych	25	34	33	20	17	25	35	25	18	12
10.	Masa ciała	49	58	63	41	17	51	65	55	58	56



Rys. 3. Średnie wartości wskaźników przyrodniczych Perkala dla wysokości środka ciężkości i jego wskaźnika. Normalizacja cech przeprowadzona na średnią i dyspersję ze wszystkich badań łącznie

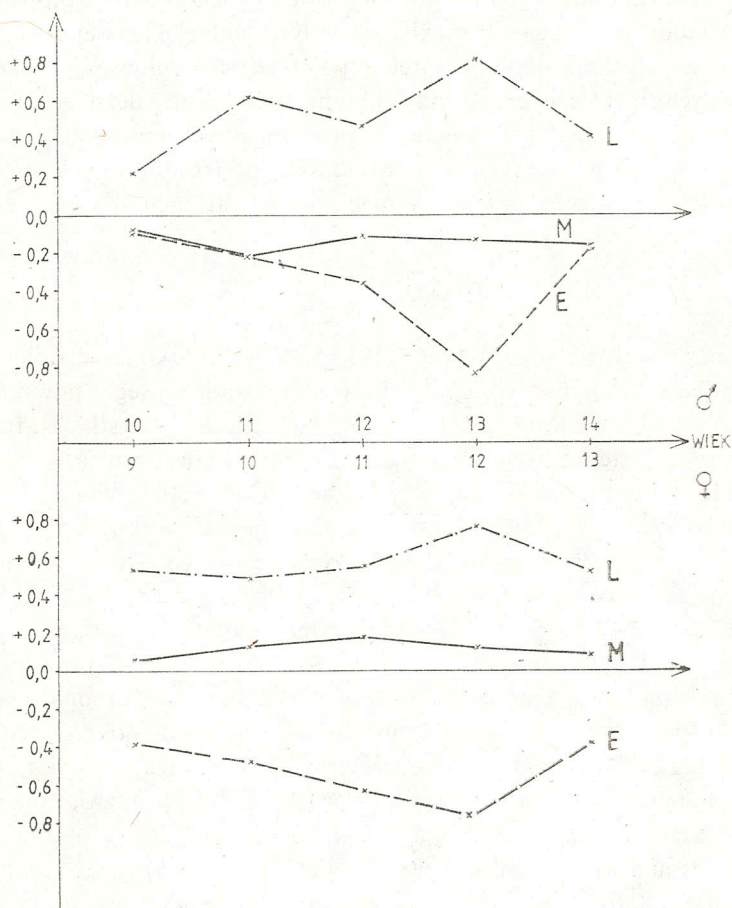


Rys. 4. Średnie wartości wysokości środka ciężkości ciała (linia ciągła) i jego wskaźnika (linia przerywana) unormowane na średnią i dyspersję w każdym badaniu oddzielnie. E – podgrupa wczesnie dojrzewających ($N_{\text{♂}}=22$, $N_{\text{♀}}=29$); M – podgrupa średnio dojrzewających ($N_{\text{♂}}=61$, $N_{\text{♀}}=26$); L – podgrupa późno dojrzewających ($N_{\text{♂}}=32$, $N_{\text{♀}}=28$)

Przy porównywaniu zmian średnich wartości wskaźników przyrodniczych dla wysokości i wskaźnika środka ciężkości w trzech wyodrębnionych podgrupach o różnym tempie dojrzewania zastosowano normalizację na średnią i dyspersję w każdym badaniu oddzielnie. Na rysunku 4 przytoczone są średnie wartości tak unormowanych cech w trzech wydzielonych podgrupach. Trzy krzywe są wyraźnie odseparowane od siebie. Podgrupa wczesnie dojrzewających zawiera osobników z reguły wyraźnie większych pod względem rozpatrywanych cech morfologicznych. Natomiast podgrupa późno dojrzewających składa się głównie z osobników o cechach poniżej średniej ogólnej w każdym badaniu. Powyższy obraz, będący odbiciem

znanego faktu, iż osobnicy więksi wcześniej dojrzewają, stanowi jednocześnie pośredni dowód poprawności przeprowadzonego podziału według tempa dojrzewania.

Przebieg zmian średnich wartości wskaźników przyrodniczych obliczonych dla wskaźnika środka ciężkości w trzech wyróżnionych podgrupach ilustruje rysunek 5.



Rys. 5. Średnie wartości wskaźników przyrodniczych Perkala dla wskaźnika środka ciężkości ciała w trzech wyodrębnionych podgrupach o różnym tempie dojrzewania (oznaczenia jak na rys. 4)

W grupie dziewcząt rozdzielenie podgrup jest bardzo widoczne — wszystkie różnice są istotne statystycznie. Niemniej wydaje się, że występuje tendencja systematycznego zmniejszania się różnic z wiekiem. W grupie chłopców jedynie rozdzielenie podgrup skrajnych jest widoczne i statystycznie istotne. Można w tym widzieć odzwierciedlenie faktu większej nieregularności rozwojowej chłopców w badanym okresie ontogenezy.

ANALIZA LONGITUDINALNA

Wyniki przedstawione do tej pory stanowiły rezultat analiz przekrojowych dokonanych na materiale ciągłym. Analiza longitudinalna wymaga badania krzywej rozwojowej w całości, we wszystkich punktach czasowych jednocześnie. Zastosowano tutaj metodę tzw. kanonicznego rozkładu indywidualnej krzywej rozwojowej [Szcotka 1981]. Metoda ta polega na rozkładzie indywidualnej krzywej rozwojowej (tj. funkcji $y(t)$) na algebraiczną sumę średniej krzywej rozwojowej plus kombinacja liniowa pewnych, niezależnych od indywiduum, liniowo niezależnych „funkcji rozwojowych” $f_k(t)$. Wartości tych funkcji w poszczególnych chwilach pomiarowych, jak również wartości współczynników rozkładu z_k oblicza się na podstawie znajomości wartości i wektorów własnych macierzy kowariancji międzybadaniowych.

Rozkład kanoniczny

$$y(t) = \bar{y}(t) + \sum_{k=1}^p z_k f_k(t)$$

ma, wśród nieskończenie wielu teoretycznie możliwych rozkładów, walor optymalności polegający na minimalizacji błędu średniokwadratowego powstałego przy „obcięciu” rozkładu do kilku pierwszych funkcji. Liczba wszystkich „funkcji rozwojowych” $f_k(t)$ występujących w powyższym rozkładzie jest równa liczbie przeprowadzonych badań p . Liczbowe wartości otrzymywanych współczynników z_k i funkcji f_k również zależą od p . W niniejszej pracy wartość p jest stosunkowo niewielka ($p=5$ dla chłopców i $p=6$ dla dziewcząt), stąd uzyskane wyniki winny być traktowane raczej z jakościowego niż ilościowego punktu widzenia.

Funkcje $f_k(t)$ charakteryzują pewne niezależne aspekty rozwoju danej cechy, wspólne dla wszystkich badanych osobników [Szcotka 1981]. Jednocześnie są one naturalnie uporządkowane według „ważności” w rozkładzie kanonicznym w tym sensie, że każda następna w mniejszym stopniu poprawia dobroć aproksymacji rzeczywistej krzywej rozwojowej. Interpretacja przyrodnicza funkcji $f_k(t)$ nie jest łatwa, niemniej można na ogół przyjąć, że pierwsza z nich $f_1(t)$ (związana z największą wartością własną macierzy kowariancji międzybadaniowych) opisuje ogólną wielkość rozwoju badanej cechy.

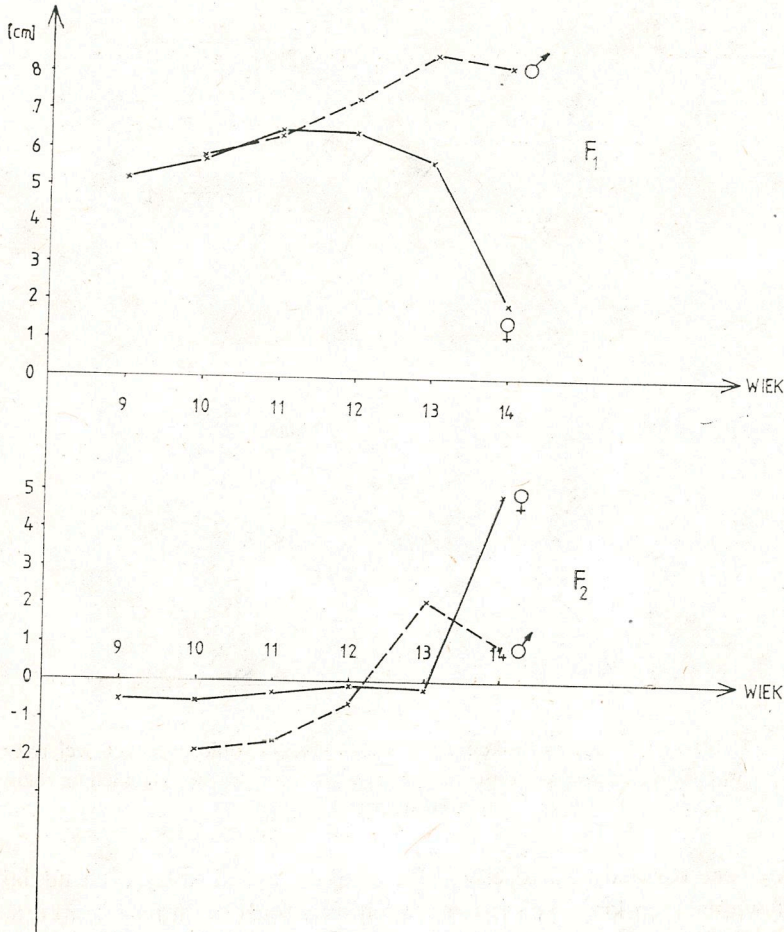
W niniejszej analizie ograniczono się do dwóch pierwszych funkcji w rozkładzie krzywej rozwojowej środka ciężkości ciała (scc)

$$\tilde{scc}(t) = \overline{scc}(t) + z_1 F_1 t + z_2 F_2 t.$$

Wartości $\tilde{scc}(t)$ stanowią przybliżenie rzeczywistych wartości pomiarowych $scc(t)$. Błąd średniokwadratowy tego przybliżenia jest jednak niewielki. Procent wyjaśniania zmienności całkowitej wynosi odpowiednio 96% dla dziewcząt i 97% dla chłopców [Szcotka 1981]. Strata informacji związana z pominięciem pozostałych funkcji w rozkładzie jest zatem bardzo mała.

Na rysunku 6 przedstawiony jest przebieg obu uwzględnionych w analizie funkcji rozwojowych, oddzielnie dla obu płci. Funkcja druga, charakteryzująca wszystko to, co nie jest prostym zwiększaniem wartości cechy (tutaj wysokości środka ciężkości,

ciała), nazwana została przez nas funkcją „nieregularności rozwoju”. Widać, że owa „nieregularność rozwoju” przez znaczną część badanego okresu ontogenezy u dziewcząt nie wpływa na średnią wartość wysokości środka ciężkości ciała. Dopiero u dziewcząt 14-letnich pojawia się wyraźny wpływ tej funkcji na średnią wysokość środka ciężkości. U chłopców funkcja druga w całym badanym okresie ontogenezy wykazuje wartości wyraźnie różne od zera.

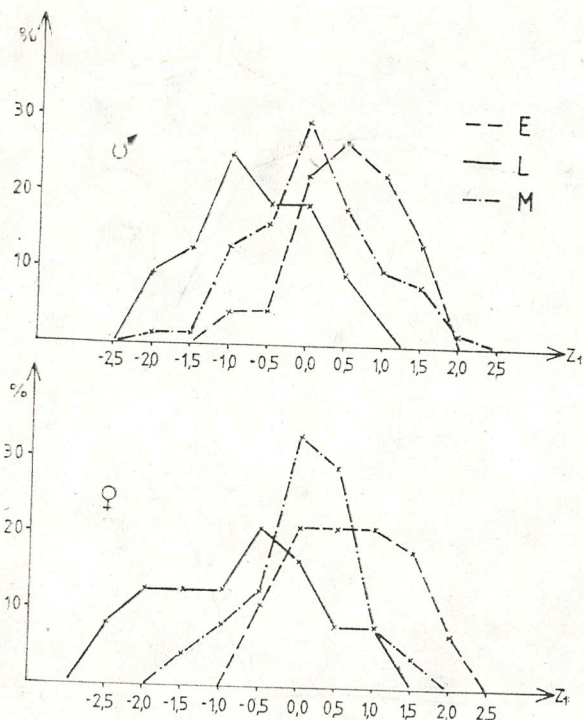


Rys. 6. Przebieg obu funkcji rozwojowych uwzględnionych w rozkładzie kanonicznym indywidualnych krzywych rozwojowych wysokości środka ciężkości ciała

Spadek wartości funkcji pierwszej pod koniec badanego okresu u dziewcząt wiąże się zapewne ze stwierdzonym wyżej zmniejszeniem współzależności pomiędzy wysokością środka ciężkości i wysokością ciała u dziewcząt 13–14-letnich.

Współczynniki z_1 i z_2 , różne dla różnych osób, charakteryzują krzywą rozwojową wysokości środka ciężkości ciała poszczególnego indywiduum. Mogą być one traktowane jako zmienne losowe, których rozkłady poddawane są analizie. Na

rysunku 7 przedstawiono rozkłady częstości występowania poszczególnych wartości współczynników z_1 , tj. wag z jakimi funkcja F_1 wchodzi do indywidualnych krzywych rozwojowych w trzech wyróżnionych podgrupach o różnym tempie dojrzewania. U obu płci widoczne jest wyraźne wzajemne przesunięcie rozkładów: współczynniki dodatnie przeważają w podgrupie wczesnie dojrzewających, natomiast ujemne — w podgrupie późno dojrzewających.



Rys. 7. Rozkłady wag z_1 funkcji F_1 w rozkładzie kanonicznym krzywej rozwojowej wysokości środka ciężkości w trzech wyróżnionych podgrupach o różnym tempie dojrzewania

Analogiczne rozkłady wartości współczynników z_2 , określających udział funkcji F_2 w indywidualnych krzywych rozwojowych, przytoczone są na rysunku 8. Widać, że „nieregularność rozwojowa” nie rozróżnia podgrup o różnym tempie dojrzewania u dziewcząt. Natomiast w grupie chłopców występuje ona głównie w podgrupach skrajnych — wczesnie i późno dojrzewających, przy czym kierunek jej wpływu na średnią krzywą rozwojową wysokości środka ciężkości ciała jest w obu tych podgrupach przeciwny.

W dalszych rozważaniach przyjęto indywidualną krzywą rozwojową za przeciętną, gdy mieściła się ona całkowicie w „rękawie” utworzonym ze średniej krzywej rozwojowej \pm pół odchylenia standardowego. Uwzględnienie tylko dwóch funkcji rozwojowych w rozkładzie krzywej rozwojowej pozwala na przedstawienie tych rozważań w formie graficznej.

Nierówność

$$\overline{scc}(t) + z_1 F_1(t) + z_2 F_2(t) \leq \overline{scc}(t) + s(t),$$

gdzie $s(t)$ oznacza odchylenie standardowe wysokości środka ciężkości ciała w chwili t , można zapisać w równoważnej postaci

$$z_1 F_1(t) + z_2 F_2(t) \leq s(t).$$

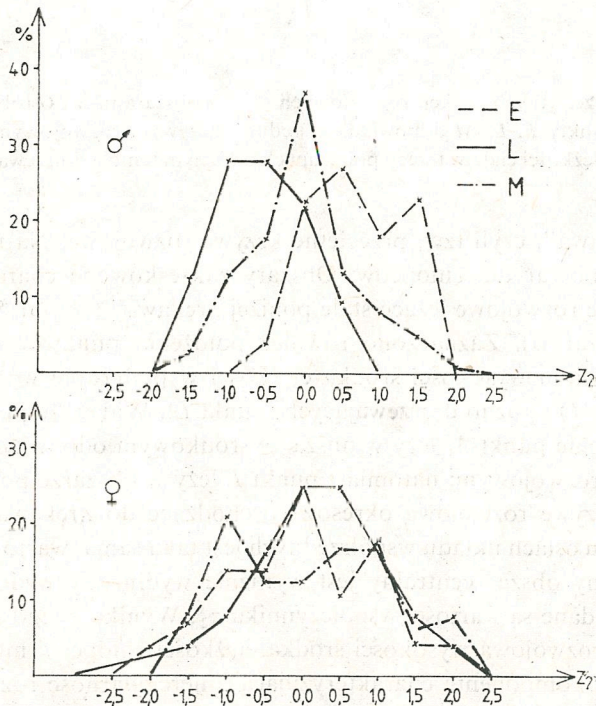
Dla każdej konkretnej chwili t_i (momentu dokonywania pomiaru) nierówność ta jest reprezentowana na płaszczyźnie (z_1, z_2) przez półpłaszczyznę ograniczoną prostą

$$z_1 F_1(t_i) + z_2 F_2(t_i) = s(t_i).$$

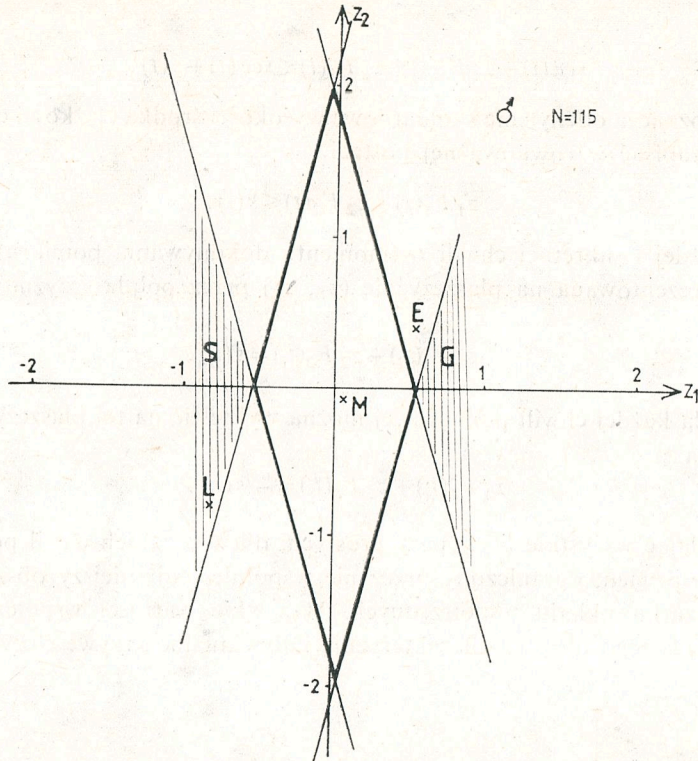
Ponadto dla każdej chwili pomiarowej można wykreślić na tej płaszczyźnie równoległą prostą

$$z_1 F_1(t_i) + z_2 F_2(t_i) = -s(t_i).$$

Wykreślając wszystkie takie pary prostych, dla wszystkich chwil pomiarowych, otrzymamy pewien, ograniczony przez nie wspólnie, najmniejszy obszar skupiony wokół początku układu współrzędnych. Wszystkie wartości współczynników z_1 i z_2 z wnętrza tego obszaru charakteryzują indywidualne krzywe rozwojowe leżące



Rys. 8. Rozkłady wag z_2 funkcji F_2 w rozkładzie kanonicznym krzywej rozwojowej wysokości środka ciężkości w trzech wyróżnionych podgrupach o różnym tempie dojrzewania



Rys. 9. Obszar przeciętnych funkcji rozwojowych wraz z obszarami S i G (objaśnienia w tekście) dla chłopców. Punkty E , L , M odpowiadają średnim krzywom rozwojowym wysokości środka ciężkości ciała w trzech podgrupach o różnym tempie dojrzewania

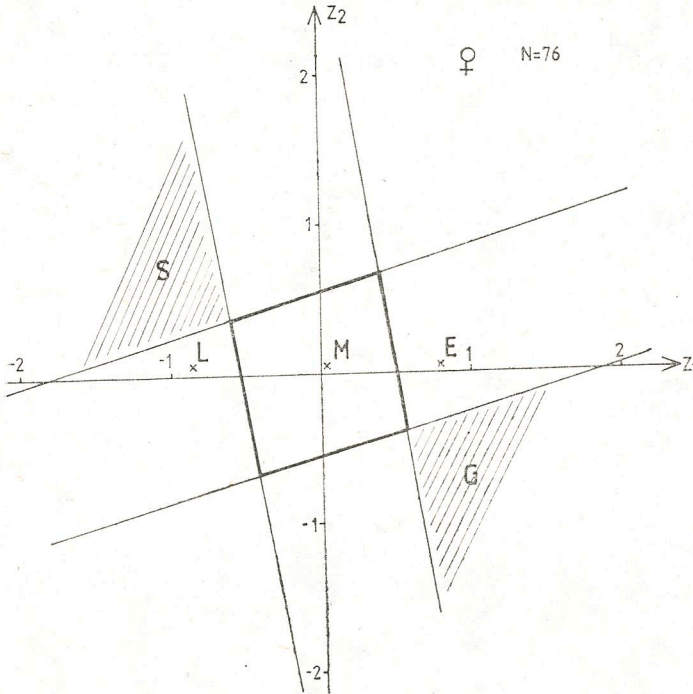
wewnątrz „rękawa”, czyli tzw. przeciętne krzywe rozwojowe. Na rysunku 9 przedstawiono taki obszar dla chłopców. Obszary zakreskowane charakteryzują odpowiednio: krzywe rozwojowe leżące stale poniżej „rękawa” (obszar S) i stale powyżej „rękawa” (obszar G). Zaznaczono również położenia punktów odpowiadających średnim wartościom wysokości środka ciężkości w podgrupie wczesnie (punkt E), średnio (punkt M) i późno dojrzewających (punkt L). Widać, że punkt L leży w obszarze S , podobnie punkt M leży w obszarze środkowym odpowiadającym przeciętnym krzywom rozwojowym; natomiast punkt E leży w obszarze pośrednim, charakteryzującym krzywe rozwojowe okresowo wchodzące do „rękawa”.

Skala na obu osiach układu współrzędnych jest taka sama, warto zatem zauważyć, że wyodrębniony obszar centralny jest wyraźnie wydłużony wzdłuż osi pionowej, na której odkładane są wartości współczynnika z_2 . Wynika z tego wniosek, że przeciętna krzywa rozwojowa wysokości środka ciężkości chłopców może zawierać stosunkowo sporą komponentę charakteryzującą „nieregularność rozwojową”.

Analogiczny „obszar przeciętności” wyznaczony w grupie dziewcząt przedstawiono na rysunku 10. Różnica w stosunku do wyniku uzyskanego dla chłopców jest widoczna na pierwszy rzut oka. Wyodrębniony obszar nie wykazuje wydłużenia

wzdłuż którejkolwiek z osi. Przeciętna krzywa rozwojowa wysokości środka ciężkości u dziewcząt w niewielkim tylko stopniu zawiera komponentę „nieregularności”.

Pewne różnice, w stosunku do wyników uzyskanych u chłopców, obserwuje się również w położeniu punktów E i L , gdyż oba leżą w obszarach pośrednich, odpowiednie krzywe rozwojowe mogą zatem okresowo wchodzić do wnętrza „rękawa”. Natomiast punkt M , podobnie jak u chłopców, znajduje się w wyodrębnionym obszarze centralnym, w bezpośredniej bliskości początku układu współrzędnych.



Rys. 10. Obszar „przeciętnych” funkcji rozwojowych wraz z obszarami S i G (objaśnienia w tekście) dla dziewcząt. Punkty E , L , M odpowiadają średnim krzywym rozwojowym wysokości środka ciężkości ciała w trzech podgrupach o różnym tempie dojrzewania

WNIOSKI

1. Wysokość środka ciężkości ciała jest silnie skorelowana dodatnio z cechami opisującymi liniowe wymiary ciała, głównie w kierunku pionowym. Niemniej u dziewcząt, pod koniec okresu pokwitania, zaznacza się wyraźny wpływ szerokości biodrowej na położenie środka ciężkości ciała.

2. Stopień „zaawansowania rozwojowego” wysokości środka ciężkości i jego wskaźnika, oceniany za pomocą wskaźników przyrodniczych Perkala na tle pozostałych cech morfologicznych, jest zbliżony u obu płci, przy uwzględnieniu jednorocznego wyprzedzenia chłopców przez dziewczęta. Zróżnicowanie zaznacza się

w okresie pokwitaniowym i wiąże się z różnym u obu płci tempem odkładania się tkanki tłuszczowej.

3. Dziewczęta wykazują większą „regularność rozwojową” w badanym okresie ontogenezy w porównaniu z chłopcami. Przeciętna (bliska średniej) krzywa rozwojowa chłopców może zawierać wyraźny komponent określony jako nieregularność rozwoju. U dziewcząt wystąpienie takiego komponentu wiąże się z krzywą rozwojową wyraźnie odbiegającą od średniej.

4. Sposób określenia przeciętnej krzywej rozwojowej i wyodrębnienia „obszaru przeciętności” na płaszczyźnie współczynników z_1 , z_2 wymaga dalszych uściśleń. Przy odpowiednich założeniach co do rozkładu cechy w każdej chwili pomiarowej, obszar ten winien być związany z częścią wspólną przedziałów ufności wyznaczonych wokół średniej w każdej chwili pomiarowej.

PIŚMIENNICTWO

- Bober T., A. Janusz, 1967, *Polożenie środka ciężkości a typ budowy ciała*, Mat. i Prace Antrop., 74, 185.
- Doński D. D., 1963, *Biomechanika ćwiczeń fizycznych*, Sport i Turystyka, Warszawa.
- Janusz A., A. Jarosińska, J. Stęślicki, 1981, *Zmienność proporcji tułowia dzieci wrocławskich w wieku od 9 do 14 lat*, Mat. i Prace Antrop., 101, 29.
- Martin R., 1958, *Anthropologie in systematischer Darstellung*, Gustav Fischer Verl., Stuttgart.
- Milicer H., 1964, *Rozwój somatyczny i motoryczny chłopców w okresie pokwitania*, Wych. Fiz. i Sport, 8, 3.
- Perkal J., 1953, *O wskaźnikach antropologicznych*, Przegl. Antrop., 19, 201.
- Szczotka F. A., *Analysis of growth curves of body height, ages 2 through 18 years by the method of canonical decomposition*, Studies of Phys. Anthrop., 7, 63.
- Tanner J. M., 1963, *Rozwój w okresie pokwitania*, PZWL, Warszawa.

Zakład Morfologii Funkcjonalnej AWF
ul. Witelona 25, 51-617 Wrocław

SEXUAL DIMORPHISM OF POSITIONING OF THE BODY CENTRE OF MASS IN WROCLAW SCHOOLCHILDREN AGED 9 - 14 YEARS

by ANTONI JANUSZ, ANIELA JAROSIŃSKA and JERZY STĘŚLICKI

The changes of a position of body centre of mass (*bcm*) were analysed on 198 Wrocław school children (115 boys and 83 girls). The aim of this study was twofold: first — to establish the characteristics of „a growth curve” of *bcm* during the considered period of ontogeny; second — to check the differences caused by the sexual dimorphism as well as the relations between changes of *bcm* height and individual adolescence rate.

The girls were measured during the subsequent six years, beginning from their 9-th year of age; the boys were one year older, and measured during the subsequent five years. Together with the height of *bcm* the other 10 morphological traits were taken into account. The biological age of children was established by the use of Tanner's 5-grade scale [Tanner 1963]. It made possible to divide the sample into three subgroups differing in degree of development of the secondary sexual features.

The so called Perkal's natural indices [Perkal 1953] were used in the sectional analysis of a growth curve. In terms of these indices „the developmental promotion” of a *bcm* was established on the ground of the morphological traits under consideration. In the longitudinal approach the method of canonical decomposition [Szczołka 1981] was used. This method enables to decompose each individual growth curve into a weighted sum of, naturally ordered, component functions which are independent of an individual and characterize some aspects of growth of the trait under study. The two function approximation was used with sufficient accuracy (over 90% of the total variance explained). The first function was assumed to represent the general growth of a trait, while the second was interpreted as „irregularity” of growth (involving velocity, acceleration and other particular growth parameters). Such a two-dimensional pattern could be easily presented graphically (Figs. 9 and 10).

The main obtained results are following:

1. The height of *bcm* is highly positively correlated with the traits describing linear dimension of a body, mainly in the vertical direction. Nevertheless for girls near the end of adolescence period (13 - 14 years of age) there appears a distinct influence of the hip breadth on the position of a *bcm*.
2. The extent of „a developmental promotion” of both the index and height of *bcm*, as estimated on grounds of somatical features with the help of Perkal's natural indices, remains similar for both sexes with one-year preceding by girls. The distinct differentiation does occur at the end of an adolescence period and is connected with differences in the reciprocal transition of masses of different parts of body in both sexes.
3. The maturation rate is clearly connected with a general size of a body. The early maturing individuals are in general greater during the investigated period of ontogeny and have, in connection with it, the higher position of *bcm*. The late maturing individuals are relatively smaller.
4. The girls present the higher level of „a regularity of growth” in comparison with boys during the investigated period of ontogeny. The more distinct influence of a factor of „irregularity” occurs at the end of adolescence period for girls.