

Napoleon Wolański*, Armando Rojas*, Ligia Uc*, Anna Siniarska**

Współzależność cech budowy ciała i dynamiki ich zmian w okresie pokwitania

(Raport 3 z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku)

1. Wstęp

W poprzednich dwóch doniesieniach z comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku poszukiwano prawidłowości zmian sezonowych oraz wzorów rozwoju u poszczególnych osobników. Nie doszukano się wyraźnego rytmu ani typowych dla całej badanej grupy zmian sezonowych, związanych z warunkami klimatycznymi (Siniarska i wsp. 2005). Stwierdzono natomiast, że każdy osobnik i każda jego cecha ma swoisty, indywidualny rytm rozwoju (Wolański i wsp. 2005).

W obecnej publikacji chodzi o wyjaśnienie czy i jakie istnieją związki między badanymi cechami budowy ciała w okresie od rozpoczęcia badań przez 22 miesiące ich prowadzenia, w którym zachodziły nasilone przemiany organizmu związane z procesem dojrzewania płciowego. Przed laty, na drodze analizy czynnikowej, wyznaczono na materiale polskim główne składowe u noworodków obu płci stwierdzając zmiany składu ukrytych czynników w trakcie rozwoju osobniczego (Antoszevska 1992, Antoszevska i Wolański 1992).

Obecne rozważania obejmują ocenę korelacji między badanymi cechami w okresie dojrzewania dla całego materiału i oddzielnie dla każdej z płci oraz wyników zastosowania analizy czynnikowej. Do wyjaśnienia pozostaje problem czy ewentualne różnice w związkach między cechami i w składzie ukrytych czynników zależne są od odmienności płciowych czy też od fazy dojrzewania, w jakiej znajdują się badani chłopcy i dziewczęta.

¹ Departamento de Ecología Humana, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Mérida, Meksyk.

² Katedra Biologii Człowieka, Sekcja Ekologii Człowieka, Uniwersytet Kardynała Wyszyńskiego, Warszawa.

2. Materiał i metoda

Badania wykonano w okresie od lutego 2002 roku do listopada 2003 roku, powtarzając je, co miesiąc, z wyjątkiem lipca i sierpnia 2002 roku. Zebrane dane oraz metody badań opisano w pierwszym komunikacie, zawartym w niniejszym tomie (Siniarska i wsp. 2005).

3. Wyniki badań własnych

Analizie poddano 93 osoby, biorąc pod uwagę 16 cech dla chłopców i 17 dla dziewcząt, dla których posiadano komplet pomiarów i informacji na początku i na końcu badań. Są to dane dotyczące wysokości i masy ciała, masy tłuszczu i masy beztłuszczowej, sumy grubości 5 fałdów skórno-tłuszczowych i BMI – w chwili rozpoczęcia badań w marcu 2002 roku (dane wyjściowe) oraz w chwili ich zakończenia w listopadzie 2003 roku (dane końcowe); wieku w chwili rozpoczynania badań (marzec 2002) oraz przyrostów w czasie od marca 2002 do listopada 2003 wysokości i masy ciała oraz procentu przyrostu wysokości ciała w stosunku do wielkości wyjściowej tj. na początku badań (PB-v). Dodatkowo u dziewcząt do analizy włączono wiek menarche.

Całość materiału

Najwięcej istotnych współczynników korelacji u 93 chłopców i dziewcząt stwierdzono między wysokością ciała, wyjściową masą ciała, wyjściową masą beztłuszczową (FFM), końcową masą tłuszczu (FM) i końcową sumą grubości fałd skórno-tłuszczowych a innymi cechami (Tabela 1). Najsłabszą korelację stwierdzono natomiast dla wieku w chwili rozpoczynania badań oraz dla przyrostu wysokości ciała.

W chwili rozpoczęcia i zakończenia badań większość cech korelowała z pozostałymi 15 cechami (Tab. 1). Do wyjątków należały: (1) wysokość ciała przy rozpoczęciu badań nie wykazała istotnej korelacji jedynie z przyrostem masy ciała, a przy zakończeniu badań z procentowym przyrostem wysokości, (2) wyjściowa masa ciała nie korelowała z wiekiem w chwili rozpoczęcia badań, (3) wyjściowa FFM nie wykazuje z przyrostem wysokości ciała w cm (finalna także z procentowym), (4) końcowa masa tłuszczu (FM) nie koreluje z wiekiem przy rozpoczęciu badań (wyjściowa także z przyrostem masy ciała), (5) końcowa suma grubości fałd skórno-tłuszczowych nie koreluje z wiekiem w chwili rozpoczęcia badań, a wyjściowa suma tych fałd dodatkowo nie koreluje z obiema miarami przyrostu wysokości ciała.

Współzależność cech budowy ciała i dynamiki ich zmian w okresie pokwitania

Cecha	Przyrost wysokości i w %	Przyrost wysokości w cm	Przyrost masy w kg	Wyjściowy BMI	Końcowy BMI	Wyjściowa wysokość	Końcowa wysokość	Wyjściowa masa ciała
1. Przyrost wysokości w %	1.000	0.991***	0.455***	-0.182	-0.175	-0.391***	0.086	-0.283**
2. Przyrost wysokości w cm	0.991***	1.000	0.474***	-0.133	-0.135	-0.275**	0.208*	-0.207*
3. Przyrost masy w kg	0.455***	0.474***	1.000	0.251**	0.471***	0.015	0.247*	0.204*
4. Wyjściowy BMI	-0.182	-0.133	0.251*	1.000	0.956***	0.432***	0.374***	0.957***
5. Końcowy BMI	-0.175	-0.135	0.471***	0.956***	1.000	0.383***	0.324**	0.906***
6. Wyjściowa wysokość ciała	-0.390***	-0.275**	0.016	0.432***	0.383***	1.000	0.883***	0.669***
7. Końcowa wysokość ciała	0.086	0.208*	0.247*	0.374***	0.324**	0.883***	1.000	0.579***
8. Wyjściowa masa ciała	-0.282**	-0.207*	0.205*	0.957***	0.906***	0.669***	0.579***	1.000
9. Końcowa masa ciała	-0.122	-0.048	0.476***	0.933***	0.952***	0.606***	0.593***	0.958***
10. Wyjśc. masa beztłuszczowa	-0.241*	-0.154	0.206*	0.883***	0.828***	0.719***	0.656***	0.953***
11. Końc. masa beztłuszczowa	0.050	0.131	0.496***	0.841***	0.842***	0.597***	0.672***	0.878***
12. Wyjściowa masa tłuszczu	-0.298*	-0.242*	0.181	0.935***	0.895***	0.544***	0.435***	0.945***
13. Końcowa masa tłuszczu	-0.293*	-0.240	0.379***	0.890***	0.926***	0.521***	0.413***	0.899***
14. Wyjśc. suma tk. tłuszczowej	-0.153	-0.100	0.265**	0.944***	0.903***	0.435***	0.394***	0.910***
15. Końc. suma tk. tłuszczowej	-0.269**	-0.235*	0.434***	0.850***	0.917***	0.376***	0.268**	0.817***
16. Wiek w marcu 2002 r.	-0.139	-0.101	0.013	0.152	0.139	0.268**	0.223*	0.200

Cecha	Końcowa masa c.	Wyjściowa FFM	Końcowa FFM	Wyjściowa FM	Końcowa FM	Wyjściowa suma tk.t.	Końcowa suma tk.t.	Wiek w III 2002
1. Przyrost wysokości w %	-0.122	-0.241*	0.050	-0.298**	-0.293**	-0.152	-0.270**	-0.139
2. Przyrost wysokości w cm	-0.048	-0.154	0.131	-0.243*	-0.240*	-0.100	-0.235*	-0.100
3. Przyrost masy w kg	0.476***	0.206*	0.496***	0.181	0.378***	0.265**	0.434***	0.013
4. Wyjściowy BMI	0.933***	0.883***	0.841***	0.935***	0.890***	0.945***	0.850***	0.153
5. Końcowy BMI	0.952***	0.828***	0.842***	0.895***	0.925***	0.903***	0.917***	0.140
6. Wyjściowa wysokość	0.606***	0.719***	0.597***	0.544***	0.521***	0.435***	0.376***	0.268**
7. Końcowa wysokość	0.593***	0.656***	0.671***	0.435***	0.413***	0.393***	0.268**	0.223*
8. Wyjściowa masa ciała	0.958***	0.953***	0.878***	0.945***	0.899***	0.910***	0.817***	0.200
9. Końcowa masa ciała	1.000	0.916***	0.934***	0.902***	0.918***	0.895***	0.861***	0.183
10. Wyjśc. masa beztłuszczowa	0.916***	1.000	0.922***	0.801***	0.769***	0.813***	0.701***	0.240*
11. Końc. masa beztłuszczowa	0.934***	0.922***	1.000	0.738***	0.715***	0.776***	0.684***	0.209*
12. Wyjściowa masa tłuszczu	0.902***	0.801***	0.738***	1.000	0.943***	0.918***	0.856***	0.137
13. Końcowa masa tłuszczu	0.918***	0.769***	0.715***	0.943***	1.000	0.888***	0.923***	0.124
14. Wyjśc. suma tk. tłuszczowej	0.895***	0.813***	0.776***	0.918***	0.888***	1.000	0.888***	0.086
15. Końc. suma tk. tłuszczowej	0.861***	0.701***	0.684***	0.856***	0.923***	0.888***	1.000	0.089
16. Wiek w marcu 2002 r.	0.184	0.240*	0.209*	0.137	0.124	0.086	0.089	1.0000

Tabela 1. Macierz korelacji wyjściowej (w chwili rozpoczęcia badań) i końcowej (w chwili zakończenia badań) wysokości i masy ciała, ich przyrostów w czasie badań, masy ciała beztłuszczowego (FFM), masy tłuszczu (FM), sumy grubości fałd skórno-tłuszczowych oraz wieku w chwili rozpoczynania badań – razem dla chłopców i dziewcząt z Meridy.

Tabela 1. Macierz korelacji dla 93 osobników obu płci (współczynnik korelacji r istotny na poziomie: *0,05, ** 0,01, ***0,001).

Najmniej istotnych współczynników korelacji stwierdzono dla wieku w chwili rozpoczynania badań w marcu 2002 roku a innymi cechami. Jest bardzo charakterystyczne, że wiek w chwili rozpoczęcia badań korelował jedynie z wyjściowymi i końcowymi: wysokością ciała oraz masą beztłuszczową (FFM). Rzadsze też były korelacje dla przyrostu wysokości ciała, w tym dodatnie związki miały miejsce z przyrostami masy ciała i końcową wysokością ciała, (ale nie przyrost procentowy wysokości, co wskazuje, że korelacja dotyczy jedynie pochodnej wielkości wyjściowej).

Natomiast ujemne związki przyrostu wysokości ciała były dość częste. Dotyczyły one wyjściowych: wysokości, masy całego ciała, masy beztłuszczowej (FFM), wyjściowej i końcowej masy tłuszczu, oraz końcowej sumy grubości fałd skórno-tłuszczowych. Owe ujemne związki wskazują, że przyrost wysokości ciała u badanych osobników w ciągu 20 miesięcy był tym większy im mniejsze były wyjściowe wymiary i masa ciała, w tym masa beztłuszczowa, a także im niższa była końcowa masa tłuszczu, w tym tłuszczu podskórnego.

Wszystkie wyjściowe i końcowe wielkość badanych cech korelują ze sobą dodatnio i to na poziomie istotności 0,001.

Wyodrębniono 3 ukryte czynniki (por Tabela 4a). Czynniki 1 (F1) związany jest z wyjściową i końcową: całą masą ciała, masą beztłuszczową, masą tłuszczu, sumą podskórnej tkanki tłuszczowej i BMI; F2 związany jest z przyrostami wysokości i masy ciała; F3 zależy od wyjściowej i końcowej wysokości ciała oraz od wieku osobników w chwili rozpoczęcia badań. F1 można więc nazwać czynnikiem masy, F2 – czynnikiem przyrostów masy i wysokości ciała, oraz F3 – czynnikiem wysokości ciała i wieku. Wymienione 3 czynniki wyjaśniają 87,41% zmienności wspólnej, gdzie czynnik pierwszy wyjaśnia 54,15% tej zmienności.

Chłopcy

Kończowa wysokość ciała i masa ciała beztłuszczowego u chłopców korelują ze wszystkimi pozostałymi 15 cechami (Tabela 2).

Cecha	Przyrost wysokości w %	Przyrost wysokości w cm	Przyrost masy w kg	Wyjściowy BMI	Kończowy BMI	Wyjściowa wysokość	Kończowa wysokość	Wyjściowa masa ciała
1.Przyrost wysokości w %	1.000	0.983***	0.420**	0.105	0.101	-0.066	0.312*	0.058
2.Przyrost wysokości w cm	0.983***	1.000	0.458**	0.181	0.168	0.112	0.476***	0.174
3.Przyrost masy w kg	0.420**	0.457**	1.000	0.476***	0.685***	0.254	0.397**	0.473***
4.Wyjściowy BMI	0.105	0.181	0.475***	1.000	0.955***	0.451**	0.468***	0.965***
5.Kończowy BMI	0.101	0.168	0.685***	0.955***	1.000	0.408**	0.425**	0.917***
6.Wyjściowa wysokość ciała	-0.066	0.111	0.253	0.451**	0.408**	1.000	0.927***	0.663***
7.Kończowa wysokość ciała	0.312*	0.476***	0.397**	0.468***	0.425**	0.927***	1.000	0.653***
8.Wyjściowa masa ciała	0.058	0.174	0.473***	0.965***	0.917***	0.663***	0.653***	1.000
9.Kończowa masa ciała	0.173	0.279	0.688***	0.937***	0.960***	0.622***	0.656***	0.965***
10.Wyjsc.masa beztłuszczowa	0.129	0.265	0.502***	0.871***	0.831***	0.770***	0.782***	0.954***
11.Końc. masa beztłuszczowa	0.382	0.495***	0.689***	0.835***	0.840***	0.656***	0.767***	0.892***
12.Wyjściowa masa tłuszczu	-0.023	0.058	0.393**	0.966***	0.914***	0.480***	0.447**	0.946***
13.Kończowa masa tłuszczu	-0.091	-0.007	0.584***	0.914***	0.952***	0.491***	0.432**	0.906***
14.Wyjsc. suma tk. tłuszczowych	0.006	0.089	0.424*	0.953***	0.911***	0.479***	0.457**	0.933***
15.Końc. suma tk. tłuszczowych	-0.108	-0.051	0.596***	0.820***	0.895***	0.361*	0.300*	0.787***
16.Wiek w marcu 2002 r.	0.196	0.275	0.091	0.294*	0.220	0.373**	0.434**	0.347*

Współzależność cech budowy ciała i dynamiki ich zmian w okresie pokwitania

Cecha	Końcowa masa ciała	Wyjściowa FFM	Końcowa FFM	Wyjściowa FM	Końcowa FM	Wyjściowa suma tk.tł.	Końcowa suma tk.tł.	Wiek w III 2002
1.Przyrost wysokości w %	0.173	0.129	0.382**	-0.023	-0.090	0.005	-0.108	0.196
2.Przyrost wysokości w cm	0.280	0.265	0.495***	0.058	-0.007	0.089	-0.051	0.275
3.Przyrost masy w kg	0.688***	0.502***	0.689***	0.393**	0.584***	0.424**	0.596***	0.091
4.Wyjściowy BMI	0.937***	0.872***	0.835***	0.966***	0.914***	0.953***	0.819***	0.294**
5.Końcowy BMI	0.959***	0.831***	0.840***	0.914***	0.952***	0.911***	0.895***	0.220
6.Wyjściowa wysokość	0.622***	0.770***	0.656***	0.480***	0.491***	0.479***	0.361**	0.373**
7.Końcowa wysokość	0.656***	0.782***	0.767***	0.447**	0.431**	0.457**	0.300*	0.434**
8.Wyjściowa masa ciała	0.965***	0.954***	0.890***	0.946***	0.906***	0.933***	0.787***	0.346*
9.Końcowa masa ciała	1.000	0.936***	0.939***	0.897***	0.920***	0.895***	0.826***	0.313*
10.Wyjść.masa beztłuszczowa	0.936***	1.000	0.938***	0.806***	0.793***	0.812***	0.649***	0.382***
11.Końc.masa beztłuszczowa	0.939***	0.938***	1.000	0.747***	0.729***	0.756***	0.620***	0.354*
12.Wyjściowa masa tłuszczu	0.897***	0.806***	0.747***	1.000	0.933***	0.967***	0.855***	0.272
13.Końcowa masa tłuszczu	0.920***	0.793***	0.729***	0.933***	1.000	0.920***	0.937***	0.218
14.Wyjść.suma tk.tłuszczowych	0.895***	0.812***	0.756***	0.967***	0.920***	1.000	0.879***	0.271
15.Końc.suma tk.tłuszczowych	0.826***	0.649***	0.620***	0.855***	0.937***	0.879***	1.000	0.120
16.Wiek w marcu 2002 r.	0.313*	0.382**	0.354**	0.272	0.218	0.273	0.120	1.000

Tabela 2. Macierz korelacji wyjściowej (w chwili rozpoczęcia badań) i końcowej (w chwili zakończenia badań) wysokości i masy ciała, ich przyrostów w czasie badań, masy ciała beztłuszczowego (FFM), masy tłuszczu (FM), sumy grubości fałd skórno-tłuszczowych oraz wieku w chwili rozpoczynania badań u chłopców z Meridy.

Tabela 2. Macierz korelacji dla 46 chłopców (współczynnik korelacji r istotny na poziomie: *0,05, ** 0,01, ***0,001).

Najmniej istotnych współczynników korelacji stwierdzono dla przyrostu wysokości ciała w badanym okresie (jedynie z przyrostem masy ciała, końcowymi: wysokością ciała i masą beztłuszczową). Również wiek chłopców w chwili rozpoczynania badań koreluje jedynie z wyjściowym BMI, oraz wyjściowymi i końcowymi: wysokością i masą ciała oraz masą ciała beztłuszczowego.

Wyodrębniono 3 ukryte czynniki (por. Tabela 4b). F1 związany jest z wyjściowymi i końcowymi: całą masą ciała, jej przyrostem, masą beztłuszczową, masą tłuszczu i sumą fałd tłuszczowych, BMI oraz z końcową wysokością ciała; F2 związany jest z przyrostami wysokości ciała; F3 związany jest z wyjściową wysokością ciała oraz wiekiem chłopców w chwili rozpoczynania badań, przy czym te ostatnie dwie korelacje są ujemne. F1 można, więc nazwać czynnikiem masy i dynamiki jej zmian, F2 – czynnikiem dynamiki przyrostu ciała na wysokość, a F3 – czynnikiem wieku i wysokości ciała w momencie wyjściowym. Wymienione 3 czynniki wyjaśniają 89,38% zmienności wspólnej, w tym czynnik pierwszy wyjaśnia 52,60% tej zmienności.

Dziewczęta

Macierz korelacji wykazuje nieco inne związki u dziewcząt (Tabela 3), aniżeli występujące u chłopców (Tabela 2).

Cecha	Przyrost wysokości w %	Przyrost wysokości w cm	Przyrost masy w kg	Wyjściowy BMI	Końcowy BMI	Wyjściowa wysokość	Końcowa wysokość	Wyjściowa masa ciała	Końcowa masa ciała
1. Przyrost wysokości w %	1.000	0.994***	0.487***	-0.507***	-0.475***	-0.565***	-0.096	-0.585**	-0.448**
2. Przyrost wysokości w cm	0.994***	1.000	0.488***	-0.481***	-0.459***	-0.483***	-0.000	-0.540***	-0.402**
3. Przyrost masy w kg	0.487***	0.488***	1.000	-0.070	0.166	-0.203	0.037	-0.124	0.154
4. Wyjściowy BMI	-0.507***	-0.481***	-0.070	1.000	0.959***	0.465***	0.266	0.956***	0.932***
5. Końcowy BMI	-0.475***	-0.459***	0.167	0.959***	1.000	0.395**	0.197	0.900***	0.942***
6. Wyjściowa wysokość	-0.565***	-0.483***	-0.203	0.465***	0.395**	1.000	0.876***	0.700***	0.641***
7. Końcowa wysokość	-0.096	-0.000	0.037	0.266	0.197	0.876***	1.000	0.502***	0.510***
8. Wyjściowa masa ciała	-0.585***	-0.540***	-0.124	0.956***	0.900***	0.700***	0.502***	1.000	0.961***
9. Końcowa masa ciała	-0.448**	-0.402**	0.154	0.932***	0.942***	0.641***	0.510***	0.961***	1.000
10. Wyjśc. masa beztuszcz.	-0.643***	-0.592***	-0.192	0.895***	0.830***	0.753***	0.534***	0.965***	0.907***
11. Końc. masa beztuszcz.	-0.424**	-0.369*	0.151	0.865***	0.872***	0.686***	0.589***	0.919***	0.958**
12. Wyjściowa masa tłuszczu	-0.478***	-0.442**	-0.041	0.946***	0.904***	0.589***	0.429**	0.960***	0.944***
13. Końcowa masa tłuszczu	-0.434**	-0.401**	0.141	0.918***	0.931***	0.541***	0.397**	0.920***	0.955***
14. Wyjśc. suma tk. tłuszcz.	-0.426**	-0.398**	-0.014	0.939***	0.900***	0.466***	0.313*	0.907***	0.899***
15. Końc. suma tk. tłuszcz.	-0.460***	-0.445**	0.209	0.895***	0.947***	0.412*	0.225	0.856**	0.910***
16. Wiek w marcu 2002 r.	-0.325*	-0.315*	-0.046	0.043	0.075	0.165	0.015	0.080	0.067
17. Wiek menarche	0.592***	0.587***	0.275	-0.346*	-0.325*	-0.452**	-0.192	-0.428**	-0.350*

Cecha	Wyjściowa FFM	Końcowa FFM	Wyjściowa FM	Końcowa FM	Wyjściowa suma tk.tł.	Końcowa suma tk.tł.	Wiek w III 2002	Wiek menarche
1. Przyrost wysokości w %	-0.643***	-0.424**	-0.478***	-0.434**	-0.426**	-0.461***	-0.325*	0.592***
2. Przyrost wysokości w cm	-0.592***	-0.369**	-0.442**	-0.401**	-0.398**	-0.444**	-0.315*	0.587***
3. Przyrost masy w kg	-0.192	0.151	-0.041	0.141	-0.014	0.209	-0.046	0.275
4. Wyjściowy BMI	0.895***	0.865***	0.946***	0.918***	0.939***	0.895***	0.043	-0.346*
5. Końcowy BMI	0.830***	0.872***	0.905***	0.931***	0.900***	0.947***	0.075	-0.325**
6. Wyjściowa wysokość	0.753***	0.686***	0.589***	0.540***	0.466***	0.412**	0.165	-0.452**
7. Końcowa wysokość	0.534***	0.580***	0.429**	0.396**	0.313*	0.225	0.015	-0.192
8. Wyjściowa masa ciała	0.965***	0.919***	0.960***	0.920***	0.907***	0.856***	0.080	-0.428**
9. Końcowa masa ciała	0.907***	0.957***	0.944***	0.955***	0.899***	0.910***	0.067	-0.350*
10. Wyjśc. masa beztuszczowa	1.000	0.918***	0.852***	0.817***	0.817***	0.775***	0.149	-0.464**
11. Końc. masa beztuszczowa	0.918***	1.000	0.849***	0.830***	0.798***	0.815***	0.115	-0.309*
12. Wyjściowa masa tłuszczu	0.853***	0.849***	1.000	0.957***	0.933***	0.876***	0.002	-0.357*
13. Końcowa masa tłuszczu	0.817***	0.830***	0.957***	1.000	0.924***	0.926***	0.010	-0.363*
14. Wyjśc. suma tk. tłuszczowej	0.817***	0.798***	0.933***	0.924***	1.000	0.917***	-0.084	-0.343*
15. Końc. suma tk. tłuszczowej	0.775***	0.815***	0.876***	0.926***	0.917***	1.000	0.062	-0.371**
16. Wiek w marcu 2002 r.	0.149	0.115	0.002	0.010	-0.084	0.062	1.000	0.114
17. Wiek menarche	-0.464***	-0.309*	-0.357*	-0.363*	-0.343*	-0.371**	0.114	1.000

Tabela 3. Macierz korelacji wyjściowej (w chwili rozpoczęcia badań) i końcowej (w chwili zakończenia badań) wysokości i masy ciała, ich przyrostów w czasie badań, masy ciała beztuszczowego (FFM), masy tłuszczu (FM), sumy grubości fałd skórno-tłuszczowych, wieku w chwili rozpoczynania badań oraz wieku wystąpienia pierwszej menstruacji u dziewcząt z Meridy.

Tabela 3. Macierz korelacji dla 47 dziewcząt (współczynnik korelacji r istotny na poziomie: *0,05, ** 0,01, ***0,001).

Po pierwsze wszystkie cechy dotyczące tkanki tłuszczowej, masy ciała oraz BMI korelują z przyrostem wysokości ciała, natomiast nie korelują z przyrostem masy ciała, co jest odwrotnością zjawiska występującego u chłopców (z wyjątkiem końcowej masy ciała beztuszczowego – która jest także istotna ale ujemna u dziewcząt a dodatnia u chłopców).

Po drugie, konsekwentnie u dziewcząt przyrost wysokości ciała koreluje niemal z wszystkimi pozostałymi cechami, podczas gdy przyrost masy ciała koreluje jedynie z przyrostem wysokości ciała (brak istotnego związku z pozostałymi cechami, co jest odwrotnością sytuacji występującej dla chłopców).

Po trzecie u dziewcząt wyjściowa wysokość ciała koreluje z większością cech (z wyjątkiem przyrostu masy i wiekiem wyjściowym), natomiast końcowa wysokość ciała wykazuje związek jedynie z wyjściową wysokością i sumą fałd tłuszczowych oraz wyjściowymi i końcowymi: masą ciała, masą beztłuszczową oraz tłuszczu; nie koreluje zaś ani z BMI ani z końcową sumą fałd tłuszczowych.

Wiek w chwili rozpoczynania badań koreluje jedynie z przyrostem wysokości ciała, podczas gdy u chłopców nie koreluje ani z przyrostem wysokości ani masy ciała, natomiast wykazuje związek z masą całego i beztłuszczowego ciała

Wszystko powyższe wiąże się przypuszczalnie z faktem, że chłopcy znajdują się dopiero w fazie wchodzenia w skok pokwitaniowy, natomiast większość dziewcząt jest w przebyła już lub jest trakcie skoku pokwitaniowego. Tak więc korelacje typowe dla chłopców mogą dotyczyć wcześniejszej, a dla dziewcząt późniejszej fazy dojrzewania.

U dziewcząt wyodrębniono 4 ukryte czynniki (por. Tabela 4c), F1 związany jest z wyjściowymi i końcowymi: masą ciała, masą beztłuszczową, masą tłuszczu i sumą tkanki tłuszczowej, BMI, wyjściową wysokością ciała oraz (związek ujemny) z wiekiem menarche; F2 związany jest z przyrostami wysokości i masy ciała w badanym okresie a także, tym razem dodatnio, z wiekiem menarche; F3 reprezentuje jedynie z końcową wysokością ciała, a F4 – wiek w chwili rozpoczęcia badań (marzec 2002). F1 można, więc zidentyfikować jako czynnik masy związany ujemnie z wiekiem menarche (im większa masa ciała i jego komponent, tym wcześniejszy wiek dojrzewania), F2 jest czynnikiem przyrostów (u dziewcząt późno dojrzewających są one większe), F3 dotyczy jedynie końcowej wysokości ciała dziewcząt, a F4 – wieku dziewcząt. Owe 4 czynniki wyjaśniają aż 91,98% zmienności wspólnej, w tym pierwszy czynnik wyjaśnia 52,73% tej zmienności.

Tabela 4. Wyodrębnione „ukryte” czynniki (latent factors – F) w wyniku analizy czynnikowej z rotacją Varimax oraz wyjaśniana przez nie zmienność dla całości materiału (4A), chłopców (4B) i dziewcząt (4C).

Cecha	Czynnik F 1	Czynnik F 2	Czynnik F 3	Czynnik	% wyjaśnianej zmienności	Kumulacja w %
Końcowa masa ciała	0.987	0.132	-0.007	F1	54.147	54.147
Wyjściowa masa ciała	0.984	-0.080	0.050	F2	17.263	71.410
Wyjściowy BMI	0.950	-0.001	-0.190	F3	15.998	87.408
Końcowy BMI	0.944	0.064	-0.283			
Wyjściowa masa tłuszczu	0.936	-0.126	-0.132			
Końcowa masa tłuszczu	0.935	-0.067	-0.196			
Wyjściowa masa beztłuszczowa	0.929	-0.029	0.214			
Wyjściowa suma tk. tłuszczowej	0.924	0.022	-0.213			
Końcowa masa beztłuszczowa	0.895	0.295	0.164			
Końcowa suma tk. tłuszczowej	0.881	-0.040	-0.346			
Przyrost wysokości w cm	-0.162	0.956	0.091			
Przyrost wysokości w %	-0.236	0.944	-0.003			
Przyrost masy ciała w kg	0.354	0.702	-0.181			
Końcowa wysokość ciała	0.576	0.245	0.733			
Wyjściowa wysokość ciała	0.645	-0.217	0.677			
Wiek w marcu 2002 r.	0.207	-0.113	0.424			

Tabela 4a. Ukryte czynniki po rotacji Varimax dla 93 osób obu płci.

Cecha	Czynnik F1	Czynnik F2	Czynnik F3	Czynnik	% wyjaśnianej zmienności	Kumulacja w %
Końcowa masa ciała	0.994	0.010	0.053	F1	52.601	52.601
Wyjściowa masa ciała	0.979	-0.093	-0.094	F2	20.704	73.306
Wyjściowy BMI	0.949	-0.146	0.120	F3	16.070	89.376
Końcowy BMI	0.947	-0.151	0.257			
Wyjściowa masa beztłuszczowa	0.940	0.078	-0.226			
Końcowa masa beztłuszczowa	0.926	0.292	-0.013			
Końcowa masa tłuszczu	0.922	-0.311	0.121			
Wyjściowa suma tk. tłuszczowej	0.922	-0.241	0.075			
Wyjściowa masa tłuszczu	0.919	-0.269	0.055			
Końcowa suma tk. tłuszczowej	0.832	-0.367	0.252			
Końcowa wysokość ciała	0.677	0.456	-0.511			
Przyrost masy ciała w kg	0.628	0.295	0.440			
Przyrost wysokości ciała w cm	0.272	0.914	0.240			
Przyrost wysokości ciała w %	0.160	0.891	0.371			
Wyjściowa wysokość ciała	0.649	0.126	-0.680			
Wiek w marcu 2002	0.360	0.307	-0.419			

Tabela 4b. Ukryte czynniki po rotacji Varimax dla 46 chłopców.

Cecha	Czynnik F1	Czynnik F2	Czynnik F3		Czynnik	% wyjaśnianej zmienności	Kumulacja w %
Wyściowa masa ciała	0.989	0.006	0.043	-0.021	F1	52.728	52.728
Końcowa masa ciała	0.970	0.224	0.042	0.051	F2	17.612	70.341
Wyściowy masa beztłuszczowa	0.953	-0.117	0.125	0.024	F3	14.212	84.553
Wyściowa masa tłuszczu	0.952	0.138	-0.047	-0.068	F4	7.4222	91.975
Wyściowy BMI	0.947	0.114	-0.212	-0.023			
Końcowa masa tłuszczu	0.937	0.233	-0.090	-0.023			
Końcowy BMI	0.923	0.219	-0.286	0.072			
Końcowa masa beztłuszczowa	0.920	0.194	0.171	0.117			
Wyściowa suma tk. tłuszczowej	0.914	0.195	-0.172	-0.142			
Końcowa suma tk. tłuszczowej	0.901	0.225	-0.263	0.043			
Wyściowa wysokość ciała	0.895	-0.276	0.649	0.021			
Wiek menarche	-0.479	0.472	-0.000	0.438			
Przyrost masy ciała w kg	-0.053	0.782	-0.003	0.260			
Przyrost wysokości ciała w cm	-0.584	0.733	0.240	-0.080			
Przyrost wysokości ciała w %	-0.625	0.722	0.153	-0.089			
Końcowa wysokość ciała	0.472	0.089	0.873	-0.020			
Wiek w marcu 2002	0.099	-0.320	0.012	0.907			

Tabela 4c. Ukryte czynniki po rotacji Varimax dla 47 dziewcząt.

Dodatkowo obliczono korelacje wieku wystąpienia menarche z innymi badanymi cechami. Wiek wystąpienia pierwszej menstruacji jest istotnym etapem dojrzewania płciowego. Koreluje on ujemnie z większością badanych cech, co jest oczywiste wobec faktu, że dziewczęta dojrzewające są w danym momencie większe, cięższe, mają większe zasoby zarówno tłuszczu jak i masy beztłuszczowej oraz pełniejszą budowę ciała (BMI). Natomiast dodatni jest związek z przyrostem wysokości ciała.

Dziewczęta późno dojrzewające charakteryzują się większym bezwzględnym i procentowym przyrostem wysokości ciała w badanym okresie od marca 2002 do października 2003 roku. Jest to o tyle oczywiste, że menarche zazwyczaj występuje w roku następującym po szczycie skoku pokwitaniowego. Nie dotyczy to jednak przyrostu masy ciała, która przypuszczalnie musiała być zgromadzona już wcześniej (hipoteza Frisch, 1988).

Natomiast u dziewcząt wcześniej dojrzewających większa była w chwili rozpoczęcia badań i zakończenia badań masa ciała, BMI, masa ciała beztłuszczowego, masa tłuszczu, suma fałd podskórnej tkanki tłuszczowej, jak też wyjściowa wysokość ciała. Brak jest zaś korelacji wieku menarche z końcową wysokością ciała.

4. Dyskusja

Ważnym spostrzeżeniem z analizy macierzy korelacji jest to, że dla chłopców nie występuje ani jeden istotny ujemny współczynnik korelacji między badanymi cechami, podczas gdy występują one u dziewcząt przede wszystkim dla przyrostów wysokości i masy ciała. Ujemne współczynniki korelacji występują także przy połączeniu danych dla

chłopców i dla dziewcząt. W tym drugim przypadku owe związki ujemne występują głównie między przyrostami wysokości ciała a wyjściowymi wielkościami wysokości, masy ciała, masy beztłuszczowej, oraz wielkościami końcowych grubości tkanek skórno-tłuszczowych i masy tłuszczu. Wskazuje to raz jeszcze na odmienne związki między cechami, lecz być może nie dotyczy to odrębności płciowych, lecz etapu dojrzewania. Związki te są inne we wczesnym okresie dojrzewania, w jakim znajdują się badani chłopcy, a inne w późniejszym okresie dojrzewania, w jakim znajdują się dziewczęta. Wniosek ten mogą zweryfikować badania wykonane u obu grup w tym samym wieku fizjologicznym.

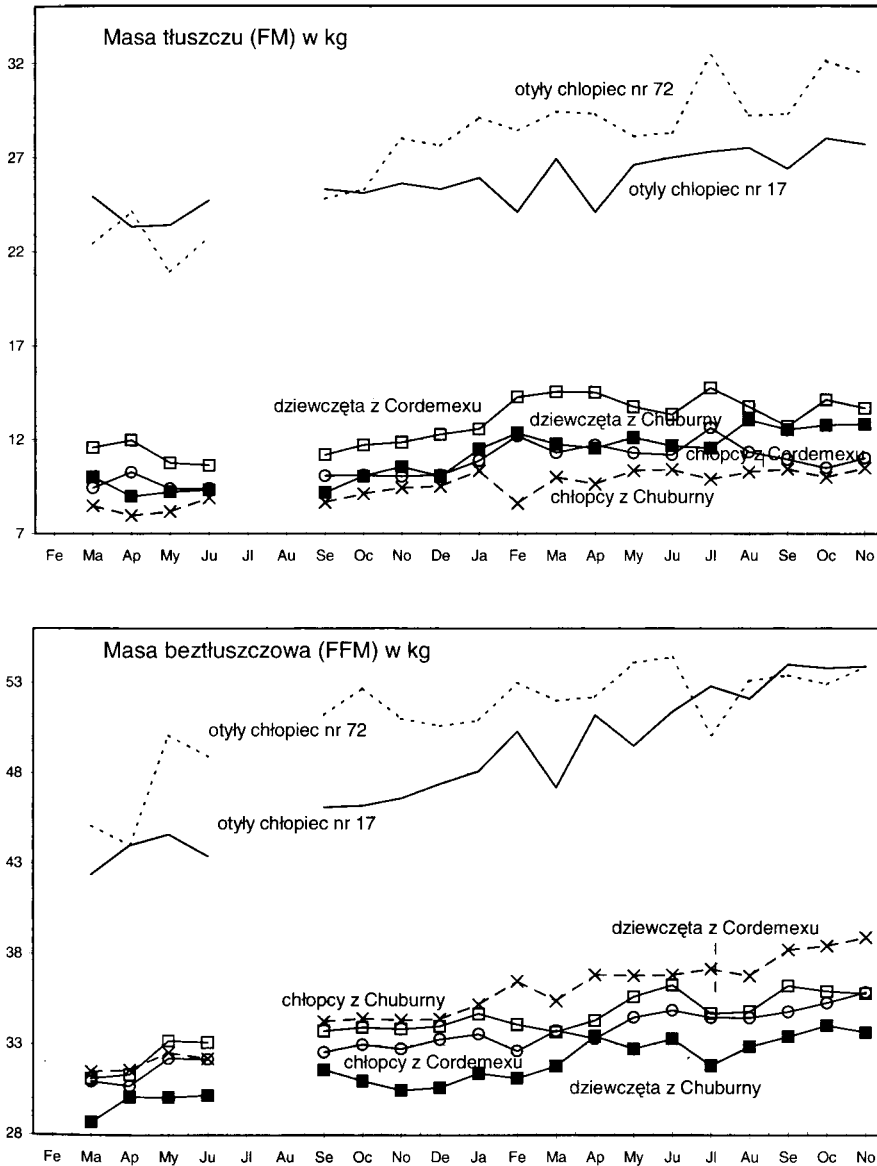
Dziewczęta później dojrzewające charakteryzują się większym bezwzględnym i procentowym przyrostem wysokości ciała, co jest logicznym następstwem dłużej trwającego wzrastania (Tabela 5). Jest to także oczywiste z tego powodu, że menarche zazwyczaj występuje po szczycie skoku pokwitaniowego. Co jednak zaskakujące dotyczy to także przyrostu masy ciała. Wczesne dojrzewanie koreluje także z większymi: wyjściową masą ciała i jej składnikami tkankowymi, które przypuszczalnie musiały być zgromadzone już wcześniej (hipoteza Frisch, 1988). Potwierdza to obserwacja, że u dziewcząt wcześniej dojrzewających większy był w chwili rozpoczęcia badań BMI (Tabela 5), a z macierzy korelacji wynika także, że również większa była masa ciała, masa ciała beztłuszczowego, masa tłuszczu, suma fałd podskórnej tkanki tłuszczowej, jak też wyjściowa wysokość.

BMI		N	min	max	Średnia	SD	Istotność różnicy, P =
Wyjściowy BMI u dojrzewających:	wcześnie	24	15.35	32.46	21.17	4.02	0,102
	późno	23	14.93	33.65	19.58	4.37	
Końcowy BMI u dojrzewających:	wcześnie	24	16.48	32.48	22.44	4.33	0,117
	późno	23	16.00	33.02	20.94	4.14	
Wyjściowy BMI w szkole w	Chuburnie	22	14.93	32.46	19.91	4.12	
	Cordemexie	25	15.36	33.65	20.82	4.36	
Końcowy BMI w szkole w	Chuburnie	22	16.48	32.48	21.20	4.25	
	Cordemexie	25	16.00	33.02	22.15	4.30	
Przyrost wysokości ciała w % (PB-v%) u dojrzewających:	wcześnie	24	2.25	8.27	4.75	1.81	0,000***
	późno	23	2.93	9.92	7.46	1.94	

Tabela 5. Wskaźnik Kaupa (BMI) oraz procentowy przyrost wysokości ciała (Si%) u dziewcząt wcześnie i późno dojrzewających (graniczną wielkością jest średni wiek dojrzewania w badanej grupie dziewcząt), oraz BMI ze szkół w Chuburnie i Cordemexie..

Na tym tle może okazać się zrozumiałe, że, mimo iż wiek dojrzewania dziewcząt z dwóch badanych szkół w Chuburnie i Cordemexie nie jest statystycznie różny, to jednak dziewczęta z Cordemexu miały od początku badań większą masę tłuszczu (Rycina 1) zarówno od dziewcząt z Chuburny, jak i od obu grup chłopców, przez 19 porównywanych miesięcy.

cy. Dziewczęta z Cordemexu były pod tym względem najbardziej podobne do dwóch otyłych chłopców. Natomiast większą masę beztłuszczową mieli chłopcy z Chuburny. Pośrednio może to świadczyć, że z większą



Rycina 1. Kinetyka zmian średniej masy tłuszczu (FM) w kg i masy ciała beztłuszczowego (FFM) w kg u badanych chłopców i dziewcząt oraz u dwóch chłopców otyłych ze szkoły w Chuburnie i w Cordemexie od marca 2002 (badani mieli wówczas średnio 11 lat) do listopada 2003 roku, z przerwą w lipcu i sierpniu 2002.

wysokością ciała (Siniarska i wsp. 2005, por. Rycina 2) idą w parze większe zasoby tłuszczu. Powraca więc domniemanie, że wydzielana przez tkankę tłuszczową leptyna, może stanowić o stymulacji wzrastania ciała na wysokość. Potwierdzać to zdaje się fakt, że zarówno wyjściowa jak i końcowa wysokość ciała korelują dodatnio z masą tłuszczu, a wyjściowa także z BMI (Tabela 3). Natomiast to, że przyrost wysokości ciała koreluje ujemnie z masą tłuszczu (jak również z BMI) sugeruje, że ma tu miejsce konkurencja o zasoby energetyczne, w konsekwencji czego wyjściowa wysokość ciała koreluje ujemnie z jej blisko 2-letnim przyrostem. Powyższe korelacje wskazują na niektóre złożone współzależności między procesami wzrastania i dojrzewaniem płciowym.

Odmienność ukrytych czynników dla chłopców i dziewcząt nie wiąże się z włączeniem do analizy u dziewcząt wieku menarche, bowiem cecha ta nawiązuje zarówno do czynnika F1 (masy ciała) jak i F2 (dynamiki zmian wysokości i masy). Istota różnicy polega na występowaniu we wcześniejszej fazie dojrzewania (co dotyczy badanych chłopców) w pierwszym czynniku (F1), poza innymi cechami, końcowej wysokości ciała, podczas gdy w późniejszej fazie dojrzewania (co dotyczy badanych dziewcząt) czynnik pierwszy (F1) wiąże się (poza innymi cechami) z wyjściową wysokością ciała. We wcześniejszej fazie dojrzewania (chłopcy) przyrost wysokości stanowi oddzielny nieskorelowany czynnik (F2), podczas gdy w późniejszej fazie (dziewczęta) dynamika zmian wysokości ciała jest skorelowana z dynamiką zmian masy ciała (F2). W późniejszej fazie dojrzewania (dziewczęta) wysokość końcowa jest niezależnym czynnikiem (F3), podczas gdy we wcześniejszej fazie (chłopcy) wysokość końcowa powiązana jest z masą ciała (F1). Wreszcie wiek badanych we wcześniejszej fazie (chłopcy) jest powiązany z wyjściową wysokością ciała (F3), podczas gdy w fazie późniejszej (dziewczęta) jest czynnikiem nieskorelowanym (F4), a więc niezależnym.

Powyższe wyniki są dość istotne dla badań nad dynamiką rozwoju w okresie dojrzewania, wymagają jednak jeszcze potwierdzenia w obu omawianych fazach u każdej z płci. Okres dwuletnich badań pozwala jedynie na postawienie pewnych przypuszczeń, jest jednak zbyt krótki dla wyjaśnienia tych procesów.

5. Wnioski

1. Powiązania między badanymi cechami wynikające z macierzy korelacji są nieco inne dla chłopców aniżeli dla dziewcząt. Nie musi to świadczyć o różnicach związanych z płcią, lecz o specyfice innej fazy dojrzewania, w jakiej znajdują się bardziej zaawansowane w tym procesie dziewczęta aniżeli chłopcy, pomimo tego samego wieku kalendarzowego.

2. Dziewczęta wczesnie dojrzewające, w odróżnieniu od późno dojrzewających charakteryzują się dużą wyjściową wysokością ciała, dużymi wyjściowymi i końcowymi: masą ciała (w tym BMI), masą tłuszczu (w tym podskórnego) jak i masą beztłuszczową.
3. Dziewczęta późno dojrzewające, w porównaniu z późno dojrzewającymi charakteryzują się dużymi przyrostami zarówno wysokości jak i masy ciała.
4. We wczesniejszej fazie dojrzewania (chłopcy) czynnik pierwszy, charakteryzujący masę ciała i jej przyrost, związany jest z końcową wysokością ciała, gdy F3 związany jest z wyjściową wysokością ciała. Odwrotnie jest w późniejszej fazie dojrzewania (badane dziewczęta) gdzie czynnik pierwszy, też charakteryzujący masę ciała, ale nie jej przyrost, jest związany z wyjściową wysokością ciała, gdy końcowa wysokość ciała stanowi odrębny czynnik (F3).

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania dr Federico Dickinsonowi za pomoc w organizacji badań, finansowanie podarków dla badanych dzieci oraz pomoc udzielaną w czasie badań. Dyrektorom szkół Rene Pedrera Ricalde (Cordemex) i Bernabe Castilla Ceballos (Chuburna) dziękujemy za umożliwienie badań, a przede wszystkim dziękujemy młodzieży, która zechciała współdziałać z nami w czasie badań. Do badań impedancji używany był skomputeryzowany przyrząd zakupiony z dotacji CONACyT nr 1325-S9306 do projektu badań kierowanych przez A. Siniarską, a przyrządy antropometryczne zakupiono z dotacji CONACyT nr 1324-S9306 i 26469-H kierowanych przez N. Wolańskiego.

Piśmiennictwo

- ANTOSZEWSKA A., 1992 – Latent factor in body build of newborns. *Studies in Human Ecology*, 10:51-62.
- ANTOSZEWSKA A., WOLAŃSKI N., 1992 – Sexual dimorphism in newborns and adults. *Studies in Human Ecology*, 10:23-38.
- FRISCH R.E., 1988 – Fatness and fertility. *Scientific American*, 258(3):88-95.
- SINIARSKA A., ROJAS A., VALENTIN G., WOLAŃSKI N., F. DICKINSON, 2005 – Czy istnieje sezonowy rytm rozwoju w warunkach tropikalnych? (Raport 1 z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Acta Ecologiae et Bioethicae*, 2(2004).
- WOLAŃSKI N., ROJAS A., VALENTIN G., SINIARSKA A., 2005 – Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju, modyfikowane przez warunki życia w danym okresie. (Raport 2 z dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Acta Ecologiae et Bioethicae*, 2(2004).

**Interrelation between body build variables and their velocity
during puberty. (The third report of monthly-two-year
investigations in Yucatan, Mexico)**

SUMMARY

In the present, third publication included to this volume, the main topic considers the explanation of existence of any relations between studied variables of body build during the period of 22 months, e.g. from the beginning till the end of investigations. At that time the considerable changes related to pubertal period took place. The results of correlation matrix between studied variables and factor analysis for the whole material and for each gender separately are presented.

It is seen that there are differences between boys and girls in the interrelation concerning studied variables and in separated latent factors. It is rather related to differences in the phase of puberty (more advanced girls than boys in this process), although the same calendar age. Girls who mature earlier are characterized by greater initial stature and greater body weight, BMI fat mass (including subcutaneous fat tissue) and fat free mass at the beginning and end of study than girls who mature later. However, later matured girls show, in the whole investigated period, greater increments in stature and weight than earlier matured ones (of the same calendar age).

At the earlier stage of puberty (boys under study) the factor one (F1) representing body mass and its increments, is associated with final body height (at the end of study), whereas F3 is associated with initial height (at the beginning of study). This association is reverse at the latter phase of puberty (girls under study), while F1 (also representing body mass but not its increments) is associated with the initial height, whereas final height represents the separate factor (F3).