Przegląd Antropologiczny ■ 1987, tom 53, z. 1-2, s. 121-135, Poznań 1989

Archimorficzne i neomorficzne cechy czaszki: analiza interkorelacji

Tadeusz Bielicki, Brunon Miszkiewicz

ARCHIMORPHIC AND NEOMORPHIC SKULL TRAITS: ANALYSIS OF INTERCORRELATION. Different regions of the human cranium, as well as different aspects of its shape, are largely independent of each other with regard to the degree of neomorphism or archimorphism. Pronounced prognathism may be accompanied as well by a massive as by a gracile facial skeleton, a braincase large relative to facial size may be accompanied as well by a rounded as by a sharply angulated occiput, etc. Thus, fossil hominid skulls showing various mosaic combinations of archaic and modern features are to be expected, at every stage of evolution, simply as products of normal within-population variation.

Wstęp

W pracy niniejszej interesuje nas problem asocjacji, u człowieka współczesnego, między tymi cechami kraniometrycznymi, w których wyraża się rozróżnienie archimorfizm - neomorfizm. Terminów archimorficzny i neomorficzny używamy tu w znaczeniu czysto opisowym. Archimorfizm to konfiguracja morfologiczna, która charakteryzowała wcześniejsze stadia ewolucji hominidów, neomorfizm to konfiguracja, w kierunku której proces ewolucji zdążał. W tym sensie kalota o niskim wysklepieniu lub podniebienie masywne w stosunku do pojemności puszki mózgowej to cechy archimorficzne; kalota wysoko wysklepiona i podniebienie relatywnie małe to cechy neomorficzne. Terminy archimorficzny i neomorficzny odnoszą się tu zatem do dwu przeciwległych krańców obecnego rozkładu zmienności tych cech kraniometrycznych (lub kranioskopowych), w których zaznaczał się długookresowy trend ewolucyjny.

Czy istnieje tendencja, aby archimorficzne ukształtowanie jednej okolicy czaszki (np. czoła) szło w parze z archimorficznym ukształtowaniem innej okolicy (np. łuski potylicznej) lub by czaszki archimorficzne ze względu na jeden aspekt kształtu (np. stopień wysklepienia dachu kaloty) były archimorficzne również ze względu na niektóre inne aspekty kształtu (np. stopień rozdęcia puszki mózgowej na boki)? Mówiąc krócej: czy wewnątrzpopulacyjna zmienność kształtów czaszki zawiera w sobie, jako jeden z istotnych komponen-

Zakład Antropologii PAN,
ul Kuźnicza 35, 50-951 Wrocław

tów, przeciwstawienie: kompleksowy archimorfizm - kompleksowy neomorfizm?

Problem jest interesujący z paru powodów, przede wszystkim dlatego, że ma ważne implikacje dla paleotaksonomii: ma on znaczenie, po pierwsze, dla prawidłowej interpretacji znalezisk kopalnych wykazujących tzw. mozaikowe kombinacje cech, po drugie - dla interpretacji znalezisk fragmentarycznych, kiedy to usiłuje się wnioskować o przypuszczalnym archi- lub neomorfizmie partii brakujących na podstawie morfologii fragmentu zachowanego. Obie te sytuacje, jak wiadomo, bywały źródłem wielu nieporozumień przy ocenie stanowiska filogenetycznego niektórych znalezisk, a w konsekwencji i przy układniu "drzewa genealogicznego" *Homo sapiens*.

Próbę odpowiedzi na postawione wyżej pytania można podejmować na rozmaite sposoby. Tu zastosujemy dwa: 1) zbadamy korelacje między odpowiednio skonstruowanymi wskaźnikami ilorazowymi i kątami wyrażającymi stopień archi- i neomorfizmu różnych okolic czaszki lub różnych aspektów kształtu czaszki oraz 2) zanalizujemy metodą składowych głównych Hotellinga strukturę korelacji między odpowiednio dobranymi diametrami i kątami mózgoczaszki i (osobno) twarzoczaszki, aby przekonać się, czy w ktorejś z otrzymanych składowych ujawni się taka komponenta zmienności całkowitej, którą dałoby się zinterpretować jako oś przeciwstawiającą archimorfizm neomorfizmowi.

Korelacja między wskaźnikami ilorazowymi była przez antropologów badana przy rozmaitych okazjach, a w sposób chyba najbardziej kompleksowy w klasycznej pracy Pearsona [PEARSON i DAVIN 1924], której generalna konkluzja była następująca: korelacje te są nieistotne - poza przypadkami, gdy są one pozorne, tzn. gdy wynikają w sposób konieczny z zależności czysto matematycznych (co ma miejsce wtedy, gdy porównywane ze sobą wskaźniki mają jakiś diametr wspólny, lub gdy diametr użyty w jednym wskaźniku jest *de facto* częścią diametru użytego w drugim). Wynik ten sugeruje wprawdzie, że ta sama zasada dotyczyć może również wskaźników wyrażających stopień archi- i neomorfizmu, ale sprawy nie przesądza, ponieważ wskaźniki badane przez Pearsona wyrażały raczej zmienność o charakterze rasowym (proporcje szerokościowo-długościowe głowy, twarzy, nosa, podniebienia, oczodołów), to zaś są aspekty morfologii mające całkiem inną treść: są "ewolucyjnie neutralne" i nie ma podstaw do mniemania, że były w toku ewolucji kompleksowym obiektem działania selekcji naturalnej. Mówiąc o kompleksowości reagowania różnych cech na selekcję naturalną mamy na myśli to, że - w przypadku puszki mózgowej - zmiany jej kształtu, choć rozmaicie wyrażane, uznać można za różne aspekty jednego procesu adaptacji, sterowanego przez ten sam czynnik selekcyjny. Przykładem mogą być zmiany polegające na rosnącym wysklepieniu wzwyż, bardziej stromym ustawieniu czoła, przesuwaniu się największej szerokości z łuski skroniowej na ciemię, wypełnianiu się przewężenia zaoczodołowego i rozwieraniu się kąta potylicznego, które były wyrazem dostosowywania się kształtu puszki do pomieszczenia zwiększającego się mózgu, rosnącego zwłaszcza w partii czołowej i ciemieniowej. Takie dostosowanie mogło dokonać się tylko przez przekształcenie puszki z przypłaszczonej w kulistą, czyli właśnie przez zespół zmian wyżej wyliczonych. Podobnie, wspólne podłoże adaptatywne miały zapewne zmiany ewolucyjne twarzoczaszki, przekształcające ją z masywnej i prognatycznej w gracylną i ortognatyczną.

Mało informatywne są także dotychczasowe analizy interkorelacji cech kraniometrycznych przeprowadzone metodą czynnikową (i innymi metodami statystyki wielozmiennej), łącznie z najobszerniejszą dotąd analizą zawartą w monografii HOWELLSA [1973]. Wzięta tam do obliczeń ogromna lista pomiarów jest mieszaniną rozmaitych diametrów i kątów, dobranych bez jakiejkolwiek idei przewodniej; analiza nastawiona jest głównie na porównania międzyrasowe i międzypłciowe, a jej wyniki nie mają żadnych odniesień paleotaksonomicznych i są nieprzyjrzyste. Jedyną znaną nam pracą poświęconą specjalnie badaniu asocjacji między cechami archi- i neomorficznymi jest przeprowadzona przez WIERCIŃSKIEGO [1976] analiza 8 cech kranioskopowych (określonych skalami Michalskiego) na czaszkach z Wiślicy z okresu od XI do XIX w. Autor ten stwierdził wiele istotnych asocjacji, w tym jedną między cechą twarzoczaszki (wystawanie szczęki) i mózgoczaszki (kształt czoła); jednak po wytrąceniu wpływu czynnika zmian czasowych (przeprowadzenie analizy osobno dla dwu poziomów chronologicznych) i wytrąceniu efektów interakcji metodą Lancastera, statystycznie istotna pozostała asocjacja w jednej tylko parze cech: nachylenie czoła i wystawanie glabelli w populacji wcześniejszej (X-XIII w.).

Materiał i metody

Jako materiał posłużyły nam czaszki ludzkie z XII-XIII-wiecznego cmentarzyska w Miliczu, woj. wrocławskie [MISZKIEWICZ, GRONKIEWICZ 1986]. Materiał ten można uznać za reprezentację jednej, etnicznie jednorodnej populacji lokalnej. Do analizy wzięto tylko czaszki męskie, aby wyeliminować możliwość wyolbrzymienia korelacji przez zjawisko dymorfizmu płciowego. W większości przypadków płeć osobnika dała się określić nie tylko morfologicznie (na podstawie czaszki i szkieletu zaczaszkowego), lecz także na podstawie wyposażenia grobowego. Ponieważ nie na wszystkich czaszkach można było zmierzyć komplet cech, liczebność materiału jest nieco różna w różnych rodzajach analizy i waha się od $N = 121$ przy analizie cech twarzoczaszki metodą składowych głównych (tabela 4), do ok. 180-200 dla większości współczynników korelacji przedstawionych w tabeli 1 i na rys. 1.

Pierwszą część naszej analizy stanowi badanie korelacji między 29 cechami (wskaźnikami ilorazowymi, kątami i miarami wielkości absolutnej), których definicje w standardowej notacji kraniometrycznej podaje tabela 1. Cechy te wyrażają następujące aspekty kształtu i wielkości czaszki.

1. Kulistość puszki mózgowej, wyrażona stosunkiem wielkich łuków puszki do odpowiadających im cięciw (nr 11, 12, 13), a także wskaźnikiem wyrażającym stopień "rozdęcia" puszki na boki (nr 18) i wysokość położenia punktu euryon (nr 29).

2. Wysklepienie kaloty nad płaszczyznę frankfurcką, linię *g-i* i punkt *basion* (nr 4, 5, 6, 9, 10).

3. Kształt strzałkowego profilu łuski potylicznej, wyrażony kątem (nr 2) i wskaźnikiem (nr 3).

4. Kąt nachylenia czoła do płaszczyzny frankfurckiej (nr 7, 8).

5. Krzywizna strzałkowa kości ciemieniowej (nr 1).

6. Przewężenie zaoczodołowe, wyrażone stosunkiem najmniejszej szerokości czoła do niektórych innych cięciw poprzecznych czaszki (nr 20, 21, 22).

Tabela 1. Definicje 29 cech (wskaźników ilorazowych, kątów, modułów, pól i pojemności) użytych do analizy interkorelacji

1. Łuk *b - l*/cięciwa *b - l*
2. Cięciwa *l - o*/łuk *l - o*
3. Kąt *l - i - o*
4. (*ba - b*)/(*g - op*) + (*eu - eu*)
5. Wysokość kaloty nad FH/(*g - op*) + (*eu - eu*)
6. Wysokość kaloty supraorbitalna/wysokość kaloty nad FH (Le Gros Clark 1959)
7. Kąt *n - b*/FH
8. Kąt *g - b*/FH
9. Wysokość kaloty nad *g - i*/(*g - op*) + (*eu - eu*)
10. Wysokość kaloty nad *g - i*/*g - i*
11. Łuk *n - i*/cięciwa *n - i*
12. Łuki (*n - i*) + (*au - au*)/cięciwa (*n - i*) + (*au - au*)
13. Łuk *au - au*/cięciwa *au - au*
14. Pojemność puszki mózgowej (mierzona prosem)
15. (*n - pr*) + (*zy - zy*)
16. Pole trójkąta *n - pr - po*
17. Pole trójkąta *n - pr - ba*
18. *eu - eu*/*au - au*
19. (*ol - staph*) x (szer. podn. przy M^2)
20. *ft - ft*/*zy - zy*
21. *ft - ft*/ *fmt - fmt*
22. *ft - ft*/*eu - eu*
23. *Condylare-op*/*condylare-pr*, obie odległości są rzutami na FH („condylar position index" Le Gros Clark 1959)
24. *ba - pr*/*n - ba*
25. Kąt *n - pr*/FH
26. Kąt *pr - ns*/FH
27. *zm - pr*(FH)/*po - pr*(FH)
28. *po - zm*/*po - n*
29. Wysokość eu nad FH/wysokość kaloty nad FH

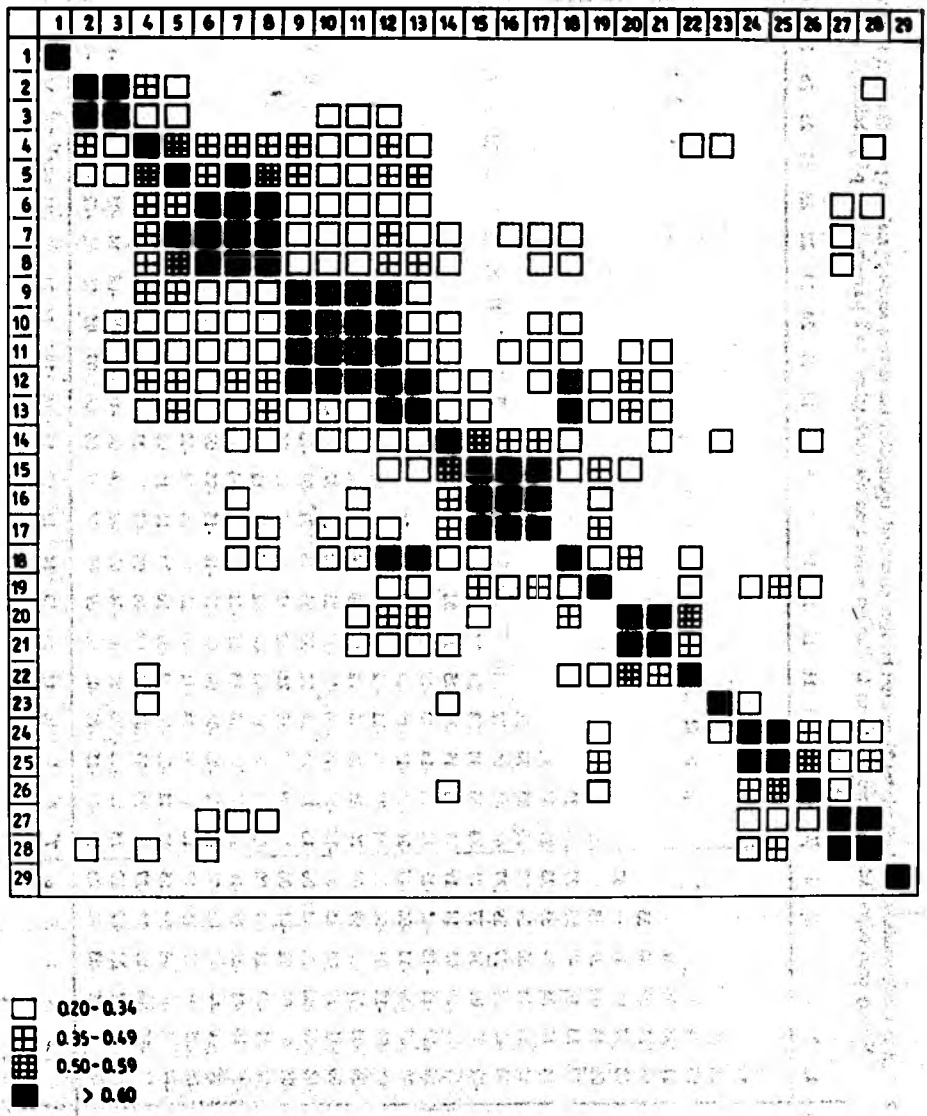
Uwagi: Numeracja cech odpowiada ich kolejności w uporządkowanej macierzy korelacyjnej (tabela 2).
FH = płaszczyzna frankfurcka.
Cechy nr 6, 7, 8, 9, 10, 16, 23, 27, 28, 29 obliczone z pomiarów dokonanych na kraniogramach sagitalnych, kąty nr 3, 25, 26 mierzone na tychże kraniogramach.

7. Położenie otworu potylicznego wielkiego na osi oralno-aboralnej, wyrażone wskaźnikiem położenia kłykci (*condylar position index* Le Gros Clarka) (nr 23).

8. Prognatyzm, wyrażony kątowo (nr 25 i 26) i wskaźnikiem (nr 24) oraz stopień wysunięcia ku przodowi nasady kości jarzmowej (nr 28) i wysunięcia ku przodowi przedjarzmowej części szczęki (nr 27).

9. Wielkości absolutne: pojemność puszki mózgowej (nr 14), wielkość twarzoczaszki wyrażona modułem (nr 15) i polami trójkątów (nr 16, 17) i powierzchnia podniebienia (nr 19).

Tabela 2 podaje macierz współczynników korelacji między wymienionymi 29 cechami: jest to macierz już uporządkowana wedle tzw. semi-optymalnego kryterium dobroci uporządkowania F. Szczotki [1972], (por. też Bielicki i in. [1984]). Graficznym przedstawieniem tej uporządkowanej macierzy jest diagram Czekanowskiego na rys. 1.



Rys. 1. Diagram Czekanowskiego, będący graficznym przedstawieniem uporządkowanej macierzy współczynników korelacji między 29 cechami kraniometrycznymi (por. tabela 2). Numeracja cech jak w tabeli 1

Tabela 2. Macierz współczynników korelacji między 29 cechami kraniometrycznymi, uporządkowana metodą semi-optymalnego porządkowania F. Szczotki. Numery cech odpowiadają numerom w tabeli 1. Wartości współczynników zaokrąglono do 2 pierwszych cyfr po przecinku

Nr cechy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1																													
2	12																												
3	18	67																											
4	03	44	32																										
5	11	28	28	56																									
6	-04	11	05	38	35																								
7	00	17	09	42	61	62																							
8	01	15	06	38	58	62	93																						
9	19	13	14	47	53	27	25	32																					
10	16	18	24	34	33	23	27	34	91																				
11	11	14	28	28	24	23	30	33	70	86																			
12	04	15	21	37	39	27	42	45	65	72	83																		
13	-07	07	01	34	37	21	33	36	30	23	24	74																	
14	14	-06	-19	05	14	19	21	26	19	20	25	34	30																
15	08	-13	-17	-13	-15	-13	-16	-14	-14	-13	-19	-25	-21	56															
16	09	-07	-09	-11	-06	-17	-20	-18	-11	-15	-24	-13	06	42	76														
17	08	-01	-12	01	-06	-14	-21	-22	-11	-21	-32	-22	08	40	72	85													
18	-06	-03	-07	-06	09	04	20	25	10	20	22	62	79	26	26	-04	-15												
19	06	-11	-17	-05	-15	-06	-12	-15	-05	-06	-11	-24	-25	10	35	32	44	-27											
20	-04	-05	-08	-02	03	06	13	13	15	16	22	35	34	06	-31	-02	-03	39	-01										
21	-05	-07	-04	11	-01	08	10	09	17	18	24	32	23	26	03	12	06	17	-07	62									
22	-01	01	-03	21	04	06	-03	-04	06	-11	-05	-04	02	-16	03	11	16	-30	21	57	39								
23	-16	-16	-11	-22	-14	-10	-14	-09	09	10	12	08	-01	29	12	-04	-14	09	-08	11	19	-07							
24	14	-10	-04	-12	-04	-01	01	-02	-05	-04	04	-04	-12	-18	-15	-05	09	-16	34	-08	-14	07	-29						
25	-08	-05	-05	-13	15	10	12	14	-06	-04	-11	-00	12	13	16	12	-02	13	-41	05	09	-11	17	-70					
26	-04	-11	-17	-06	09	05	11	12	-06	-06	-09	-01	10	24	16	15	08	10	-25	05	08	-08	10	-38	57				
27	04	-15	-13	-09	-13	-27	-23	-20	09	09	03	-03	-05	-05	-09	12	03	-00	14	04	-00	-05	-11	-24	-29	-20			
28	04	21	16	22	-02	20	13	08	-03	-05	05	01	-04	-03	03	-16	04	-14	19	-09	-05	14	-05	30	-41	-18	-68		
29	-08	14	-00	-03	-18	-03	02	-01	-15	-12	-05	04	09	08	04	07	06	08	-07	05	03	01	-02	-05	05	09	-08	11	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	29	21	22	28	24	25	26	27	28	29

Tabela 3. Cztery pierwsze składowe główne obliczone z macierzy korelacyjnej 25 cech (obwodu, cięciw, łuków i kątów) mózgoczaszki 175 czaszek męskich z Milicza. Ładunki są współczynnikami korelacji składowej z cechą (uwzględniono tylko 2 pierwsze cyfry po przecinku). λ - wariancja składowej, % War - procent wariancji całkowitej wyjaśniony przez daną składową

	I	II	III	IV
		Ładunki		
1. Obwód	90	-29	14	-01
2. *eu - eu*	62	-23	22	-58
3. *cor - cor*	67	-26	20	-41
4. *au - au*	49	-37	18	-53
5. *ft - ft*	55	-21	08	-29
6. *ast - ast*	49	03	12	-49
7. *luk au - au*	87	-02	05	-26
8. *g - op*	77	-26	00	44
9. *g - l*	72	-42	-16	38
10. *n - l*	69	-45	-19	36
11. łuk *n - b*	70	-24	06	14
12. łuk *b - l*	62	13	13	34
13. łuk *l - o*	54	55	15	10
14. łuk *n - l*	84	19	33	26
15. *po - n*	46	-45	-37	01
16. *po - g*	52	-39	-37	-02
17. *po - b*	80	22	-32	-09
18. *ba - b*	71	33	-09	19
19. wys. kal. (FH)	82	31	-28	-03
20. wys. kal. *g - l*	66	40	44	21
21. wys. kal. *s - orb.*	71	50	-33	07
22. ∢ *n - b*/FH	34	76	-35	-17
23. ∢ *g - b*/FH	37	76	-29	-16
24. ∢ *b - n - l*	27	69	50	-03
25. *l* - FH	-08	-00	-83	-22
λ	10,2	3,6	2,3	2,0
% War	41,0	14,5	9,2	8,2

Uwagi: Nr 21 - wysokość kaloty supraorbitalna, odległość *vertex* od płaszczyzny przechodzącej przez górną krawędź oczodołu i równoległą do frankfurckiej (Le Gros Clark 1959). Nr 25 - odległość punktu *inion* od płaszczyzny frankfurckiej w liczbach dodatnich (*inion* nad płaszczyzną) lub ujemnych (*inion* pod płaszczyzną).

Tabela 4. Cztery pierwsze składowe główne obliczone z macierzy korelacyjnej 16 cech (cięciw i kątów) twarzoczaszki 121 czaszek męskich z Milicza. Wszystkie objaśnienia jak w tabeli 3

	I	II	III	IV
	Ładunki			
1. *zy - zy*	63	30	- 25	- 04
2. *zm - zm*	79	- 10	- 22	- 12
3. *fmt - fmt*	74	15	- 16	12
4. szer. podn. (M2)	68	- 15	- 50	23
5. szer. podn. (P4)	60	- 21	- 42	36
6. *ekm - ekm*	77	- 23	- 31	08
7. *n - ns*	46	60	- 13	- 43
8. *n - pr*	50	61	- 01	- 44
9. *ba - pr*	63	- 32	53	09
10. *po - pr*	79	- 12	41	- 02
11. *n - ba*	58	25	46	29
12. *po - n*	56	40	35	40
13. *ol - staph*	55	- 26	41	- 23
14. *zm - pr*	76	- 09	- 02	- 28
15. ∢ *n - pr*/FH	-20	83	- 05	33
16. ∢ *pr - ns*/FH	-15	70	06	10
λ	6,1	2,6	1,6	1,1
% War	38,0	16,1	10,3	6,9

Uwagi: nr 15 i 16 - kąty nachylenia profilu twarzy całkowitej, oraz odcinka podnosowego, do frankfurckiej (Martin nr 72 i 74).

W drugiej części naszej analizy posłużyliśmy się metodą składowych głównych Hotellinga. W tym celu obliczyliśmy dwie macierze współczynników korelacji między niektórymi diametrami absolutnymi i kątami, osobną dla puszki mózgowej (25 cech) i osobną dla twarzoczaszki (16 cech). Listę użytych do tej analizy cech oraz charakterystyki otrzymanych składowych głównych podają tabele 3 i 4; przy obliczaniu składowych nie stosowano rotacji.

Wyniki i dyskusja

1. Korelacja wskaźników i kątów czaszki

Na diagramie na rys. 1 zaznacza się kilka skupisk złożonych z cech silnie z sobą skorelowanych. Jak należało oczekiwać, wysokie korelacje wystąpiły między cechami stanowiącymi różne sposoby opisu tej samej konfiguracji morfologicznej; np.

wskaźniki nr 20, 21, 22 są trzema różnymi miarami przewężenia zaoczodołowego. Korelacje między takimi bliskoznacznymi miarami, choć konieczne, nie są jednak pozbawione wartości informacyjnej. Nie jest bez znaczenia, zwłaszcza dla paleoantropologa, na ile pokrywają się ze sobą informacje o wielkości twarzoczaszki wyrażone trójkątem *n-pr-ba* (nieoznaczalnym gdy wyłamana jest podstawa czaszki) i trójkątem *n-pr-po* (częściej możliwym do oznaczenia na czaszkach kopalnych), na ile zbieżne są informacje o stopniu wysklepienia kaloty zawarte we wskaźnikach operujących wzniesieniem kaloty nad płaszczyznę frankfurcką i we wskaźnikach operujących wzniesieniem jej nad linię *g-i* (nie wymagających oznaczenia płaszczyzny frankfurckiej), albo na ile pokrywają się ze sobą miary prognatyzmu wyrażone kątem (nr 25) i wskaźnikiem (nr 24). Jednak takimi korelacjami tu nie będziemy się zajmować; z punktu widzenia pytań postawionych w niniejszej pracy interesujące są przede wszystkim korelacje (lub ich brak!) między cechami wyrażającymi kształt różnych topograficznie partii czaszki lub wyraźnie różne aspekty jej kształtu.

Dokładniejsza analiza tabeli 2 i diagramu Czekanowskiego dowodzi, że korelacje takie są z reguły nieistotnie różne od zera lub bardzo słabe. Praktycznie wszystkie korelacje wykraczające poza wartość 0,25 dotyczą albo cech w sposób oczywisty bliskoznacznych, albo takich, które wprawdzie na pierwszy rzut oka takie nie są, jednak można doszukać się w nich wspólnego komponentu anatomicznego. Do tej ostatniej kategorii należą w szczególności korelacje następujące.

Kulistość mózgoczaszki - wysklepienie mózgoczaszki. Pojawiają się tu silne korelacje między wskaźnikami kulistości (nr 11 i 12) a wskaźnikami wysklepienia, ale tylko tymi (nr 9 i 10), które operują linią *glabella-inion*; wspólnym elementem wszystkich tych wskaźnikow jest, oczywiście, położenie punktu *inion*. Pozostałe korelacje w tej grupie są znacznie słabsze, a i one dadzą się wyjaśnić jako konieczne; np. przyczyną wystąpienia korelacji $r = 0,38$ między wskaźnikiem kulistości (nr 13) i wskaźnikiem wysklepienia (nr 5) jest zapewne silna korelacja ($r = 0,75$) między cięciwą *eu=eu* i łukiem *au-au*. Zwraca uwagę znikomość korelacji ($r = 0,24$) między wskaźnikami opisującymi kulistość mózgoczaszki w płaszczyźnie strzałkowej (nr 11) i czołowej (nr 13).

Kulistość mózgoczaszki - kąt czołowy. Wydaje się, że występujące tu korelacje (rzędu 0,30 - 0,45) można również wyjaśnić koniecznościami anatomicznymi: kształt puszki bardziej kulisty realizuje się m.in. przez bardziej strome ustawienie czoła.

Kulistość mózgoczaszki - przewężenie zaoczodołowe. Wskaźnik przewężenia *ft-ft/eu-eu* (nr 22) ma ze wskaźnikami kulistości (nr 11, 12, 13) korelacje zerowe, natomiast wskaźniki *ft-ft/zy-zy* (nr 20) i *ft-ft/fmt-fmt* (nr 21) mają z nimi korelacje dodatnie, przy czym w przypadku wskaźnika nr 20 sięgają one $r = 0,36$. Jest to układ zależności dość zaskakujący: wynika z niego, że istnieje tendencja do tego, by kształt puszki mózgowej bardziej kulisty kojarzył się z bardziej wypełnionym przewężeniem zaoczodołowym, ale tylko wtedy, gdy to przewężenie jest wyrażone stosunkiem szerokości czoła nie do szerokości puszki mózgowej, lecz do wymiaru całkiem innego rejonu czaszki, mianowicie do szerokości twarzy.

Kąt nachylenia czoła - wysklepienie kaloty. Pojawiają się tu silne korelacje dodatnie

(r = 0,6) między kątami czołowymi (nr 7, 8) a wskaźnikami wysklepienia, ale tylko tymi (nr 5, 6), które operują wysokością mierzoną od płaszczyzny frankfurckiej. Ponieważ oba kąty czołowe są również mierzone w odniesieniu do tej płaszczyzny, cechy te można uznać za dwa aspekty tej samej konfiguracji morfologicznej.

Kształt profilu potylicy - wysklepienie kaloty. Wyższe wysklepienie puszki, mierzone wskaźnikiem nr 4 (ale nie innymi wskaźnikami wysklepienia), idzie w parze z potylicą mniej wybrzuszoną (wskaźnik nr 2). Przyczyną tej umiarkowanie silnej korelacji (r = 0,44) jest zapewne fakt, że zarówno diametr *ba-b* jak i cięciwa *l-o* są elementami wysokości mózgoczaszki.

Z punktu widzenia tematu niniejszej pracy, ważniejszy od korelacji omówionych powyżej jest *brak* istotnych korelacji między niektórymi z rozważanych tu cech. Do sprawy owych "zerowych pól" w tabeli 2 i w diagramie powrócimy przy podsumowaniu wyników.

2. Czynniki zmienności wyodrębnione metodą składowych głównych

Gdyby przeciwstawienie "kompleksowy archimorfizm - kompleksowy neomorfizm" stanowiło istotny komponent faktycznie obserwowanej zmienności kształtów czaszki, wówczas należałoby intuicyjnie oczekiwać, że analiza struktury korelacji między diametrami i kątami da obraz następujący. W przypadku puszki mózgowej powinna ujawnić się taka składowa, w której wysokości puszki, oba jej wielkie łuki (strzałkowy i czołowy), kąt czołowy oraz zapewne też szerokość *eu-eu* i *ft-ft* miałyby ładunki o zgodnych znakach (np. dodatnie), zaś obwód mózgoczaszki, jej szerokości podstawne (*au-au* i *ast-ast*), a zapewne też największa długość (*g-op*) - ładunki o znakach przeciwnych. W przypadku twarzoczaszki analogiczna składowa powinna łączyć zgodne co do znaku ładunki przy kątach profilu twarzy z przeciwnymi co do znaku ładunkami przy wszystkich diametrach twarzy, zwłaszcza tych, które wyrażają masywność szczęki i podniebienia.

Dane liczbowe w tabelach 3 i 4 pozwalają porównać te intuicje ze strukturą zmienności faktycznie obserwowaną.

Puszka mózgowa

Składowa I (41% zmienności całkowitej) ma wysokie dodatnie korelacje z wszystkimi diametrami puszki mózgowej (prócz wysokości położenia punktu *inion*), przy czym na jej wariancję wpływ największy mają wymiary "duże": obwód, oba wielkie łuki, wysokości kaloty i największa długość. Jest to zatem typowa składowa wielkości ogólnej: przeciwstawia puszki mózgowe wysokie, długie i o znacznej długości łuku strzałkowego i czołowego - puszkom o przeciwnej kombiancji cech. Natomiast wyraźnie mniejszy udział w tę składową wnoszą wymiary części podstawnej mózgoczaszki (*au-au, ast-ast* i *po-n*), pomimo że i one są diametrami dużymi. Trudno jednak na tej podstawie interpretować tę składową jako miarę archi- i neomorfizmu (np. kulistości) puszki mózgowej, m. in. dlatego, że szerokość *eu-eu* występuje tu, rzecz dziwna, z ładunkiem znacznie mniejszym niż długość *g-op*, a przede wszystkim dlatego, że w składowej tej znikomą rolę odgrywa pionowość czoła: oba kąty czołowe mają wprawdzie ładunki również dodatnie, ale małe.

Składowa II (14,5% zmienności). Wśród charakteryzujących ją ładunków wyróżniają się zdecydowanie wysokie war-

tości dodatnie przy kątach czołowych i wysokości supra-orbitalnej, zaś wysokie ujemne - przy długościach mierzonych do punktów *porion* i *inion*. Składowa ta wyraża zatem przeciwstawienie między mózgoczaszkami o pionowym czole, wysokim wysklepieniu dachu kaloty nad poziom górnej krawędzi oczodołów i o krótkich cięciwach długościowych wyrażających odległość okolicy nadnosowej od punktów *porion* i *inion* - a mózgoczaszkami o przeciwnej konfiguracji cech. Nie odgrywa tu roli długość żadnego z łuków mózgoczaszki, a rola wymiarów szerokościowych jest mała. Morfologiczny sens tej składowej nie jest jasny.

Składowa III (9,2% zmienności) ma, w odróżnieniu od poprzedniej, jasny i interesujący sens morfologiczny. Zdecydowanie największy udział w nią wnosi wysokość położenia punktu *inion*, zaś dwa kolejne co do wielkości ładunki, ale mające znak przeciwny, pojawiają się przy kącie *b-n-i* oraz przy wysokości kaloty nad linię *g-i*, a zatem również przy cechach związanych z położeniem punktu *inion*. W składowej tej wyraziła się więc zmienność położenia kres karkowych, od niskiego do wysokiego.

Składowa IV (8,2% zmienności) ma również jasny sens morfologiczny: ma wysokie ładunki ujemne przy cięciwach poprzecznych mózgoczaszki, zaś najwyższe dodatnie przy długościach. Doszło tu zatem do głosu przeciwstawienie mózgoczaszek wąskich i wydłużonych - szerokim i krótkim, czyli tradycyjne przeciwstawienie dolichokefalia-brachykefalia.

Twarzoczaszka

Składowa I (38% zmienności) jest składową wielkości ogólnej: wszystkie diametry (ale nie kąty) mają wysokie ładunki dodatnie. Interesujące jest jednak, że - inaczej niż w przypadku mózgoczaszki - na wielkości ogólnej ważą tu najsilniej nie diametry największe, "całościowe", takie jak największa szerokość i długość twarzoczaszki (*zy-zy* i *n-pr*), lecz szerokość szczęki (*zm-zm* i *ekm-ekm*), szerokość twarzy górnej (*fmt-fmt*) oraz głębokość strzałkowa twarzy (*po-pr*) i przedniej partii szczęki (*zm-pr*). Wynika z tego, że główną rolę w zmienności opisywanej przez tę składową odgrywa masywność szczęki. Ujawnia się tu bowiem przeciwstawienie następujące: z jednej strony twarzoczaszki ogólnie duże, ale zwłaszcza o szczęce szerokiej i głębokiej i mającej krawędź przednią mocno wysuniętą przed nasadę kości jarzmowej, a zarazem twarzoczaszki szerokie, szczególnie w części oczodołowej (czyli takie, które mogą tworzyć silne przewężenie zaoczodołowe, jeśli w parze z dużym wymiarem *fmt-fmt* pójdzie mały wymiar *ft-ft*); z drugiej strony - twarzoczaszki o odwrotnej kombinacji cech. Otóż przeciwstawienie to jest bliskie temu, co można by uznać za różnicę między twarzoczaszką "ogólnie archimorficzną" i "ogólnie neomorficzną". Co więcej, z tą pierwszą konfiguracją związana jest tendencja do prognatyzmu, zaś z tą drugą tendencja do ortognatyzmu (ponieważ ładunek przy kącie profilu twarzy jest ujemny); jednak siła związku kąta twarzowego z omawianą składową jest mała ($r = -0,20$).

Składowa II (16% zmienności). Występują tu wysokie ładunki dodatnie przy kątach profilu twarzy i długości twarzy, natomiast ładunki ujemne mają wartości niższe i są rozproszone. Składowa ta wyraża zatem głównie rozróżnienie między twarzami ortognatycznymi i absolutnie długimi a prognatycznymi i absolutnie krótkimi, przy czym zerowy ładunek przy cesze *zm-pr* wskazuje, że znajduje tu wyraz zmienność profilu twarzy jako całości, niezależna od stopnia wysunięcia punktu *prosthion* przed kość jarzmową.

Składowa III (10% zmienności), ostatnia nadająca się do interpretacji, ma jasny sens morfologiczny. Wysokie ładunki dodatnie przy diametrach *ba-pr, po-pr, n-ba* i przy długości podniebienia oraz wysokie ujemne przy szerokościach podniebienia wskazują, że wyraża się tu głównie czynnik głębokości twarzoczaszki, mianowicie przeciwstawienie twarzoczaszek głębokich w kierunku przednio-tylnym, o wąskim i długim podniebieniu - twarzoczaszkom o kombinacji cech przeciwnej. Warto przy tym zwrócić uwagę na zerowe współczynniki przy cesze *zm-pr* i przy kątach profilu twarzy; dowodzą one, że składowa ta wyraża tę część zmienności głębokości twarzoczaszki, która jest niezależna od stopnia prognatyzmu.

Podsumowanie wyników i wnioski

Wyniki analizy korelacji między miarami kształtu (wskaźnikami ilorazowymi i kątami) są, ogólnie biorąc, zgodne ze wspomnianą zasadą sformułowaną przez Pearsona, wedle której korelacje między kształtami różnych topograficznie rejonów czaszki są nieistotne lub słabe - poza sytuacjami, gdy korelacje takie są matematyczną konsekwencją konstrukcji porównywanych ze sobą wskaźników (PEARSON i DAVIN [1924] s. 353-354).

Analiza nasza pokazuje, że zasada powyższa stosuje się nie tylko do tych aspektów kształtu, które są "ewolucyjnie neutralne", lecz także tych, które wyrażają stopień archi- i neomorfizmu.

W szczególności na podkreślenie zasługuje fakt, że (jak to uwidacznia tabela 1 i rys. 1) nie ma zależności między stopniem prognatyzmu z jednej strony a którymkolwiek z aspektów kształtu puszki mózgowej z drugiej; nie ma też zależności między stopniem prognatyzmu a absolutną wielkością twarzoczaszki, zaś obliczenia wykonane dodatkowo (ale nie uwzględnione w tabeli 2 i na rys. 1) dowodzą, że zerowe są także korelacje między stopniem prognatyzmu a wielkością twarzoczaszki odniesioną do pojemności puszki mózgowej. Tak więc prognatyzm lub ortognatyzm może iść w parze równie dobrze z twarzoczaszką absolutnie lub relatywnie masywną, jak i z absolutnie lub relatywnie gracylną.

Wart uwagi jest również brak korelacji między stopniem prognatyzmu a kątem załamania łuski potylicznej. Gdyby założyć, że zależność taka występowała w przeszłości, np. u *Homo erectus*, a to z przyczyn funkcjonalnych (masywna i prognatyczna twarz wymagała równoważenia pozycji głowy przez silną muskulaturę karkową, dla której lepszą dźwignię stanowiła potylica silnie ku tyłowi wybrzuszona), to obecnie z owej zależności nie zostało śladu. Również położenie punktu podparcia głowy na kręgosłupie jest (stało się?) cechą z punktu widzenia tych wymogów biomechanicznych obojętną: wskaźnik położenia kłykci potylicznych na osi oralno-aboralnej (wskaźnik Le Gros Clarka) nie wykazuje związku ani ze stopniem prognatyzmu, ani z masywnością twarzy lub podniebienia, ani z kształtem potylicy.

Interesujący jest również brak korelacji ($r = 0,10$) między dwiema miarami wielkości absolutnej, mianowicie między wielkością puszki mózgowej (nr 14) i wielkością podniebienia (nr 19).

Zasada braku zależności między stopniem archimorfizmu różnych elementów czaszki ujawnia się nie tylko przy porównaniach twarzoczaszka - mózgoczaszka, lecz również w obrębie samej puszki mózgowej.

Nie ma zależności między nachyleniem czoła a kątem załamania lub krągłością potylicy, między przewężeniem zaoczodołowym a nachyleniem czoła, kształtem potylicy i wszystkimi miarami wysklepienia oraz między wszystkimi miarami wysklepienia (łącznie ze szczególnie ważnym ewolucyjnie stopniem wysklepienia supraorbitalnego) a pojemnością puszki i stopniem jej rozdęcia na boki mierzonym przez wskaźnik *eu-eu/au-au*.

Współzależności w tabeli 1, które osiągają istotność statystyczną, uznać można z reguły za wywołane wspólnotą komponentów wskaźników, a więc za rezultat bliskoznaczności użytych miar, lub za korelacje między wielkościami absolutnymi poszczególnych partii czaszki (np. pojemność puszki mózgowej i wielkość twarzy). Wyjątkami od tej reguły, tzn. korelacjami niebanalnymi, wydają się natomiast tendencje następujące: im większy stopień bocznego rozdęcia puszki mózgowej (w sensie wskaźnika *eu-eu/au-au*), tym mniejsze pole powierzchni podniebienia i tym bardziej strome czoło; im większa pojemność puszki mózgowej, tym silniejsze boczne rozdęcie puszki, tym bardziej oralnie położone kłykcie potyliczne i tym bardziej wypełnione przewężenie zaoczodołowe (ale tylko w sensie wskaźnika *ft-ft/fmt-fmt*) oraz im lepiej wypełnione to przewężenie (mierzone tymże wskaźnikiem), tym większa kulistość puszki w płaszczyźnie strzałkowej (mierzona stosunkiem łuku *n-i* do cięciwy *n-i*). Jednak wszystkie wymienione tu korelacje, choć istotne, są bardzo słabe (rzędu 0,25-0,30). Natomiast umiarkowanie silna korelacja ujemna ($r = 0,41$) między kątem profilu twarzy i polem powierzchni podniebienia jest chyba wynikiem zależności czysto anatomicznych. Ogólnie biorąc, ani w obrębie puszki mózgowej, ani w obrębie twarzoczaszki, ani w obrębie czaszki jako całości nie występuje wyraźna tendencja do kompleksowego archi- lub neomorfizmu: poszczególne partie czaszki mają pod tym względem znaczną swobodę przybierania takiej lub innej morfologii.

Obraz ten potwierdza analiza struktury korelacji metodą składowych głównych, która ma tę przewagę nad metodą badania poszczególnych korelacji między wskaźnikami ilorazowymi, że daje informację syntetyczną o dużym zespole cech, a ponadto nie stwarza komplikacji interpretacyjnych związanych z możliwością pojawiania się współzależności pozornych. W przypadku puszki mózgowej, żadna z pierwszych czterech składowych, wyjaśniających w sumie ponad 70% zmienności całkowitej, nie daje się zinterpretować jako oś zmienności, której przeciwległymi skrajami byłyby kompleksy archimorficzny i neomorficzny. W przypadku twarzoczaszki - najbliższa takiej możliwości interpretacji okazała się składowa pierwsza. Jest ona wprawdzie składową wielkości ogólnej, ale (rzecz interesująca) taką, na której ważą najsilniej nie największe, całościowe diametry twarzoczaszki, lecz wymiary szczęki, w tym jeden stosunkowo drobny diametr, którym jest wystawanie premaxillarnej części szczęki przed kość jarzmową; jednak jako ewentualna miara kompleksowego archimorfizmu składowa ta ma ten defekt, że wykazuje tylko słaby związek z ważnym ewolucyjnie aspektem kształtu twarzoczaszki, mianowicie ze stopniem prognatyzmu.

Tak więc przeciwstawienie archimorfizm - neomorfizm czaszki, pojmowane jako przeciwstawienie obejmujące większy kompleks cech, ma w zasadzie ważność tylko dla porównań międzypopulacyjnych, zwłaszcza porównań populacji reprezentujących różne stadia jednego ciągu ewolucyjnego (z których zresztą pojęcie to się

zrodziło). "Typ archimorficzny" czaszki oznacza wtedy nic innego jak tylko konstelację określonych wartości przeciętnych (średnich populacyjnych lub ogólnogatunkowych), charakterystycznych dla wcześniejszego stadium ewolucji gatunku; na tym właśnie polega różnica między typem budowy czaszki charakterystycznym np. dla *Homo erectus* a tym, który charakteryzuje *Homo sapiens*. Wewnątrz populacji konstelacje tworzące typ są "rozsypane", u osobników występować mogą rozmaite kombinacje cech archi- i neomorficznych, przy czym charakter tych kombinacji i częstość ich występowania zależą tylko od aktualnych rozkładów brzegowych cech w populacji. W tym miejscu jednak przytoczyć trzeba interesującą hipotezę WIERCIŃSKIEGO [1976], wedle której korelacje, o których tu mowa, były do niedawna silniejsze i uległy "rozsypaniu się" dopiero w ostatnich stuleciach.

Fakt, że różne topograficzne części czaszki są wzajemnie niezależne lub bardzo słabo zależne pod względem kształtów, które w toku ewolucji gatunku ulegały wyraźnej ewolucji kierunkowej, musi mieć, oczywiście, swe ostateczne źródło w procesach ontogenezy czaszki, przede wszystkim w czynnikach sterujących rozwojem poszczególnych centrów kostnienia i tempem wzrastania poszczególnych kości czaszki. Choć o morfogenezie czaszki w rozwoju osobniczym sporo wiadomo, natura i sposób działania owych czynników sterujących nie jest dotychczas dobrze wyjaśniona [ENLOW 1966, VAN LIMBORGH 1972, HOROWITZ 1972]. Nas jednak interesują nie tyle ontogenetyczne uwarunkowania tej sytuacji, co jej implikacje dla paleotaksonomii. Sprowadzają się one do dwóch stwierdzeń.

1. Nie jest nieoczekiwane występowanie mozaikowych kombinacji cech archi- i neomorficznych u czaszek kopalnych: "mozaiki" takie (np. Petralona, Amud, Steinheim, Salé) powinny budzić mniejsze zdziwienie paleoantropologów niż z reguły budziły.

2. Znaleziska fragmentaryczne mogą mieć charakter bardziej neomorficzny (lub archimorficzny) niż by się tego można spodziewać na podstawie ich wieku geologicznego lub stratygrafii (np. potylica Swanscombe, fragment okolicy nadoczodołowej z Fontechevade); pozostałe (brakujące) partie czaszki nie musiały być równie neomorficzne (lub równie archimorficzne) co fragment zachowany. Obydwa te rodzaje sytuacji mogą być zwykłą konsekwencją niezależności cech i nie wymagają przywoływania na pomoc hipotez o hybrydyzacji lub o współwystępowaniu dwu linii ewolucyjnych, progresywnej i zapóźnionej.

Piśmiennictwo

BIELICKI T., J. KONIAREK, R. M. MALINA, 1984, *Interrelationships between various measures of maturation rate in boys*, Annals of Human Biology, 11, 201-210.

ENLOW D. H., 1966, *A comparative study of facial growth in Homo and Macaca*, Am. J. Phys. Anthrop., 24, 293-308.

HOROWITZ S. L., 1972, *The role of genetic and local environmental factors in normal and abnormal morphogenesis*, Acta Morphol. Neerl. Scand., 10, 59-61.

HOWELLS W. W., 1973, *Cranial Variation in Man*, Papers of the Peabody Museum, vol. 67, Harvard University, Cambrigde.

MISZKIEWICZ B., S. GRONKIEWICZ, 1986, *Analiza antropologiczna wczesnośredniowiecznej ludności z Milicza*, Prz. Antrop., 52.

PEARSON K., A. DAVIN, 1924, *On the biometric constants of the human skull*, Biometrika, 16, 328-363.

SZCZOTKA F. A., 1972, *On a certain method of ordering and clustering of objecta*, Zastosowania Matematyki - Applicationes Mathematicae, 13, 23-30.

VAN LIMBORGH J., 1972, *The role of genetic and local environmental factors in the control of postnatal craniofacial* morphogenesis, Acta Morphol. Neerl. Scand., 10, 37-47.

WIERCIŃSKI A., 1976, *The question of archi- and neomorphic patters of the human skull*, Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Anthropologia, Publ. XXIII, 329-334.

Maszynopis nadesłano w listopadzie 1987 r.

Summary

The following question was posed: do the craniometric traits in modern man in which the distinction between archimorphism and neomorphism is expressed have a tendency to occur as a complex whole? Does variability of cranial shapes observed today includes, as one of its components, the opposition: "archaic type of morphology - modern type of morphology"?

To find answers to these questions two analyses were carried out of the material of a sample of 200 male crania from the Milicz cemetery (13th century). 1. The matrix of correlation coefficients between 25 measures of shape (rations and angles) and 4 measures of size was analyzed. It was found that the shapes of topographically different parts of the cranium (eg. forehead and occiput) as well as different aspects of cranial shape (eg. degree of globularity of the brain case in the sagittal and frontal plane) are largely independent of one another. 2. The matrices of correlation coefficients calculated separately for 25 diameters and angles of the braincase and 16 diameters and angles of the face were analysed by means of Hotelling's principal component analysis. It was found that in both cases no principal component emerged which could be interpreted as an axis of variation expressing the opposition "multi-trait archimorphism- multi-trait neomorphism" (though the first principal component for the face is close to that meaning).

The above results have the following implications for paleotaxonomy: 1) Fossil skulls exibiting mosaic combinations of "archaic" and "modern" traits (eg. Petralona, Amud, Steinheim, Salé) should evoke less surprise than they usually have; such "disharmonious" combinations are to be expected as products of random assortment of independent and highly variable morphological traits. 2) For the same reason less surprise should be evoked by fragmentary finds which appear more "modern" (or more "archaic") than it might be expected from their geological age or stratigraphical placement (eg. the Swanscombe occiput, the Fontechevade frontal fragment). In many such cases the remaining (missing) parts of the skull did not have to be equally "modern" (or "archaic") as the preserved fragment. Both these situations may be explicable in terms of normal within-species variation and do not necessite explanations based on hypotheses about hybridization or the co-existence, during a given period of time, of two evolutionary lines of hominids, one "advanced" and the other "retarded".