

## Różnice płciowe rozmiarów kości długich kończyn noworodków

*Spas Pavlov*

**SEXUAL DIMORPHISM OF LONG BONES OF THE LIMBS IN NEWBORNS.** On the basis of an extensive material (1368 individuals) the author attempts to find in what extent does dimorphism of bone dimensions depend on the differences of the general body dimensions of both sexes, and in what degree it is an independent phenomenon. The sequential Wald's analysis has been applied in the evaluation of dimorphism.

Zainteresowanie zróżnicowaniem płciowym budowy ciała i jego składników wynika zarówno z przyczyn teoretycznych, jak i praktycznych. Znajomość dymorfizmu płciowego w odniesieniu do układu kostnego umożliwia ocenę stanu rozwoju osobnika z punktu widzenia cech strukturalnych i czynnościowych.

Różnice płciowe występują we wszystkich okolicach ludzkiego szkieletu, najsilniej wyrażone są one jednak na kościach miednicy i czaszki [KROGMAN 1973; STRZAŁKO, HENNEBERG 1975]. Różnice te dotyczą cech opisowych, rozmiarów liniowych, kątów, objętości, masy i proporcji szkieletu, a także dynamiki jego wzrostu [MARTIN, SALLER 1957-59; OLIVIER 1960; JORDANIDIS 1961-62]. Wiele różnic płciowych wynika ze zróżnicowanego tempa wzrostu poszczególnych części ciała, w

Department of Anatomy, Histology and Embriology, Higher Medical Institute "I. Pavlov", 4000 Plovdiv, Markov 9, Bulgaria.

tym również kości, w trakcie ontogenezy dziewcząt i chłopców. Jakkolwiek przyczyny tej odmienności rozwojowej nie są zbyt dobrze znane, wiadomo jednak, że niektóre procesy związane są z równowagą pomiędzy chromosomami płciowymi (XX i XY) i autosomami [TANNER 1962].

Różnice w rozmiarach liniowych uzasadnia się często większą ogólną długością ciała mężczyzn; przyjmuje się także na ogół, że proporcja ogólnej wielkości ciała mężczyzn i kobiet wyraża się liczbami 100 : 92. Proporcja ta nie jest jednak uniwersalna. Waha się ona od 91% dla długości ramienia do 96% dla obwodu i wysokości głowy [KROGMAN 1973], a według niektórych autorów granice tych wahań są jeszcze większe [MARTIN, SALLER 1957-59; STANIŠEV 1963; PETROV, PETROV 1965]. Można się spodziewać, że wspomniane różnice wynikają nie tylko z odmiennej wielkości ciała, ale także ze specyficznych właściwości budowy mężczyzn i kobiet.

Zróznicowanie płciowe uchwytne jest stosunkowo łatwo w porównaniach średnich wartości pomiarów reprezentujących grupy płci. Diagnoza indywidualna jest znacznie trudniejsza, szczególnie wówczas, gdy przynależność populacyjna badanego osobnika nie jest znana. Trafność określeń płci w znacznej mierze zależy od kompletności szkieletu. Według KROGMANA [1973], prawdopodobieństwo poprawnego określenia płci wynosi 100% gdy bada się kompletny szkielet, 96% gdy dysponuje się jedynie czaszką i 80% gdy materiał do badań stanowią tylko kości długie. W przypadku osobników młodocianych możliwość określenia płci spada do 50% gdy szkielet pozbawiony jest kości miednicy; gdy miednica jest dostępna, prawdopodobieństwo wzrasta do 75-80%. Zastosowanie analizy dyskryminacyjnej zespołów cech metrycznych zwiększa prawdopodobieństwo trafnych określeń płci. Według niektórych autorów, nawet w przypadku kości długich metoda ta pozwala na pewną (100%) identyfikację płci osobnika [HANIHARA 1958; THIEME, SCHULL 1957; PONS 1955; KOBILYANSKY i in. 1977]. Wykorzystanie pojedynczych kości długich daje oczywiście niższe prawdopodobieństwo poprawności; wg JORDANIDISA [1961-62] na podstawie kości ramiennej płeć można określić z dokładnością 21%, a na podstawie kości udowej - 39%.

W przypadku płodów i noworodków dymorfizm płciowy uwidacznia się słabo. Przede wszystkim nieznaczne są różnice ogólnych rozmiarów ciała męskich i żeńskich płodów oraz noworodków. Według TANNERA [1962] różnica ta waha się od 1 do 3%. Okolicą szkieletu, na której dokonywanie rozróżnienia płci w okresie płodowym i noworodka jest możliwe, jest miednica [BUCHER 1957, REYNOLDS 1945].

Doniesienia na temat dymorfizmu płciowego kości długich u płodów i noworodków są nieliczne i niejednoznaczne. Opisowe cechy kości małych dzieci, ze względu na nie ukończony proces kształtowania ich rzeźby, nie są przydatne dla omawianych celów [SCHULTZ 1926]. W niektórych opracowaniach, zawierających zestawienia długości całkowitej kości długich kończyn oraz długości ich trzonów, stwierdzono istnienie różnic płciowych [BONDYREV 1902; KOSOVA, CYBULSKI 1959]. MALINOWSKI i MŁODZIEJOWSKI [1978] stwierdzili, że omawiane różnice są nieistotne i w swoich opracowaniach nie uwzględniali podziału materiału ze względu na płeć. ELIAKIS, DURIGON i DEROBERT [1975] badając długość całkowitą, siedzeniowo-ciemiennową, długość kończyny dolnej, kości udowej i jej trzonu, długość stopy, a także poprzeczne wymiary miednicy, nie stwierdzili zróznicowania wystarczającego do określenia płci.

Stwierdzono, że w okresie okołoporodowym układ kostny dziewczynek jest bardziej dojrzały niż chłopców. W momencie porodu różnica ta wynosi kilka tygodni [TANNER 1962]. Od tego momentu aż do okresu przedpokwitaniowego, wiek szkieletowy chłopców, oceniany na podstawie nadgarstka i kolana wynosi 75-80% wieku dziewczynek [TANNER i in. 1959]. ANDRONESKŪ [1970] stwierdził u niemowląt różnicę jednego tygodnia w pojawianiu się i rozwoju centrów kostnienia. LANZ i MAYET [1953] zauważyli różnice płciowe w życiu płodowym dotyczące kształtowania się stawu biodrowego, kąta szyjkowo-trzonowego kości udowej i kąta pochylecia *fossa acetabularis*. Podkreślają oni, że o różnicy tej można mówić jedynie wówczas, gdy bada się wszystkie wymienione cechy równocześnie. W przypadku innych kątów charakteryzujących kości kończyn długich

noworodków, różnic płciowych nie udało się ujawnić [PETROV 1972].

W porównaniu z kośćcem kończyny górnej dziewczynek, przedramię u chłopców już we wczesnym okresie płodowym wyróżnia się większą intensywnością wzrostu. Wyjaśnia to fakt, że segment ten jest dłuższy w stosunku do pozostałych; cecha ta zachowuje się w ciągu całego życia i wymienia się ją wśród cech odróżniających kobiety od mężczyzn [MARTIN, SALLER 1957-59; OLIVIER 1960; TANNER 1962].

Próby opracowania metod indywidualnego określenia płci na podstawie kości i jego części w omawianym okresie rozwoju są nieliczne i na ogół nieudane. ILIEV i PETROV [1974] wykorzystując analizę dyskryminacyjną pomiarów największej długości kości piszczelowych u noworodków oraz wskaźników ich górnych i dolnych nasad, określili płeć około 70% chłopców i dziewczynek. Zdaniem tych autorów żadna ze znanych metod nie zapewnia wystarczającej dokładności określenia płci. Według TROTTER i PETERSON [1969, 1970] nie można stwierdzić istotnych różnic płciowych w długości i masie suchych kości kończyn płodów, różnice takie występują natomiast w gęstości kości promieniowej i udowej oraz w proporcjach długościowych: udowo-ramiennej i piszczelowo-promieniowej. Na tym samym materiale, przy użyciu analizy dyskryminacyjnej oraz metody odległości Mahalanobisa, CHOI i TROTTER [1970] stwierdzili istotne różnice pomiędzy płciami: 72% szkieletów płodów zostało określonych prawidłowo na podstawie kości kończyn.

Celem niniejszej pracy jest zbadanie zróżnicowania płciowego kości długich kończyn noworodków i ocena możliwości określenia płci na podstawie poszczególnych kości oraz ich zespołów.

## Materiał i metody

Badaniu poddano kości długie kończyn noworodków w ogólnej liczbie 1368, przy czym każdą kość (udowa, piszczelowa, strzałkowa, ramienna, promieniowa i łokciowa), w wyodrębnionej grupie płci, reprezentowało ok. 100 preparatów. Kości pobrane zostały ze zwłok dzieci o znanej płci, długości całkowitej ciała 47-55 cm, z zachowanym sznurem pępkowym. Po usunięciu okostnej wykonano od 15 do 22 pomiarów liniowych i kątowych na każdej kości, zgodnie z metodyką Martina - Sallera. Różnice między grupami płci oceniono testem  $t$ -Studenta. Możliwości indywidualnej oceny płci osobnika na podstawie pomiarów kości zbadano przy użyciu tzw. metody analizy sekwencyjnej WALDA [1960], wykorzystującej zróżnicowanie prawdopodobieństwa określonych wartości pomiarów u mężczyzn i kobiet [GENKIN 1962; GENKIN, GUBLER 1964; GUBLER 1970, 1978; NAJNIS 1972]. Metoda ta polega na sumowaniu tzw. współczynników diagnostyczności ( $WD$ ), obliczonych dla poszczególnych cech osobnika, aż do uzyskania wartości przekraczającej próg pozwalający na przyjęcie (z wybranym ryzykiem błędu), że osobnik należy do określonej płci. Logiczne podstawy takiego postępowania dobrze ilustruje podany przez GUBLERA [1970] przykład. Jeżeli stosunek prawdopodobieństw dwu zdarzeń, np. choroby  $A_1$  lub  $A_2$  u pacjenta, gdy obserwuje się jej symptom  $x_1$ , wynosi 2,16, to znaczy, że hipoteza, iż pacjent cierpi na chorobę  $A_1$  jest 2,16 razy bardziej prawdopodobna niż alternatywna (choroba  $A_2$ ). Gdy stosunek ten ma wartość mniejszą niż 1,0, to - rzecz jasna - bardziej prawdopodobna jest hipoteza druga. Proporcję prawdopodobieństw,

o której mowa można nazwać "stosunkiem wiarygodności" ( $SW$ )

$$SW = \frac{P(x_i, A_1)}{P(x_i, A_2)}$$

$SW$  można obliczać dla kolejnych symptomów, również gdy są one określone przedziałami zmienności. W naszym przypadku "symptodem" będzie klasa wartości pomiaru, a "zdarzeniem" fakt przynależności do płci męskiej lub żeńskiej. Dla celów diagnostycznych można stosować wartości  $SW$  obliczone dla różnych cech (pomiarów). Łączną wartość dyskryminacyjną stanowi wówczas iloczyn wartości  $SW$ . Okazało się, że w praktyce wygodniej jest stosować logarytmy wartości  $SW$ , sumując je w przypadku wykorzystywania kilku cech. Logarytm ze stosunku prawdopodobieństw dla  $i$ -tego przedziału wartości zmiennej pomnożony przez 100 nazwano "współczynnikiem diagnostyczności" ( $WD$ ).

$$WD = 100 \lg \frac{P(x_i, A_1)}{P(x_i, A_2)}$$

Gdy wartość  $WD$  dla danej cechy jest zbyt niska i nie pozwala ani potwierdzić, ani zanegować postawionej hipotezy (np. czy dana kość należy do osobnika płci męskiej czy żeńskiej), można do niej dodawać wartości  $WD$  kolejnych cech, aż do ewentualnego uzyskania rozstrzygającej, sumarycznej wartości  $WD$ .

Istotną sprawą jest "informatywność", albo inaczej wartość dyskryminacyjna rozważanej cechy. W przedstawianym opracowaniu zastosowano kryterium  $t$ -Studenta. Zbadano różnice płciowe średnich arytmetycznych zebranych pomiarów kości i wykorzystano te z nich, które najbardziej różniły męską i żeńską część materiału.

W przypadku stosowania metody sekwencyjnej Walda, wykorzystanie wielu cech (sumowanie ich wartości  $WD$ ) wymaga założenia o niezależności tych cech. Założenie takie w odniesieniu do różnych pomiarów kości noworodków nie jest niestety spełniane. Większość z nich wykazuje korelacje o współczynnikach przewyższających wartość 0,5. Według NAJNISA [1972] dopuszczalne jest stosowanie opisanej metody, gdy uwzględniane cechy wykazują korelacje wyrażone współczynnikami niższymi niż 0,4.

Przyjęcie lub odrzucenie hipotezy (tu - o przynależności do grupy płci) związane jest z przekroczeniem pewnej wartości progowej  $WD$ . Problem wartości progowych przy wybranych poziomach istotności statystycznej rozwiązano matematycznie i ustalono, że wartości krytyczne  $WD$  wynoszą: przy poziomie istotności 0,05 - 128, przy poziomie 0,01 - 200, wreszcie przy poziomie 0,001 - 300. W praktyce procedurę diagnozowania rozpoczyna się od cechy najbardziej diagnostycznej, a gdy uzyskana wartość  $WD$  okazuje się zbyt niska, bada się kolejne cechy, aż do osiągnięcia  $WD$  odpowiadającego wybranemu kryterium istotności.

## Wyniki

### A. Zróznicowanie płciowe w obrębie kości długich

Punkty kostnienia stwierdzono w nasadach dalszych kości udowych u 96% noworodków płci męskiej i 95% - żeńskiej; w nasadach bliższych kości piszczelowych u obu płci punkty kostnienia występowały w 71% przypadków. W nasadach bliższych kości udowych, punkty kostnienia stwierdzono u 57% dziewczynek i 47% chłopców. Różnice płciowe dotyczące procesu

kostnienia udało się zatem stwierdzić jedynie w obrębie kości ramiennej, przy czym dziewczynki okazały się bardziej zaawansowane rozwojowo od chłopców.

Zarówno długość trzonów zbadanych sześciu kości długich kończyn, jak i grubość oraz szerokość bliższych i dalszych chrzęstnych nasad tych kości, okazały się większe u chłopców. W przypadku 16 pomiarów, różnice płciowe były istotne statystycznie. Jedynie grubość bliższej nasady kości strzałkowej była większa u dziewczynek ( $t = 0,9$ ).

Długość ciała dziewczynek stanowiła 98,4% tejże długości u chłopców. Długości kości: ramiennej, udowej, piszczelowej i strzałkowej dziewczynek, stanowiły od 97,7 do 99,0% odpowiednich długości u chłopców, co oznacza, że różnice te były bliskie zróżnicowaniu w długości ciała. Stosunkowo krótsze są kości przedramienia - łokciowa i promieniowa - u dziewczynek. Ich długość wynosi odpowiednio 96,8 i 95,6% wartości charakteryzujących chłopców (tab.1).

U dorosłych Bułgarów różnica w wysokości ciała mężczyzn i kobiet (za STANIŠEVEM [1963] oraz PETROVEM i PETROV [1965]) wynosi 7,5%, podczas gdy długości kości ramiennej, udowej, piszczelowej i strzałkowej różnią się o 5 - 9%. Różnice płciowe w długości kości promieniowej i łokciowej wynoszą odpowiednio 13 i 11% (wg MARTINA i SALLERA [1957-59] i OLIVIERA [1962]). Porównanie danych dla noworodków i dorosłych pozwala stwierdzić, że różnice płciowe związane są z wielkością ciała. Niewielki dymorfizm w rozmiarach kości u noworodków odpowiada niewielkiemu zróżnicowaniu w długości ich ciała. Obserwowany u dorosłych znaczny dymorfizm w długości kości przedramienia daje się zauważyć już u noworodków i wzrasta z wiekiem.

Tabela 1. Pomiary noworodków płci żeńskiej oraz dorosłych kobiet w odsetkach odpowiednich wartości dla płci męskiej

Pomiar	Noworodki żeńskie	Kobiety
długość ciała	98,4	92,0
Humerus*	98,3	90,4 - 92,3
Ulna	96,4	89,0
Radius	96,0	87,0
Femur	98,4	92,1
Tibia	98,2	91,5 - 95,0
Fibula	97,7	

\* długości fizjologiczne

Spśród 132 poddanych analizie pomiarów liniowych wykonanych na sześciu kościach długich, 106 okazało się większych u chłopców i to w sposób istotny statystycznie. Z pozostałych 26 pomiarów, których różnice nie przekroczyły poziomu istotności, 24 również wykazywały przewagę u płci męskiej (tab. 2).

Różnice płciowe w pomiarach kątowych okazały się niewielkie. Zbadano 17 kątów charakteryzujących wzajemne położenie części kości długich. Cztery z nich charakteryzowały się istotnym zróżnicowaniem płciowym: kąt kłykciowo-trzonowy kości ramiennej, kąt stawowy kości łokciowej i kąt skreńcenia kości udowej - charakteryzują się większymi wartościami u dziewczynek, natomiast kąt skreńcenia kości strzałkowej - był większy u chłopców. Kąt szyjkowo-trzonowy kości udowej, który uważany bywa za cechę odróżniającą płęć męską od żeńskiej, w naszym materiale mierzony był odmienną techniką i nie wykazał zróżnicowania pomiędzy kośćmi dziewczynek i chłopców.

Masywność i kształt poszczególnych kości i ich części scharakteryzowano za pomocą 66 wskaźników (tab.4). Różnice płciowe zaobserwowano w 32 przypadkach, choć tylko 8 wskaźników różniło się w sposób statystycznie istotny. Różnice

Tabela 2. Liczba pomiarów liniowych kości długich noworodków, wykazujących zróżnicowanie płciowe przy różnych poziomach istotności

		humerus	ulna	radius	femur	tibia	fibula	ogółem
		Liczba cech (pomiarów)						
		25	19	24	29	22	13	132
<i>t</i>	<i>p</i>	Liczba cech (pomiarów) wykazujących różnice						
<2,0	>0,05	6	3	10	4	1	2	26
≥2,0	≤0,05	19	16	14	25	21	11	106
≥2,6	≤0,01	17	13	14	22	20	11	97
≥3,4	≤0,001	15	12	13	16	15	7	78

Tabela 3. Liczba pomiarów kątowych na kościach noworodków, wykazujących zróżnicowanie płciowe przy różnych poziomach istotności

		humerus	ulna	radius	femur	tibia	fibula	ogółem
		Liczba cech						
		3	2	2	4	3	3	17
<i>t</i>	<i>p</i>	Liczba cech wykazujących różnice						
<2,0	>0,05	2	2	1	3	3	2	13
≥2,0	≤0,05	1	-	1	1	-	1	4
≥2,6	≤0,01	1	-	-	1	-	-	3
≥3,4	≤0,001	1	-	-	1	-	1	3

Tabela 4. Liczba wskaźników kości długich noworodków wykazujących zróżnicowanie płciowe przy różnych poziomach istotności

		humerus	ulna	radius	femur	tibia	fibula	ogółem
		Liczba wskaźników						
		5	12	9	15	13	12	66
<i>t</i>	<i>p</i>	Liczba wskaźników wykazujących różnice						
<2,0	>0,05	5	7	5	9	2	6	34
≥2,0	≤0,05	-	5	4	6	11	6	32
≥2,6	≤0,01	-	2	3	4	8	2	19
≥3,4	≤0,001	-	-	1	1	4	2	8

w masywności wystąpiły m.in. w budowie kości udowej. U chłopców trzon tej kości okazał się nieco masywniejszy, podobnie większe w stosunku do rozmiarów całej kości były głowa i szerokość nadkłykciowa. Trochę masywniejsza u chłopców jest również kość piszczelowa, stosunkowo szersze są jej górna i dolna nasady. Głowa kości promieniowej u chłopców jest, zarówno w wymiarach bezwzględnych jak i relatywnie, większa, u dziewczynek z kolei kość promieniowa ma masywniejszy trzon i stosunkowo grubszy jest dalszy koniec kości strzałkowej.

Wskaźniki opisujące poprzeczne wymiary kości długich i ich części u chłopców sugerują nieco bardziej zaokrąglony kształt głowy kości udowej i trzonu kości strzałkowej. Noworodki żeńskie natomiast mają bardziej zaokrąglony trzon kości piszczelowej, tak w połowie długości, jak i na poziomie otworu odżywczego. Ich kość łokciowa charakteryzuje się zaokrąglonym zarysem obu nasad. Dla celów diagnostycznych użyteczne mogą być wskaźniki szerokości nadkłykciowej kości udowej oraz górnej i dolnej szerokości piszczeli. Spośród wskaźników międzykostnych, promieniowo-ramienny i piszczelowo-pro-

mieniowy (oba wyższe u dziewczynek) wykazują statystycznie istotną różnicę.

### B. Określanie płci na podstawie kości długich u noworodków

Wybór cech, na podstawie których można byłoby określać płeć metodą analizy sekwencyjnej okazał się trudny ze względu na wysokie korelacje pomiędzy pomiarami kości. Jedynie cztery ze zbadanych współczynników korelacji charakteryzowało się wartościami niższymi od 0,4.

Spośród pomiarów kości ramiennej, różnice płciowe wykazywało 19 (liniowych i kątowych). Na podstawie kryterium  $t$ -Studenta, wybrano cztery cechy diagnostyczne: strzałkową średnicę głowy, sumę strzałkowej i poprzecznej średnicy głowy, szerokość nasady górnej i kąt kłykciowo-trzonowy. Pierwsza z nich wydaje się najodpowiedniejsza dla celów diagnostycznych ( $t = 6,85$ ; tab.5). Zastosowanie wymienionych cech z osobną daje niewielką szansę oceny płci osobnika, ich łączne użycie z kolei, w metodzie sekwencyjnej nie jest możliwe ze względu na wysoką wzajemną korelację.

Istotne różnice płciowe stwierdzono w 16 pomiarach kości łokciowej. Najwyraźniejsze różnice dotyczyły: fizjologicznej długości, sumy strzałkowego i poprzecznego wymiaru trzonu oraz wysokości bliższej powierzchni stawowej. Wartości wskaźników  $WD$  dla tej kości są jednak niskie i nie dają możliwości określenia płci.

Na kości promieniowej zaobserwowano 14 pomiarów wykazujących różnice płciowe. Dla celów diagnostycznych przydatne mogą być: długość fizjologiczna ( $t = 6,6$ ), suma obu średnic głowy ( $t = 7,6$ ) oraz strzałkowy wymiar nasady dalszej ( $t = 5,2$ ). Wzajemne korelacje tych cech wynoszą

0,5-0,7, co w zasadzie wyklucza możliwość stosowania metody sekwencyjnej.

Spośród 25 pomiarów kości udowej, które wykazują dymorfizm płciowy, cztery charakteryzują się pewną wartością diagnostyczną: strzałkowa średnica głowy ( $t = 4,8$ ), projekcyjna szerokość nasady górnej ( $t = 5,8$ ), szerokość nadkłykciowa ( $t = 4,5$ ) i szerokość trzonu w środku ( $t = 3,9$ ). Żaden z tych pomiarów, zastosowany oddzielnie, nie pozwala na zadowalające określenie płci. W analizie sekwencyjnej, w kombinacji z pomiarami innych kości, można wykorzystać projekcyjną szerokość nasady górnej.

Analiza pomiarów kości piszczelowej pozwoliła znaleźć 21 cech różniących obie płcie w sposób istotny statystycznie. Dla celów diagnostycznych użyteczne mogą być: długość kłykciowo-malleolarna ( $t = 3,2$ ), strzałkowy wymiar środka trzonu ( $t = 5,3$ ), takież wymiar na poziomie otworu odżywczego ( $t = 6,1$ ) i największa szerokość nasady górnej ( $t = 5,4$ ). Dwa z tych pomiarów można stosować w analizie sekwencyjnej.

Na kości strzałkowej 11 pomiarów wykazuje różnice płciowe. Dla celu omawianego w niniejszej pracy przydatny jest tylko jeden - poprzeczna średnica w środku trzonu ( $t = 5,0$ ).

Dokonanie analizy sekwencyjnej na podstawie zestawu pomiarów różnych kości rozważanych równocześnie, jak już wyżej powiedziano, okazało się bardzo trudne. Na przeszkodzie stały stosunkowo wysokie korelacje między pomiarami. Z reguły przekraczały one wartość 0,4.

Przekraczając trochę warunki stawiane wspomnianym na wstępie założeniem, analizę sekwencyjną wykonano na podstawie pięciu pomiarów: fizjologicznej długości kości promieniowej, strzałkowej średnicy głowy kości ramiennej, projekcyjnej

Tabela 5. Wskaźniki diagnostyczności dla pomiarów kości długich noworodków

Przedział [mm]	częstość [%]		WD	Przedział [mm]	częstość [%]		WD
	♀	♂			♀	♂	
<b>Humerus - średnica strzałkowa głowy</b> (M-S nr 9, $t = 6,8$ )				<b>Ulna - wysokość bliższej powierzchni stawowej</b> (M-S nr 5, $t = 4,3$ )			
12,6 - 14,3	27	3	+94	8,5 - 11,4	30	8	+56
14,4 - 14,9	19	10	+28	1,5 - 12,6	47	52	-4
15,0 - 16,1	36	44	-9	12,7 - 13,2	17	26	-18
16,2 - 16,7	13	21	-29	13,3 - 13,8	6	12	-29
16,8 - 18,5	5	22	-64	13,9 - 14,4	1	3	-55
<b>Radius - długość fizjologiczna</b> (M-S nr 2, $t = 6,63$ )				<b>Radius - wymiar strzałkowy nasady dolnej</b> ( $t = 5,2$ )			
50,0 - 52,9	12	2	+86	6,2 - 6,9	18	3	+75
53,0 - 55,9	27	13	+30	7,0 - 7,3	23	12	+29
56,0 - 57,4	19	14	+14	7,4 - 8,1	44	46	-2
57,5 - 60,4	35	33	+2	8,2 - 9,3	14	32	-36
60,5 - 66,4	7	38	-73	9,4 - 10,1	1	6	-85
<b>Femur - średnica strzałkowa głowy</b> (M-S nr 19, $t = 4,8$ )				<b>Femur - średnica w środku trzonu</b> (M-S nr 7, $t = 3,9$ )			
14,0 - 14,7	7	1	+82	54 - 57	10	2	+72
14,8 - 15,5	29	8	+64	58 - 61	23	12	+26
15,6 - 15,9	12	6	+34	61 - 65	31	29	+3
16,0 - 16,3	17	17	-2	66 - 69	18	23	-11
16,4 - 16,7	10	16	-21	70 - 73	14	23	-21
16,8 - 18,3	26	57	-31	74 - 81	3	10	-50
<b>Tibia - szerokość nasady górnej</b> (M-S nr 3, $t = 5,3$ )				<b>Tibia - wymiar strzałkowy trzonu</b> (M-S nr 8a, $t = 6,1$ )			
21,4 - 24,5	28	3	+91	59 - 70	28	5	+63
24,6 - 25,3	20	14	+18	71 - 78	34	26	+12
25,4 - 27,7	44	58	-13	79 - 82	23	25	-4
27,8 - 28,5	6	18	-44	83 - 90	13	35	-42
28,6 - 30,1	2	7	-57	91 - 98	2	8	-67
<b>Ulna - suma wymiarów poprzecznych trzonu</b> (M-S nr 11 + 12, $t = 4,6$ )				<b>Ulna - długość fizjologiczna</b> (M-S nr 2, $t = 5,5$ )			
6,1 - 7,0	14	2	+78	50,3 - 53,2	10	2	+61
7,1 - 7,5	20	10	+26	53,3 - 57,7	38	24	+22
7,6 - 9,0	60	70	-7	57,8 - 60,7	38	29	+12
9,1 - 11,0	6	17	-44	60,8 - 66,7	13	45	-47
<b>Radius - suma średnic głowy</b> (M-S nr 4 <sub>1</sub> + 5 <sub>1</sub> , $t = 7,6$ )				<b>Femur - szerokość projekcyjna nasady bliższej</b> (M-S nr 13a, $t = 5,8$ )			
12,1 - 15,2	13	1	+122	19,7 - 22,0	17	2	+94
15,3 - 16,4	45	14	+52	22,1 - 23,6	37	9	+62
16,5 - 17,0	13	16	-7	23,7 - 24,4	14	20	-15
17,1 - 18,2	26	59	-35	24,5 - 26,8	31	62	-31
18,9 - 20,5	2	10	-76	26,9 - 27,7	1	6	-72
<b>Femur - szerokość nadkłykciowa</b> (M-S nr 21, $t = 4,5$ )				<b>Fibula - średnica w środku trzonu</b> (M-S nr 3 <sub>1</sub> , $t = 5,0$ )			
23,0 - 26,1	30	5	+80	1,9 - 2,2	19	4	+65
26,2 - 27,7	34	32	+34	2,3 - 2,6	49	32	+19
27,8 - 31,7	36	63	-25	2,7 - 3,0	29	54	-36
				3,1 - 3,4	3	10	-55
<b>Tibia - długość</b> (M-S nr 1, $t = 3,2$ )				<b>Tibia - wymiar strzałkowy w środku trzonu</b> (M-S nr 8, $t = 5,3$ )			
72,9 - 78,5	32	10	+50	5,2 - 5,9	24	6	+61
78,6 - 88,0	67	85	-10	6,0 - 6,3	18	24	+13
88,1 - 91,8	1	5	-74	6,4 - 7,1	50	55	-4
				7,2 - 8,3	8	25	-48

Tabela 6. Współczynniki korelacji pomiędzy 5 pomiarami wykorzystanymi w analizie sekwencyjnej (powyżej przekątnej  $\bar{C}$ , poniżej  $\bar{Q}$ )

Pomiar	Radius (1)	Radius (2)	Humerus	Femur	Tibia
Radius (1)		0,482	0,624	0,445	0,425
Radius (2)	0,492		0,539	0,363	0,255
Humerus	0,557	0,543		0,429	0,284
Femur	0,569	0,460	0,522		0,358
Tibia	0,498	0,413	0,638	0,594	

Radius (1) - długość fizjologiczna

Radius (2) - pomiar strzałkowy dalszej nasady

Humerus - średnica strzałkowa głowy

Femur - projekcyjna szerokość nasady bliższej

Tibia - strzałkowy pomiar trzonu na poziomie otworu odżywczego

szerokości nasady bliższej kości udowej, strzałkowego wymiaru trzonu kości piszczelowej (na poziomie otworu odżywczego) i strzałkowego wymiaru nasady dalszej kości promieniowej. Przy nieco większym przekroczeniu wspomnianego założenia, zastosowano dwa dalsze pomiary: sumę obu średnic głowy kości promieniowej oraz szerokość nasady bliższej kości piszczelowej. Wymienione pomiary charakteryzowały się najwyższą diagnostycznością w obrębie poszczególnych kości. Analizę sekwencyjną przeprowadzono dla kombinacji od 3 do 7 pomiarów. W jej wyniku udało się określić płęć u nieco powyżej 50% dziewczynek i poniżej 50% chłopców. Równocześnie jednak, około 12% noworodków żeńskich i około 10% męskich określono błędnie.

## Dyskusja

Podsumowując wyniki uzyskane w niniejszej pracy należy stwierdzić, że różnice płciowe w rozmiarach kości u noworodków są liczne i istotne. Podobnie jak u dorosłych, nowo narodzeni chłopcy wyróżniają

się większymi rozmiarami głów kości ramiennej, promieniowej i udowej. Ich kości są ogólnie dłuższe, a nasady szersze. Trzony kości udowej i piszczelowej są masywniejsze. U dziewczynek z kolei kość udowa wykazuje większe skrócenie, a kąt kłykciowo-trzonowy kości ramiennej wskazuje na bardziej skośne ustawienie przedramienia w stosunku do ramienia; przedramię jest krótsze w stosunku do ramienia. Obie ostatnio wymienione cechy obserwować można także u dorosłych.

Cechą specyficzną noworodków żeńskich jest wyższa wartość wskaźnika piszczelowo-promieniowego. Stwierdzona w niniejszej pracy większa masywność kości promieniowej (CHRISANFOVA [1967] stwierdziła podobne zjawisko w odniesieniu do kości udowej) wynika zapewne z faktu, że kość ta jest stosunkowo krótsza u płci żeńskiej.

Dymorfizm pomiarów liniowych kości noworodków wynika z różnic w ogólnej wielkości ciała obu płci. Niektóre różnice płciowe jednak, jak się zdaje, zależą nie tylko od różnic w wielkości ciała, np. proporcje przedramienia, skrócenie kości udowej, czy kąt kłykciowo-trzonowy kości ramiennej. Dla dymorfizmu płciowego tych cech należy poszukiwać innych uzasadnień. Należy jeszcze raz podkreślić, że rozmiary dymorfizmu u noworodków nie pozwalają na dokonywanie określeń płci użytymi w niniejszej pracy metodami. Być może analiza dyskryminacyjna wielu zmiennych polecana przez CHOI i TROTTER [1970] stworzyłaby możliwość satysfakcjonującego rozdzielania noworodków ze względu na płęć na podstawie pomiarów ich kości.

## Piśmiennictwo

- ANDRONESKU A., 1970, *Anatomija rebenka*, Bukareszt.
- BONDYREV A. P., 1902, *Materialy k izmereniju rosta i oideľnych častej tela u detej*, Diss. dokt. med. n., Petersburg.
- BUCHER B. J., 1957, *Sex differences in the foetal pelvis*, Am. J. Phys. Anthropol. 15, 581-600.
- CHOIS C., M. TROTTER, 1970, *A Statistical Study of the Multivariate Structure and Race-Sex Differences of American White and Negro Fetal Skeletons*, Am. J. Phys. Anthropol. 35, 307-312.
- CHRISANFOVA E. N., 1967, *Evolucija struktury dlennyh kostej čeloveka*, Moskva.
- ELIAKIS E., M. DURIGON, L. DEROBERT, 1975, *Mensurations somatiques: longueur du femur et taille foetale*, Acta med. leg. et soc., 24, 491-500.
- GENKINA A., 1962, *Biologičeskie aspekty kibernetiki*, Mat. AN SSSR, Moskva, s. 231-233.
- GENKIN A. A., E. V. GUBLER, 1964, *Primenenie posledovatel'nogo statističeskogo analiza dlja razlučeniya dvuch form ozogovoj bolezni*, [w:] *Primenenie matematičeskich metodov v biologii*, Leningrad, t.3.
- GUBLER E. V., 1970, *Vyčislitel'nye metody raspoznavanija patologičeskich processov*, Leningrad.
- GUBLER E. V., 1978, *Vyčislitel'nye metody analiza i raspoznavanija patologičeskich processov*, Leningrad.
- HANIHARA K., 1958, *Sexual diagnosis of Japanese long bones by means of discriminant functions*, J. Anthropol. Soc. Nippon, 66, 39-48.
- ILIEV I., I. PETROV, 1974, *Détermination de l'apparence au sex du tibia des nouveaux-nés à l'aide de l'analyse discriminante*, Nature (Plovdiv) 7, 115-119.
- JORDANIDIS P., 1961-1962, *Détermination du sex par les os du squelette*, Ann. Med. Leg. (Paris), 41, 459-471; 42, 231-236.
- KOBILYANSKY E. B. ARENSBURG, Y. RAK, 1977, *Sexing of long bones by discriminant function analysis*, Acta anatomica 99, 284-285.
- KOSOVA L. A., E. V. CYBULSKIJ, 1959, *Opredelenije vnutribnogo vozrastia ploda i novoroždennogo po dlinnym trubčatym kostjam konečnostej*, Sudebno-med. eksp. i kriminal., Stavropol, nr 2.
- KROGMAN W. M., 1973, *Human Skeleton in Forensic Medicine*, Springfield.
- LANZ T. von, A. MAYET, 1953, *Die Gelenkkörper des menschlichen Hüftgelenkes in der progressierten Phase ihre umwegigen Ausformung*, Zschr. Anat. Entw. 117, 317-345.
- MALINOWSKI A., B. MŁODZIEJOWSKI, 1978, *Development of long Bones of Lower Limbs in Human Fetuses*, Coll. Anthropol. (Zagrzeb) 2, 196-205.
- MARTIN R., K. SALLER, 1957-59, *Lehrbuch der Anthropologie*, t. 1-2, Stuttgart.
- NAJNISI V., 1972, *Identifikacija ličnosti po proksymal'nyh kostjam konečnostej*, Vilnius.
- OLIVIER G., 1960, *Pratique anthropologique*, Paris.
- PETROV I., 1972, *Sur la torsion et la retroversion du tibia des nouveaux-nés*, Nature (Plovdiv) 5, 137-141.
- PETROV V., I. PETROV, 1965, *Caractéristique somatométrique des 238 Etudiants Bulgares*, Anthropologie (Brno) 2, 37-43.
- PONS J., 1955, *The sexual diagnosis of isolated bones of skeleton*, Hum. Biol. 27, 12-21.
- REYNOLDS E. L., 1945, *The bony pelvis girdle in early infancy. A roentgenometric study*, Am. J. Phys. Anthropol. 3, 321-354.
- SCHULTZ A. H., 1926, *Fetal growth of man and other primates*, Quart. Rev. Biol. 1, 465-521.
- STRZAŁKO J., M. HENNEBERG, 1975, *Okrešľanie pľci na podstavie morfoloģii szkieletu*, Prz. Antrop. 41, 105-126.
- STANIŠEV D., 1963, *Rezultati ot antropometrično izsledvane na bigarkata*, Izv. na Inst. po Morf. BAN, 7, 83-107.
- TANNER J. M., 1962, *Growth at adolescence*, Oxford.
- TANNER J. M., A. PRADER, H. HABICH, M. A. FERGUSON-SMITH, 1959, *Genes on the Y chromosome influencing rate of maturation in man*, Lancet 2, 141-144.
- THIEME F. P., W. J. SCHULL, 1957, *Sex determination from the skeleton*, Hum. Biol. 29, 242-273.
- TROTTER M., R. R. PETERSON, 1969, *Weight of bone during the fetal period*, Growth 33, 167-184.
- TROTTER M., R. R. PETERSON, 1970, *The density of bones in the fetal skeleton*, Growth 34, 283-292.
- WALD A., 1960, *Posledovatel'nyj analiz*, Moskva.

Maszynopis nadesłano w marcu 1985 r.

## Summary

The article deals with our knowledge of the sex dimorphism of long bones of the limbs in newborns. It presents the result of the author's study of 1368 bones. The latter are from newborns with a body length ranging from 47 to 55 cm (all of them having a preserved umbilical cord). Sex differences are established with group comparison of the sexes through *t*-criterion. They are found in the different frequency of the ossification centre in the head of the humerus, in the linear and angle measurements, in the proportions. Most of the differences are similar to those in adults but significantly less manifested. That explains the failure in the attempt for an individual sex diagnosis of long bones by the method of Wald's consecutive analysis.