

BOGUSŁAW MARECKI, MARIAN JAKUBOWICZ

## CHARAKTERYSTYKA METRYCZNA STOPY W ONTOGENEZIE PŁODOWEJ

### WSTĘP

Nieliczne publikacje, zwłaszcza w piśmiennictwie krajowym, dotyczące morfologii stopy w okresie płodowym człowieka, skłoniły nas do prześledzenia tempa rozwoju oraz zmian zachodzących w kształcie i proporcjach stopy w okresie od 4 do 10 miesiąca życia płodowego.

W 4 tygodniu życia zarodka pojawiają się zawiązki kończyn w postaci listew mezodermalnych ułożonych po obu stronach tułowia, nieco bocznie od somitów dolnych szyjnych i górnych krzyżowych. Zawiązki kończyn dolnych pojawiają się o około 48 godzin później od zawiązków kończyn górnych i ich rozwój pozostaje nieznacznie w tyle do trzeciego roku życia. W 5 tygodniu życia od listwy mezodermalnej oddziela się płyta stopy, a w 6 tygodniu zaznaczają się w niej guzki palców [5]. Pod koniec tego okresu życia pojawia się zarys pięty, która rozwija się przez dalszych 5 dni. Grube opuszki palców przybierają właściwą formę w 3 miesiącu życia [7]. Pod koniec tego okresu rozwoju, kończyny dolne osiągną znaczną sprawność funkcjonalną. Trzymiesięczny płód potrafi już podkurzać kończyny, obracać stopy oraz zginać i prostować palce. W 4 miesiącu życia płodowego, stopa jest podobnie ukształtowana jak u osobników dorosłych, jedynie jej wysklepienie wykształca się dopiero w okresie dzieciństwa [2].

### MATERIAŁ I METODY

Materiał do opracowania stanowiło 100 płodów ludzkich (60 męskich i 40 żeńskich) w wieku od 13 do 40 tygodnia życia. Badany materiał płodowy był pochodzenia posekcyjnego, jednak o budowie prawidłowej, a uzyskano go z oddziałów ginekologiczno-położniczych klinik oraz szpitali poznańskich. Płody przechowywano w 50% wodnym roztworze alkoholu etylowego. Wiek płodów określano na podstawie długości ciemieniowo-sledzeniowej według danych O' R a h i l l y [6] (tabela 1).

Tab. 1. Charakterystyka liczbowa długości ciemieniowo-siedzeniowej badanych płodów ludzkich

Miesiąc płodowy	$N$	$\bar{X}$	Przyrost cechy	$WTR_t$
4	6	114	—	—
5	23	173	59	25,6
6	25	211	38	16,5
7	22	249	38	16,4
8	12	283	34	14,8
9	7	312	29	12,6
10	5	344	32	13,9

Cechy metryczne stopy, zmierzone według Martina [4] i Bożiłow a [1], pobierano na lewej stopie za pomocą suwaka technicznego z no-niuszem:

- A. długość całkowitą stopy ( $pte-ap$ );
- B. długość brzegu bocznego stopy ( $pte-ap V$ );
- C. długość brzegu przyśrodkowego stopy ( $pte-ap I$ );
- D. szerokość stopy ( $mtt-mtf$ );
- E - I. długość palców mierzono w pozycji wyprostowanej od szczelin stawów śródstopno-palcowych (po uprzednim wypreparowaniu torebek stawowych) do końców palców.

Celem uchwycenia zmian zachodzących w proporcjach stopy z wiekiem płodu, z danych podstawowych wyliczono wskaźniki: szerokościowo-długościowy stopy ( $D : A \cdot 100$ ), brzegu bocznego do przyśrodkowego stopy ( $B : C \cdot 100$ ), długościowe poszczególnych palców ( $E - I : A \cdot 100$ ).

Dla cech pomiarowych i wskaźników obliczono średnie arytmetyczne wraz z błędami standardowymi ( $\bar{x} \pm E_x$ ) oraz odchylenia standardowe ( $s$ ). Dodatkowo, dla cech bezwzględnych obliczono średnie przyrosty miesięczne ( $p$ ) oraz unormowano je na przyrost całkowity danej cechy w badanym okresie rozwoju ( $WTR_t$ ).

Istotność różnic między średnimi przyrostami miesięcznymi cech oceniono za pomocą kryterium Johansena.

#### WYNIKI I OMÓWIENIE

Z rozkładu cech metrycznych stopy wynika, że jej średnie wartości pomiarowe znacznie wzrastają między 4 a 10 miesiącem życia płodowego (tabela 2). W badanym okresie rozwojowym cechy długościowe stopy powiększają się około 3,5 raza, a jej szerokość 4-krotnie. Długość palców wzrasta średnio 3,4-krotnie, przy czym najbardziej wydłuża się palec drugi (przeszło 3,5 raza), a najmniej palec środkowy (3,2 raza). Jednak przyrost wartości tych cech nie jest regularny. Największy wzrost następuje między 4 a 5 miesiącem życia (średnio 1,7 raza), a między 9 a 10

Tab. 2. Charakterystyka cech pomiarowych stopy

Mie- siąc pło- dowy	$\bar{x}$	$E_x$	$s$	$p$	$WTR_1$	$\bar{x}$	$E_x$	$s$	$p$	$WTR_1$	$\bar{x}$	$E_x$	$s$	$p$	$WTR_1$
	Długość całkowita stopy					Długość brzegu przyrodlnowego stopy					Długość brzegu bocznego stopy				
4	20,4	1,8	4,0	—	—	19,9	1,7	3,7	—	—	18,6	1,9	4,2	—	—
5	36,9	0,9	4,1	16,5	30,9	36,3	0,8	3,9	16,4	30,9	32,4	0,8	3,7	13,8	30,1
6	44,7	0,9	4,5	7,8	14,7	44,4	0,9	4,3	8,1	15,3	39,8	0,8	4,2	7,4	16,1
7	56,5	0,9	4,4	11,8	22,3	56,0	1,0	4,8	11,6	21,9	49,3	1,0	4,5	9,5	20,7
8	64,2	0,7	2,4	7,8	14,7	63,9	0,6	1,9	7,9	14,9	56,1	0,7	2,5	6,7	14,6
9	73,1	2,7	6,5	8,9	16,8	73,0	2,7	6,4	9,1	17,2	65,7	2,7	6,6	9,6	20,9
10	73,5	3,3	6,6	0,4	0,1	72,9	3,4	6,8	-0,1	-0,02	64,5	2,2	4,5	-1,2	-2,6
	Szerokość stopy					Długość palca I					Długość palca II				
4	7,5	0,8	1,8	—	—	5,9	0,6	1,3	—	—	5,7	0,7	1,5	—	—
5	14,4	0,4	1,7	6,9	30,0	9,7	0,2	1,2	3,8	28,7	9,4	0,4	1,9	3,7	28,2
6	18,4	0,5	2,5	3,9	16,9	11,8	0,3	1,5	2,0	14,7	11,5	0,3	1,5	2,1	16,0
7	22,1	0,4	2,0	3,7	16,1	14,8	0,4	2,1	3,0	22,0	14,5	0,3	1,6	3,0	22,9
8	25,8	0,5	1,8	3,7	16,1	17,1	0,4	1,4	2,3	16,9	16,2	0,4	1,3	1,7	13,0
9	30,7	1,4	3,4	4,9	21,3	20,1	1,0	2,5	3,0	22,0	20,2	1,1	2,7	4,0	30,5
10	30,5	1,1	2,2	-0,2	-0,9	19,5	1,5	3,1	-0,6	-4,4	18,8	1,2	2,5	-1,4	-10,7
	Długość palca III					Długość palca IV					Długość palca V				
4	5,6	0,5	1,2	—	—	5,2	0,6	1,4	—	—	4,4	0,3	0,7	—	—
5	8,7	0,2	1,0	3,1	25,6	8,0	0,3	1,4	2,8	25,7	7,0	0,1	0,4	2,6	24,5
6	10,5	0,3	1,6	1,8	14,9	9,6	0,2	1,1	1,6	14,7	8,4	0,2	1,0	1,4	13,2
7	13,4	0,3	1,5	2,9	24,0	12,5	0,4	1,9	2,9	26,6	10,9	0,3	1,6	2,5	23,6
8	15,5	0,3	1,1	2,1	17,3	14,8	0,3	0,9	2,3	21,1	12,6	0,3	0,9	1,7	16,0
9	18,2	0,7	1,7	2,7	22,3	17,8	0,6	1,5	3,0	27,5	16,3	0,6	1,5	3,6	34,0
10	17,7	1,3	2,7	-0,5	-4,1	16,1	0,9	1,9	-1,7	-15,6	15,0	0,8	1,7	-1,2	-11,3

miesiącem życia płodowego obserwuje się nagłe zahamowanie przyrostu cech stopy. Różnice pomiędzy średnimi przyrostami wartości badanych cech między 4 a 9 miesiącem życia są statystycznie wysoce istotne (wartości kryterium Johansena wahają się od 2,8 do 9,1). Natomiast w końcowym okresie rozwoju, między 9 a 10 miesiącem życia, w przypadku wszystkich zbadanych cech, różnice są statystycznie nieistotne. Może to być wynikiem małej liczebności materiału w dwóch ostatnich badanych miesiącach. Obliczone wskaźniki tempa rozwoju ( $WTR_1$ ) przedstawiają przyrosty miesięczne średnich arytmetycznych poszczególnych cech w procentach przyrostu całkowitego (od 4 do 10 miesiąca), dzięki czemu umożliwiają porównywanie tempa rozwojowego różnych cech między sobą. Na podstawie rozkładu wartości wskaźnika  $WTR_1$  można stwierdzić, że w tempie przyrostu badanych cech stopy występują trzy skoki rozwojowe. Pierwszy z nich, bardziej dynamiczny, przypada na 5 miesiąc życia, zaś następne przyspieszenia rozwojowe, raczej bardziej umiarkowane (z wyjątkiem długości palców II, IV i V) zachodzą w 7 i 9 miesiącu życia płodowego. Jedynie dla szerokości stopy najwyższe wartości  $WTR_1$  przypadają w dwóch okresach — w 5 i 9 miesiącu życia. Wyraźny spadek in-

tensywności wzrastania wszystkich zbadanych cech stopy przypada na okres okołourodzeniowy.

Ze średnich wartości długości stóp, podanych przez O'Rahilly [6] dla płodów od 2 do 10 miesiąca życia wynika, że stopa płodu w badanym okresie rozwojowym powiększa się przeszło 11-krotnie. Natomiast między 4 a końcowym miesiącem ontogenezy płodowej stopa wydłuża się tylko 2-krotnie. Na podstawie danych tego autora wyliczono wskaźnik tempa rozwoju, który rzeczywiście jest największy w 3 miesiącu ( $WTR_I=30,9$ ) a następnie w miesiącach 4, 6 i 7 ( $WTR_I=14,3$ ). W okresie okołourodzeniowym, podobnie jak u nas, wartość tego wskaźnika jest najniższa ( $WTR_I=5,7$ ). Nieco odmienne rezultaty otrzymane przez nas i O'Rahilly, mogą wynikać ze zróżnicowania populacyjnego badanych płodów oraz z różnej ilości materiału badawczego.

Tab. 3. Charakterystyka wartości wskaźników stopy

Miesiąc płodowy	$\bar{x}$	$E_{\bar{x}}$	$s$	$\bar{x}$	$E_{\bar{x}}$	$s$	$\bar{x}$	$E_{\bar{x}}$	$s$	$\bar{x}$	$E_{\bar{x}}$	$s$
	Długość-szerokość stopy			Brzegu boczno-przyśrodkowa stopy			Długość palca I			Długość palca II		
4	36,1	1,6	3,5	93,1	2,1	4,7	28,9	0,8	2,6	27,5	1,4	3,1
5	39,0	0,9	4,4	89,8	0,9	4,2	26,2	0,4	1,7	25,5	0,8	4,0
6	41,0	0,9	4,5	89,6	0,6	2,8	26,2	0,5	2,7	25,6	0,4	2,0
7	39,1	0,8	3,6	88,0	0,7	3,2	26,2	0,4	2,0	25,6	0,4	1,8
8	40,2	0,8	2,7	87,6	0,8	2,8	26,6	0,7	2,2	25,2	0,4	1,4
9	41,9	1,4	3,3	89,8	1,5	3,7	27,4	0,8	1,9	25,7	1,2	2,8
10	41,7	2,5	5,0	88,6	2,0	4,1	26,4	1,2	2,4	25,4	1,2	2,4
	Długość palca III			Długość palca IV			Długość palca V					
4	27,4	0,9	1,9	25,4	1,0	2,2	21,6	0,8	1,8			
5	23,4	0,3	1,6	21,7	0,3	1,6	18,9	0,2	1,0			
6	23,5	0,3	1,3	21,6	0,4	2,0	18,7	0,5	2,3			
7	23,6	0,4	2,0	22,0	0,5	2,5	19,3	0,3	1,6			
8	24,1	0,5	1,6	22,9	0,5	1,8	19,5	0,5	1,7			
9	23,3	1,0	2,5	24,1	0,4	1,0	22,4	0,6	1,5			
10	24,0	1,3	2,6	21,9	1,0	2,1	20,3	1,0	2,1			

Tab. 4. Częstość występowania formuł palców stopy w procentach

Formuła palców	Miesiące						
	4	5	6	7	8	9	10
1 > 2 > 3	—	34,8	52,0	59,1	41,7	14,3	40,0
2 > 3 > 1	16,7	4,3	4,0	—	—	14,3	—
2 > 1 > 3	16,7	43,5	28,0	31,8	41,7	57,1	40,0
2 > 1 = 3	—	—	4,0	—	—	—	—
3 > 2 > 1	16,7	—	—	4,5	8,3	—	—
1 > 2 > 3	33,2	13,0	4,0	—	8,3	14,3	—
2 = 1 > 3	16,7	4,3	—	4,5	—	—	20,0
1 > 2 = 3	—	—	8,0	—	—	—	—

Na podstawie analizy wskaźników można stwierdzić, że w całym przebiegu ontogenezy płodowej występuje nieznaczne poszerzanie się stopy. Wartość wskaźnika szerokościowo-długościowego stopy wzrasta między 4 a 9 miesiącem o przeszło 6 jednostek. Pozostałe wskaźniki (brzegu bocznego do przyśrodkowego stopy oraz długościowe palców) charakteryzują się tendencją odwrotną, tzn. najwyższe wartości występują w 4 miesiącu i następnie, wraz z rozwojem płodu, nieznacznie i niesystematycznie maleją. Oznacza to, że w początkowym okresie ontogenezy płodowej krawędź boczna stopy jest nieznacznie krótsza od krawędzi przyśrodkowej. Wraz z wiekiem płodu zmniejsza się również udział palców w długości stopy.

W poszczególnych miesiącach życia płodowego badano ponadto wzajemny stosunek długościowy trzech pierwszych palców — palce pozostałe były we wszystkich przypadkach od nich krótsze (tabela 4). W całej ontogenezie płodowej najczęściej, bo w 42% palec pierwszy był dłuższy od drugiego, a ten od palca trzeciego ( $1 > 2 > 3$ ), zaś w 36% palec drugi był dłuższy od pierwszego, a ten od palca trzeciego ( $2 > 1 > 3$ ). Pozostałe formuły palcowe występowały bardzo rzadko.

Pospisilova [7] donosi, że we wczesnym okresie płodowym najdłuższy jest palec trzeci, ale już od 4 miesiąca życia zaznacza się wydłużanie palca pierwszego. W naszym materiale, między 4 a 8 miesiącem życia, najczęściej palec pierwszy jest dłuższy od pozostałych, ale w dwóch ostatnich miesiącach przeważa formuła palcowa  $2 > 1 > 3$ .

Porównując rezultaty badań z pracą Jelisiejew i wsp. [3], stwierdzono dużą zgodność wyników, pomimo że autorzy wspomnianej pracy dokonali odmiennego od nas podziału materiału płodowego i zastosowali inną metodykę badań. Stwierdzili mianowicie, że w badanym przez nich okresie płodowym długość stopy wzrasta 3 razy, a jej szerokość 3,5-krotnie. Przyrost cech metrycznych stopy jest intensywniejszy między 18 a 23 tygodniem, a znacznie mniejszy między 36 a 40 tygodniem, tj. w okresie okołourodzeniowym. Zaobserwowali również, że wraz z wiekiem płodu ulega poszerzeniu jego stopa. Różnice dotyczą jedynie proporcji palców stopy. W materiale Jelisiejew i wsp. najczęściej występowała formuła palcowa  $1 = 2 = 3$ . Niezgodność z rezultatami otrzymanymi na badanym przez nas materiale płodowym może być spowodowana odmiennym sposobem mierzenia palców. Autorzy wspomnianej pracy formuły palcowe ustalali z obrysów stóp, my natomiast na podstawie pomiarów długości palców, od szczelin stawów śródstopno-palcowych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Bożyłow W., Sawicki K., *Mat. i Prace Antrop.*, 1972, 83, 185. \* 2. Flanagan G., *6 pierwszych miesięcy życia*. PZWL, Warszawa 1973. \* 3. Jelisiejew T., Szwaykowska I., Bieniecki M., *Folia Morph.*, 1975, 34, 367. \* 4. Mar-

tin R., *Lehrbuch der Anthropologie*, 2 Aufl. Jena 1928. \* 5. O'Rahilly R., Gardner E., *Anatomy and Embryology*, 1975, 148, 1-23. \* 6. O'Rahilly R., *A Color Atlas of Human Embryology*. Saunders & Company, Philadelphia 1975. \* 7. Pospíšilová-Zuzáková, *Acta F.R.N. Univ. Comen. Anthropologia*, 1963, 8, 51.

*Zakład Anatomii Funkcjonalnej AWF w Poznaniu  
Poznań, Marchlewskiego 29/37*

*Zakład Anatomii Prawidłowej AM w Poznaniu  
Poznań, Święcickiego 6*

## METRICAL CHARACTERISTICS OF FOOT IN FETAL ONTOGENY

by BOGUSŁAW MARECKI and MARIAN JAKUBOWICZ

On the material of 100 human fetuses aged 13 through 40 weeks rate of development and changes in shape and proportions of feet with age were observed. Dynamical development of observed characteristics occurs in fifth, seventh and ninth month of fetal life while slower growth is observed in perinatal period. During fetal part of ontogeny foot becomes wider, medial margin of foot is lengthened and share of toes in total foot length diminishes. In proportion of toes most frequently observed types are:  $1>2>3$  and  $2>1>3$ .

## CARACTÉRISTIQUE MÉTRIQUE DU PIED DANS L'ONTOGENESE DE FOETUS

par BOGUSŁAW MARECKI, MARIAN JAKUBOWICZ

Sur 100 foetus d'hommes âgés de 13 à 40 semaines on observait la vitesse de développement, les changements de forme et de proportion se manifestant avec l'âge.

Le développement dynamique de traits examinés du pied tombait le 5, 7 et 9-ième mois de la vie foetale et l'arrêt de croissance du pied — la période précédant la délivrance. Pendant l'ontogenèse de foetus le pied s'élargissait, sa partie médiale s'allongeait et la participation des doigts à la longueur totale du pied diminuait.

En ce qui concerne les proportions des doigts de pied ce sont les formules  $1\ 2\ 3$  et  $2\ 1\ 3$  qui étaient observées le plus souvent.