

MACIEJ MULARCZYK, ANGELIKA ZIĘTEK-CZESZAK¹, ZBIGNIEW ZIĘTEK²

OCENA DYMORFIZMU PŁCIOWEGO WSKAŹNIKA DŁUGOŚCI PALCÓW (2D:4D)

ASSESSMENT OF SEXUAL DIMORPHISM OF FINGER LENGTH RATIO (2D:4D)

Studium Doktoranckie Wydziału Lekarsko-Stomatologicznego Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
ul. Rybacka 1, 70-204 Szczecin
Kierownik: dr hab. n. med. *Damian Lichota*

¹ Studium Doktoranckie Wydziału Lekarskiego Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
ul. Rybacka 1, 70-204 Szczecin
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Maria Chosia*

² Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej i Klinicznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
al. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin
Kierownik: dr hab. n. med. *Zbigniew Ziętek*

Summary

Introduction: Studies on many populations have shown that the length of the second finger (2D) compared to the fourth (4D), expressed as the finger length ratio (2D:4D), might be characteristic for sexual dimorphism. It was also found that the values of 2D:4D differ significantly between examined populations. It is thought that the value of 2D:4D is determined in early foetal life under the influence of genetic factors and the strong influence of sex hormones. It has been proven that the values of 2D:4D are related to, for instance, sexual orientation, and artistic and sporting ability. Recently, increasing interest in the clinical significance of finger length ratio in the diagnosis of somatic and mental disorders has been observed. For example, it was found that values of 2D:4D in individuals suffering from congenital adrenal hyperplasia or autism were significantly lower compared to healthy subjects.

The aim of the study was to determine sexual dimorphism in finger length ratio among representatives of the Polish population.

Materials and methods: The study group comprised 115 people (57 females and 58 males). Anthropometric measurements were taken from the second and fourth finger of the right and left hands – from the point of dactylion (da) to pseudophalangion (pph) using analogue callipers. We calculated the significance of differences in 2D:4D

between males and females separately for the right and left hands.

Results: In both hands mean 2D:4D values were lower in males than in females. The difference in the right hand reached the statistical significance level with $p < 0.05$.

Conclusions: Among the subjects from the examined population the 2D:4D ratio shows trends characteristic for sexual dimorphism.

Key words: finger length ratio (2D:4D) – sexual dimorphism – sex hormones.

Streszczenie

Wstęp: Badania oparte na wielu populacjach wykazują, że stosunek długości palca drugiego (2D) do czwartego (4D), wyrażony jako wskaźnik długości palców (2D:4D), wykazuje cechy charakterystyczne dla dymorfizmu płciowego. Ustalono również, że wartości wskaźnika 2D:4D różnią się znacznie między badanymi populacjami. Przyjmuje się, że wartość wskaźnika 2D:4D ustala się we wczesnym życiu płodowym pod wpływem czynnika genetycznego i pod silnym wpływem hormonów płciowych. Dowiedziono, że wartość wskaźnika 2D:4D jest związana m.in. z orientacją seksualną, uzdolnieniami artystycznymi czy zdolnościami sportowymi. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie

wskaźnikiem 2D:4D w diagnostyce różnicującej wybrane schorzenia somatyczne i mentalne. Na przykład, zaobserwowano, że wartości wskaźnika 2D:4D u osób cierpiących na wrodzoną nadczynność kory nadnerczy czy autyzm są istotnie niższe w porównaniu do osób zdrowych.

Celem pracy było ustalenie, czy wskaźnik 2D:4D wykazuje cechy charakterystyczne dla dymorfizmu płciowego na wybranych losowo przedstawicielach populacji jednego z obszarów Polski.

Material i metody: Badaniem objęto grupę 115 osób, w tym 57 kobiet oraz 58 mężczyzn. Wykonano pomiary długości palców drugiego i czwartego w prawej i lewej ręce (od punktu dactylion do pseudophalangion przy użyciu suwmiarki analogowej). Dokonano oceny istotności różnic wartości wskaźnika 2D:4D między kobietami a mężczyznami, osobno dla prawej i lewej ręki.

Wyniki: W obu rękach średnie wartości wskaźnika 2D:4D u mężczyzn były niższe niż u kobiet. Jednakże wykazana różnica w prawej ręce była istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Wnioski: Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, że w badanej populacji kobiet i mężczyzn wskaźnik długości palców 2D:4D wykazał tendencje charakterystyczne dla dymorfizmu płciowego.

H a s ł a: 2D:4D – dymorfizm płciowy – hormony płciowe.

Wstęp

Od kilku lat w piśmiennictwie naukowym wzrasta zainteresowanie znaczeniem i możliwością wykorzystania wskaźnika długości palców (2D:4D), który wyraża się poprzez iloraz długości palca drugiego (wskazującego – 2D) do długości palca czwartego (serdecznego – 4D). Informacje o tym, że mężczyźni różnią się od kobiet pod względem proporcji długości poszczególnych palców ręki, ukazywały się w piśmiennictwie już w drugiej połowie XIX w. Zaobserwowano wówczas, że w populacjach amerykańskiej (odmiany białej) i niemieckiej mężczyźni mają częściej czwarty palec dłuższy od drugiego, natomiast u kobiet zależność ta jest odwrotna [1]. Wyniki współczesnych badań oparte na różnych populacjach wskazują na dymorficzny charakter wskaźnika 2D:4D względem płci [2, 3]. Niektórzy autorzy dowodzą, że ustalona wartość wskaźnika 2D:4D (podobnie jak proporcje innych palców) kształtuje się we wczesnym etapie ontogenezy i nie zmienia się w dalszym rozwoju osobniczym [3]. Dodatkowo sugeruje się, że określona wartość wskaźnika 2D:4D jest zdeterminowana przez hormony płciowe działające na płód w okresie prenatalnym [4]. Ukazało się wiele prac świadczących o zależnościach pomiędzy wskaźnikiem 2D:4D a orientacją seksualną [5], zdolnościami sportowymi [6] czy zdolnościami poznawczymi kobiet i mężczyzn [7].

Ustalono, że wskaźnik 2D:4D koreluje z innymi wskaźnikami, które wykazują dymorfizm płciowy, jak np. wartością wskaźnika taliowo-biodrowego (WHR) czy wskaźnika obwodu talii do obwodu klatki piersiowej (WCR). Wykazano, że u kobiet wartość wskaźnika 2D:4D jest ujemnie skorelowana z wartością WHR [8, 9], natomiast u mężczyzn wartość wskaźnika 2D:4D jest dodatnio skorelowana z wartością WCR [9].

Manning i wsp. [10, 11] zaobserwowali różnice wartości wskaźnika 2D:4D między mężczyznami a kobietami w 13 różniących się etnicznie populacjach zamieszkujących tereny Europy, Azji, Afryki i Jamajki. U mężczyzn wartości wskaźnika 2D:4D były niższe w porównaniu do kobiet. Zastanawiającym jest, że różnice międzypopulacyjne są znacznie większe od różnic wewnątrz określonej populacji [10]. Pomimo że w ostatnich latach pojawiło się wiele szczegółowych badań nad wskaźnikiem długości palców, wciąż niewiele jest informacji dotyczących populacji polskich kobiet i mężczyzn.

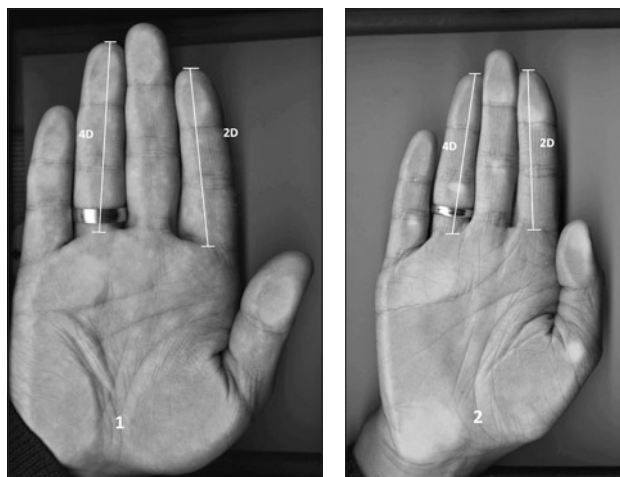
Celem badania było ustalenie, czy podobnie jak w przypadku innych populacji wartość wskaźnika 2D:4D wykazuje dymorfizm płciowy (zarówno dla prawej, jak i lewej ręki) u wybranych przedstawicieli populacji polskiej.

Material i metody

Badaniem objęto grupę 115 osób, w tym 57 heteroseksualnych kobiet w wieku 20–58 lat (średnia wieku 35) i 58 mężczyzn w wieku 19–64 lat (średnia wieku 36) o podobnej orientacji seksualnej. Uczestnicy badania to mieszkańcy Wrocławia i okolic. Kryterium wykluczającym daną osobę z badania były stwierdzone wrodzone bądź nabyte wady w budowie rąk (w szczególności palców prawej i lewej ręki) oraz choroby prowadzące do deformacji palców u rąk, jak np. reumatoidalne zapalenie stawów, a także choroby rdzenia i kory nadnercza oraz zaburzenia psychiczne, natomiast kryterium włączającym do badania – narodowość polska oraz orientacja heteroseksualna. Dodatkowo zebrano informacje o wzroście i masie ciała każdego uczestnika badania. U każdego osobnika zakwalifikowanego do badania dokonano pomiaru długości drugiego i czwartego palca prawej i lewej ręki za pomocą suwmiarki analogowej. Pomiary długości palców dokonano z dokładnością do 0,01 mm, mierząc od punktu dactylion (da) – najdalszego końca palców do tzw. punktu pseudophalangion (pph) – położonego na stronie wewnętrznej ręki w rowku bliższym palca (ryc. 1). Długość każdego palca zmierzono trzy razy i obliczono średnią. Następnie, na podstawie wartości średnich został wyliczony wskaźnik 2D:4D dla ręki prawej i lewej według następującego wzoru:

$$\text{wskaźnik 2D:4D} = \frac{\text{długość palca drugiego [mm]}}{\text{długość palca czwartego [mm]}}$$

Hipotezę o normalności rozkładu pomiarów zweryfikowano testem Kołmogorowa–Smirnowa na poziomie $p < 0,05$. W obrębie każdej z wyróżnionych grup (osobno



Ryc. 1. Przykładowe proporcje palców prawej ręki męskiej (1) – (2D:4D = 0,946) i kobiecej (2) – (2D:4D = 1,001)

dla mężczyzn i kobiet) obliczono następujące wartości statystyki opisowej: średnią, medianę, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności. Do oceny istotności różnic średnich wartości wskaźnika 2D:4D (osobno dla prawej i lewej ręki) między kobietami a mężczyznami zastosowano test t-Studenta (test t). Dodatkowo zastosowano test Fishera-Snedecora (test F) do oceny równości wariancji badanych

populacji. W analizie statystycznej przyjęto poziom istotności $p < 0,05$. Obliczenia zostały przeprowadzone za pomocą programu Statistica 9.0.

Wyniki

W tabelach 1 i 2 przedstawiono wyniki statystyk opisowych, osobno dla kobiet ($n = 57$) i mężczyzn ($n = 58$). Obliczono średnią, medianę, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności dla następujących cech: wiek, wysokość ciała, masa ciała, 2D:4DL (lewa ręka) i 2D:4DP (prawa ręka). Wyniki analiz statystycznych wskazują na występowanie istotnej statystycznie różnicy pomiędzy badanymi kobietami a mężczyznami pod względem 2D:4DP (prawej ręki). Średnia wartość tego wskaźnika jest istotnie niższa u mężczyzn (2D:4DP = 0,977) niż u kobiet (2D:4DP = 0,999) – $p < 0,05$. Dla 2D:4DL (lewej ręki) nie odnotowano istotnych statystycznie różnic między kobietami (2D:4DL = 1,002) a mężczyznami (2D:4DL = 0,990), aczkolwiek średnia wartość 2D:4DL jest niższa u mężczyzn niż u kobiet (tab. 3). Wynik testu F potwierdza, że badane kobiety istotnie statystycznie różnią się od mężczyzn pod względem 2D:4DP ($F = 2,723918$, $p = 0,000232$) – tabela 4.

Tabela 1. Statystyki opisowe zebranych cech – grupa kobiet

Cecha	Liczba ważnych pomiarów	Średnia	Mediana	SD	Współczynnik zmienności
Wiek	57	35,6491	34,0000	10,34838	29,02843
Wysokość ciała (cm)	57	164,1754	164,0000	5,82213	3,54629
Masa ciała (kg)	57	57,2807	58,0000	4,84309	8,45501
2D:4DL	57	1,0030	0,9917	0,04334	4,32108
2D:4DP	57	0,9998	0,9969	0,03789	3,78924

SD – odchylenie standardowe

Tabela 2. Statystyki opisowe zebranych cech – grupa mężczyzn

Cecha	Liczba ważnych pomiarów	Średnia	Mediana	SD	Współczynnik zmienności
Wiek	58	36,3793	36,0000	11,79626	32,42575
Wysokość ciała (cm)	58	180,9138	180,0000	6,35302	3,51163
Masa ciała (kg)	58	86,5345	85,0000	11,53669	13,33190
2D:4DL	58	0,9904	0,9840	0,03783	3,81967
2D:4DP	58	0,9773	0,9761	0,02296	2,34875

SD – odchylenie standardowe

Tabela 3. Wyniki testu t dotyczącego porównania średnich wartości 2D:4D dla lewej ręki (2D:4D) i dla prawej ręki (2D:4DP) między kobietami (średnia 1) a mężczyznami (średnia 2)

Cecha	Średnia 2	Średnia 1	N 2	N 1	t	df	p	SD 2	SD 1
2D:4DL	0,990	1,002	58	57	-1,66541	113	0,098601	0,037829	0,043340
2D:4DP	0,977	0,999	58	57	-3,85822	113	0,000190	0,022955	0,037886

SD – odchylenie standardowe

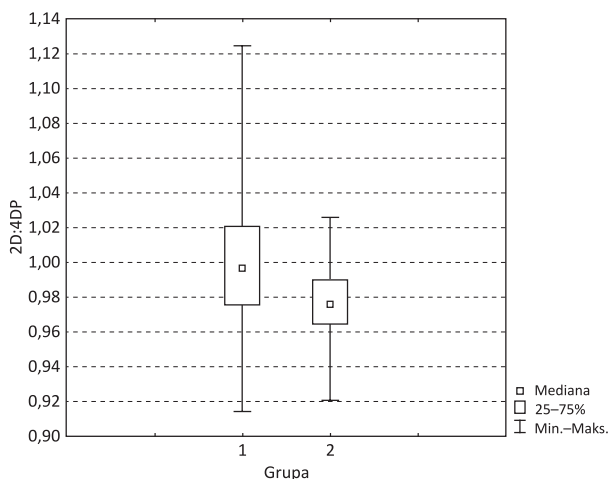
Tabela 4. Wyniki testu F dla porównań średnich wartości 2D:4D P i L między dwiema płciami

Cecha	Iloraz wariancji F	p
2D:4DL	1,312614	0,308951
2D:4DP	2,723918	0,000232

Dyskusja

Dymorfizm płciowy jest efektem odmienności genetycznej (kobiety XX; mężczyźni XY). Płeć genetyczna warunkuje produkcję i aktywność hormonów płciowych. Już we wczesnym życiu płodowym androgeny stymulują rozwój cech charakterystycznych dla płci męskiej, natomiast estrogeny warunkują rozwój cech żeńskich [12]. Przejawem dymorfizmu płciowego są m.in. różnice w budowie i proporcjach ciała [13]. W badaniach przeprowadzonych na płodach w grupach wiekowych od 3. miesiąca ciąży (9.–12. tydzień) do 9. miesiąca (37.–40. tydzień) zaobserwowano istotne statystycznie różnice średnich wartości wskaźnika 2D:4D między płodami męskimi a żeńskimi w każdej z wyróżnionych grup wiekowych. Nie odnotowano natomiast istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami wiekowymi [14]. Podobną zależność ustalili Manning i wsp. [3] w grupach wiekowych 2–25 lat. Powyższe doniesienia potwierdzają, że wartość wskaźnika 2D:4D kształtuje się we wczesnym życiu płodowym i jest cechą niezależną od wieku.

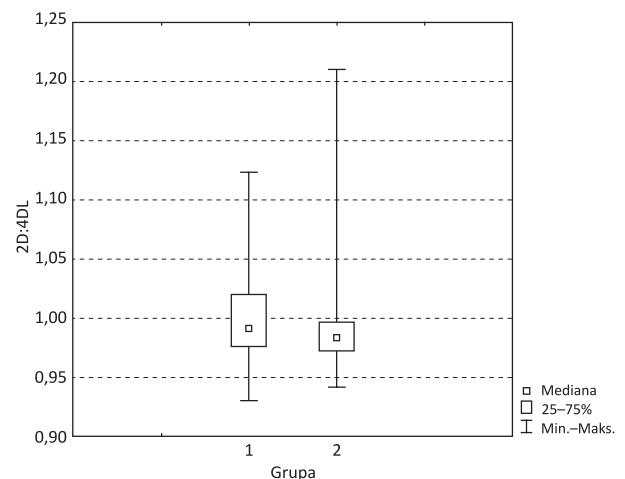
Wyniki badań własnych potwierdzają dymorficzny charakter wskaźnika długości palców (2D:4D) względem płci badanych osób z populacji wrocławskiej. U mężczyzn średnia wartość tego wskaźnika u obu rąk jest niższa niż u kobiet, przy czym dla prawej ręki różnica ta jest istotna statystycznie. Rozkłady wartości wskaźnika 2D:4D badanych mężczyzn i kobiet znacznie się pokrywają (ryc. 2 i 3). Warto tu zaznaczyć, że stopień wykształcenia się cech dymorficznych płciowo u danego osobnika zależy od indywidualnych uwarunkowań genetycznych i hormonalnych, dlatego też obserwuje się tak dużą zmienność pod względem ich rozwoju [13].



Ryc. 2. Rozkład wartości 2D:4D w prawej ręce u kobiet (grupa 1) i mężczyzn (grupa 2)

Otrzymane wyniki są zgodne z pracami innych autorów, w których ustalono, że prawa ręka wykazuje silniejszy dymorfizm płciowy wskaźnika 2D:4D [5, 15, 16, 17]. Manning [18] przytacza szereg cech morfologicznych (w tym proporcje długości palców) wykazujących bardziej wyraźny dymorfizm płciowy po prawej stronie ciała. Autor ten argumentuje, że androgeny działając silniej na prawą stronę ciała u mężczyzn, mają wpływ na asymetrię niektórych cech. Zaobserwowano bezpośrednią zależność między liczbą listewek skórnych palców a stężeniem testosteronu u mężczyzn. Istotnie większa liczba linii papilarnych w prawej ręce w porównaniu do lewej była pozytywnie skorelowana ze stężeniem testosteronu we krwi [19]. Lutchmaya i wsp. [4] udowodnili współzależność między płodowymi hormonami płciowymi a wartością wskaźnika 2D:4D. Stężenia hormonów płciowych zostały ustalone w płynie owodniowym pozyskanym drogą amniopunkcji w trakcie ciąży. Następnie, dwa lata po porodzie, u dzieci badanych matek ustalono wartość wskaźnika długości palców. Dowiedziono, że wysokie stężenie płodowego testosteronu przy jednocześnie niskim stężeniu estrogenów może obniżać wartość wskaźnika 2D:4D („typ męski”), natomiast wysokie stężenie estrogenów w stosunku do testosteronu może mieć wpływ na wysoką wartość wskaźnika 2D:4D („typ żeński”). Manning i wsp. [3] zanotowali, że u dorosłych mężczyzn z niższą wartością wskaźnika 2D:4D obserwuje się wyższe stężenie testosteronu we krwi i lepszą jakość nasienia (większa liczba plemników w ejakulacie). Z kolei w innym badaniu stwierdzono, że niskie stężenie testosteronu we krwi mężczyzn związane było z wyższą wartością wskaźnika 2D:4D. U tych mężczyzn zauważono większe ryzyko syndromu niedoboru testosteronu [20].

Niektóre prace dowodzą, że określona wartość wskaźnika długości palców jest związana z pewnymi chorobami. Istotnie niższą wartość tego wskaźnika mają dzieci z wrodzoną nadczynnością kory nadnerczy oraz cierpiące na autyzm czy zespół Aspergera [21, 22, 23]. Zaobserwowano, że u mężczyzn z wyższym wskaźnikiem 2D:4D istnieje większe ryzyko zawału serca w młodszym wieku niż



Ryc. 3. Rozkład wartości 2D:4D w lewej ręce u kobiet (grupa 1) i mężczyzn (grupa 2)

u mężczyzn z niższym wskaźnikiem 2D:4D [18]. Sugeruje się, że wskaźnik długości palców może mieć zastosowanie w badaniach medycznych związanych z chorobami zależnymi od płci czy hormonów płciowych. Pomimo zwiększającej się liczby publikacji na ten temat, istota tej zależności pozostaje obiektem badań.

Wnioski

W badaniach własnych dowiedziono, że wskaźnik długości palców (2D:4D) różni się między płciami. Obserwowane różnice dymorfizmu płciowego osiągają wyższe wartości w ręce prawej. Otrzymane wyniki są zgodne z innymi opracowaniami naukowymi poświęconymi zmienności opisanego wskaźnika.

Piśmiennictwo

1. Baker F.: Anthropological notes on the human hand. *Am Anthropol.* 1888, 1, 51–76.
2. Phelps V.R.: Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *Am J Hum Genet.* 1952, 4, 72–89.
3. Manning J.T., Scutt D., Wilson J., Lewis-Jones D.I.: The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Hum Reprod.* 1998, 13, 3000–3004.
4. Lutchmaya S., Baron-Cohen S., Raggatt P., Knickmeyer R., Manning J.T.: 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Hum Dev.* 2004, 77, 23–28.
5. Brown W.M., Finn C.J., Cooke B.M., Breedlove S.M.: Differences in finger length ratios between self-identified “butch” and “femme” lesbians. *Arch Sex Behav.* 2002, 31, 123–127.
6. Manning J.T., Pickup L.J.: Symmetry and performance in middle distance runners. *Int J Sports Med.* 1998, 19, 205–209.
7. Poulin M., O’Connell R.L., Freeman L.M.: Picture recall skills correlate with 2D:4D ratio in women but not men. *Evol Hum Behav.* 2004, 26, 174–181.
8. Trivers R.L., Manning J.T., Thornhill R., Singh D., McGuire M.: Jamaican symmetry project: longterm study of fluctuating asymmetry in rural Jamaican children. *Hum Biol.* 1999, 71, 419–432.
9. Fink B., Neave N., Manning J.T.: Second to fourth digit ratio, body mass index, waist-to-hip ratio, and waist-to-chest ratio: their relationships in heterosexual men and women. *Ann Hum Biol.* 2003, 30, 728–738.
10. Manning J.T., Barley L., Walton J., Lewis-Jones D.I., Trivers R.L., Singh D. et al.: The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success: evidence for sexually antagonistic genes? *Evol Hum Behav.* 2000, 21, 163–183.
11. Manning J.T., Stewart A., Bundred P.E., Trivers R.L.: Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Hum Dev.* 2004, 80, 161–168.
12. Bartel H.: *Embriologia*. Wyd. Lek. PZWL, 1999.
13. Malinowski A., Strzalko J.: *Antropologia*. PWN, Warszawa–Poznań 1985.
14. Malas M.A., Dogan S., Evcil E.H., Desdicioglu K.: Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Hum Dev.* 2006, 82, 469–475.
15. Williams T.J., Pepitone M.T., Christensen S.E., Cooke B.M., Huberman A.D., Breedlove N.J. et al.: Finger length patterns indicate an influence of fetal androgens on human sexual orientation. *Nature.* 2002, 404, 455.
16. McFadden D., Shubel E.: Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Horm Behav.* 2002, 42, 492–500.
17. Honekopp J., Watson S.: Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand. *Am J Hum Biol.* 2010, 22, 619–630.
18. Manning J.T.: *Digit Ratio: a pointer to fertility, behavior, and health*. Rutgers University Press, London 2002.
19. Jamison C.S., Meier R.J., Campbell B.C.: Dermatoglyphic asymmetry and testosterone levels in normal males. *Am J Phys Anthropol.* 1993, 90, 185–198.
20. Garcia-Cruz E., Huguet J., Piqueras M., Ribal M.J., Alcaraz A.: Second to fourth digit ratio, adult testosterone level and testosterone deficiency. *BJU Int.* 2012, 109 (2), 266–271.
21. Manning J.T., Baron-Cohen S., Wheelwright S., Sanders G.: The 2nd to 4th digit ratio and autism. *Dev Med Child Neurol.* 2001, 43, 160–164.
22. Brown W.M., Hines M., Fane B.A., Breedlove S.M.: Masculinized finger length patterns in human males and females with congenital adrenal hyperplasia. *Horm Behav.* 2002, 42, 380–386.
23. Okten A., Kalyoncu M., Yaris N.: The ratio of second- and fourth-digit lengths and congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Early Hum Dev.* 2002, 70, 47–54.