

Mońska Magdalena, Pietraszewska Jadwiga. Wskaźnik palców a budowa ciała i sprawność motoryczna mężczyzn trenujących sporty walki i nietrenujących = The digit ratio 2D:4D and body build and motoric fitness of men training martial arts and non-athletes. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(12):412-423. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.204647>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4071>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 754 (09.12.2016).
754 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 01.12.2016. Revised 12.12.2016. Accepted: 15.12.2016.

Wskaźnik palców a budowa ciała i sprawność motoryczna mężczyzn trenujących sporty walki i nietrenujących

The digit ratio 2D:4D and body build and motoric fitness of men training martial arts and non-athletes

Magdalena Mońska¹, Jadwiga Pietraszewska²

¹ Doktorantka na Wydziale Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

² Zakład Antropologii Fizycznej Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

Słowa kluczowe: wskaźnik 2D:4D, sporty walki, budowa ciała, sprawność motoryczna

Key words: index 2D:4D, martial arts, body build, motoric fitness

mgr Magdalena Mońska,

dr hab. Jadwiga Pietraszewska, prof. nadzw.

Streszczenie

Poziom sprawności fizycznej jest uwarunkowany wieloma czynnikami, w tym również budową morfologiczną. Jednym z elementów morfologicznych jest formuła palców 2D:4D, opisująca stosunek długości palca drugiego do palca czwartego. Wskaźnik palców kształtuje się w życiu płodowym, pod wpływem działania hormonów płciowych i pozostaje niezmiennym w dalszym rozwoju osobniczym. Wysoki poziom testosteronu, odzwierciedlający się w niższych wartościach formuły palców, determinuje lepszą zręczność, wytrzymałość i siłę. Ponadto wpływa na zachowania zawodników, zwiększając skłonność do agresji oraz wolę walki i podjęcia ryzyka.

Cel

Celem niniejszej pracy jest ocena powiązań wskaźnika palców 2D:4D z cechami budowy somatycznej oraz poziomem sprawności motorycznej w grupie zawodników sporów walki i osób nietreningujących.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły pomiary antropometryczne i wyniki prób motorycznych mężczyzn uprawiających sporty walki (n=28) oraz osób nietreningujących (n=30). Badani to studenci Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu w przedziale wiekowym 19-25 lat.

U wszystkich badanych zmierzono cechy długościowe, szerokościowe, obwody ciała i fałdy skórno-tłuszczowe oraz długość drugiego (2D) i czwartego palca (4D) prawej i lewej ręki. Do oceny sprawności motorycznej badanych wykorzystano cztery próby motoryczne: skłon w przód w siadzie, skok w dal z miejsca, siady z leżenia, pomiar dynamometryczny ręki prawej i lewej. Próby zostały przeprowadzone zgodnie z procedurą testu Eurofit.

Wyniki

Analiza wyników wykazała istotne różnice wskaźnika palców między badanymi grupami. Stwierdzono też powiązania tego wskaźnika z cechami budowy somatycznej u badanych mężczyzn. Nie odnotowano natomiast istotnych zależności formuły palców z wynikami prób motorycznych.

Summary

The level of physical fitness is conditioned by many factors, including build morphological. One of the morphological elements is digit ratio 2D: 4D. Index finger forms in fetal life under the influence of sex hormones and it remains constant in the further ontogenetic development. High testosterone level, reflecting the lower value digit ratio, determines a better agility, endurance and strength. In addition, it affects the behavior of players, increasing the tendency to aggression and will to fight and take risks.

Aim

The aim of the study is estimation relationship of digit ratio 2D: 4D with the somatic features and the level of motor skills in a group of men training martial arts and non-athletes.

Material and methods

The researches are conducted in group of 28 men training martial arts and group of 30 non-athletes men. All of them were students of University of Physical Education. The age of examined was 19-25. There was measured digit ratio, basic anthropological features and motoric fitness. There was used four motoric tests: sit-ups, standing long jump, flexibility and hand grip strength.

Conclusion

The analysis of the results has showed significant differences of digit ratio between the examined groups. There is the correlation of this indicator with the somatic features in both groups. However there were any significant correlations of digit ratio with the results of motoric tests.

Wstęp

Poziom aktywności fizycznej jest uwarunkowany wieloma czynnikami, w tym również budową morfologiczną, która kształtuje się w okresie progresywnego rozwoju i jest konsekwencją działania wielu czynników, zarówno endo- i egzogennych. Jednym z elementów budowy korelującym z poziomem sprawności jest formuła palców 2D:4D, opisująca stosunek długości palca drugiego do palca czwartego. Wskaźnik palców wykazuje dymorfizm płciowy - kobiety charakteryzują się wyższymi wartościami tego wskaźnika niż mężczyźni.

Wyniki badań dowodzą, iż wartość wskaźnika 2D:4D kształtuje się już we wczesnym etapie życia płodowego, między 13 a 14 tygodniem ciąży, co jest efektem działania hormonów płciowych – androgenów (Manning i wsp. 1998, Lutchmaya i wsp. 2004, Pietras i Wronka 2012). Niska ekspozycja płodu na śródmaciczne działanie testosteronu, przy jednoczesnym wysokim stężeniu estrogenów podnosi wartość formuły 2D:4D, czyniąc układ palców bardziej kobiecym, typowym dla płci żeńskiej. Z kolei wysokie stężenie testosteronu przy równoczesnym niskim stężeniu estrogenów, obniża wartość stosunku długości palców, stanowiąc go charakterystycznym układem dla płci męskiej (Lutchmaya i wsp. 2004, Hönekopp i wsp. 2007, Manning i wsp. 2014).

Wskaźnik 2D:4D, ukształtowany w okresie prenatalnym, pozostaje niezmienny w dalszym rozwoju osobniczym (Malas i wsp. 2006, Manning i wsp. 1998).

Badania wskazują także, iż wysoki poziom testosteronu, przejawiający się w niższych wartościach formuły palców, determinuje lepszą zręczność, wytrzymałość i siłę. Ponadto wpływa na zachowania zawodników, zwiększając skłonność do agresji oraz wolę walki i podjęcia ryzyka. Dotyczy to zwłaszcza przedstawicieli niektórych sportów indywidualnych, jak biegi długodystansowe czy sztuki walki (Gilten 2008, Kozieł i wsp. 2016). Cechy te są istotne w osiągnięciu wysokich wyników sportowych w tych dyscyplinach.

Przeprowadzone dotychczas analizy współzależności wskaźnika palców z budową somatyczną, poziomem sprawności i osiągnięciami sportowymi są nieliczne, a ich wyniki nie zawsze zgodne. Dotychczas powstało też niewiele badań porównujących grupy sportowe z osobami nieuprawiającymi żadnej aktywności fizycznej. Wiedza na ten temat mogłaby być jednym z elementów wspomagających ukierunkowanie naboru do sportu i selekcję w poszczególnych dyscyplinach.

Cel

Celem pracy jest ocena powiązań wskaźnika palców 2D:4D z cechami budowy somatycznej oraz poziomem sprawności motorycznej w grupie zawodników sporów walki oraz osób nietreningujących.

Material i metody badawcze

Material badawczy stanowiły pomiary antropometryczne oraz wyniki prób motorycznych mężczyzn uprawiających sporty walki (n=28) oraz osób nietreningujących (n=30). Byli to studenci Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Wiek badanych mieścił

się w przedziale 19-25 lat. Kryterium przyjętym przy doborze osób do grupy badawczej był co najmniej 4-letni staż treningowy lub posiadanie klasy sportowej. Do grupy kontrolnej zostali wybrani studenci, którzy w badaniu ankietowym deklarowali, że nie uprawiali i nie uprawiają sportu kwalifikowanego.

Za pomocą antropometru GPM Anthropological Instruments wykonano pomiary wysokości ciała (B-a), wysokości siedzeniowej (B-v), długości kończyn górnych (a-da3) i dolnych (B-tro) oraz siągu boczego (da3-da3). Do pomiarów szerokościowych użyto cyrkla kabłąkowego tej samej firmy, którym zmierzono szerokość barków (a-a), szerokość bioder (ic-ic), szerokość kolana (cl-cm) i szerokość łokcia (ep1-epm). Przy użyciu taśmy centymetrowej wykonano pomiary obwodu klatki piersiowej, pasa, ramienia w spoczynku i w napięciu, bioder oraz maksymalny podudzia. Masę ciała zmierzono wagą elektroniczną, a fałdy skórno-tłuszczowe (pod łopatką, na ramieniu i brzuchu) tkankomierzem typu harpendenowskiego, który charakteryzuje się stałą siłą nacisku 10g/mm².

Długość drugiego (2D) i czwartego palca (4D) prawej i lewej ręki została zmierzona za pomocą suwmiarki analogowej z dokładnością do 0,01 mm, od punktu dactylion (da) do punktu pseudophalangion (pph). Każdy pomiar wykonano 3-krotnie, a następnie został obliczona średnia długość. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono wskaźnik palców zgodnie ze wzorem:

Wskaźnik 2D:4D = długość palca drugiego [mm] / długość palca czwartego [mm].

Do oceny sprawności motorycznej badanych wykorzystano cztery próby motoryczne: skłon w przód w siadzie, skok w dal z miejsca, siady z leżenia, pomiar dynamometryczny ręki prawej i lewej. Próby zostały przeprowadzone zgodnie z procedurą testu Eurofit (1993).

Dla wszystkich mierzonych cech obliczono podstawowe wielkości statystyczne. Do oceny zróżnicowania międzygrupowego wykorzystano test t-Studenta. Siłę powiązań pomiędzy wskaźnikiem palców a cechami morfologicznymi i poziomem sprawności zbadano przy użyciu współczynnika korelacji prostej Persony.

Wyniki

Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie międzygrupowe wskaźnika palców 2D:4D tylko w odniesieniu do prawej ręki ($p=0,04$). Wskaźnik ten jest istotnie niższy wśród zawodników sportów walki (tabela 1).

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna wskaźnika palców 2D:4D w grupie mężczyzn nietreningujących i zawodników sportów walki.

Zmienna	Grupa nietreningująca		Sporty walki	
	Średnia	Odch.std	Średnia	Odch.std
2D:4D (P)	0,98	0,03	0,96	0,02
2D:4D (L)	0,98	0,03	0,96	0,02

Ponadto stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych grup w odniesieniu do szerokości barków ($p=0,036$). Pozostałe cechy somatyczne nie różniły się istotnie między sportowcami a nietreningującymi (tabela 2).

Tabela 2. Charakterystyka statystyczna badanych cech morfologicznych w grupie mężczyzn nietreningujących i zawodników sportów walki.

Zmienna	Grupa nietreningująca		Sporty walki		Poziom p testu t-Studenta
	Średnia	Odch.std	Średnia	Odch.std	
Masa ciała	76,11	10,58	76,96	8,55	0,736
Wysokość ciała	178,63	5,78	179,17	6,58	0,741
Długość kończyny górnej	77,74	3,80	77,40	4,35	0,746
Długość kończyny dolnej	91,32	4,18	92,28	4,19	0,383
Wysokość siedzeniowa	94,47	3,47	94,01	3,39	0,612
Rozpiętość ramion	179,93	7,18	181,12	7,89	0,546
Szerokość barków	40,84	2,31	42,00	1,80	0,036
Szerokość bioder	28,30	1,68	28,56	1,94	0,586

Szerokość łokcia	6,94	0,40	6,94	0,52	0,991
Szerokość kolana	9,80	0,65	9,92	0,52	0,432
Obwód kl. pier. (spocz.)	89,56	6,62	89,53	6,36	0,988
Obwód pasa	80,96	7,00	81,11	5,97	0,954
Obwód ramienia (spocz.)	30,68	3,24	30,80	2,22	0,879
Obwód ramienia (nap.)	34,26	3,72	34,99	2,55	0,926
Obwód bioder	99,37	6,74	97,94	4,56	0,840
Obwód podudzia	38,56	3,03	37,66	2,68	0,604
Fałd łopatki	9,89	2,55	10,25	3,97	0,344
Fałd ramienia	12,50	5,95	10,90	6,37	0,234
Fałd brzucha	12,59	6,72	11,11	5,76	0,366

W przypadku prób motorycznych istotne zróżnicowanie odnotowano tylko dla wyników próby siadów z leżenia ($p=0,003$). Zdecydowanie lepsze wyniki uzyskali badani zawodnicy.

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna wyników prób motorycznych w grupie mężczyzn nietreningujących i zawodników sportów walki.

Zmienna	Grupa nietreningująca		Sporty walki		Poziom p testu t-Studenta
	Średnia	Odch.std	Średnia	Odch.std	
Pomiar dynamometryczny ręki P	45,46	7,01	47,20	8,58	0,399
Pomiar dynamometryczny ręki L	43,11	7,37	44,81	9,40	0,443
Siady z leżenia	26,00	5,20	30,07	4,76	0,003
Skok w dal	2,23	0,26	2,29	0,21	0,374
Skłon w przód w siadzie	23,77	9,31	23,83	8,28	0,979

Wartości współczynników korelacji wskaźnika palców z cechami budowy ciała w obydwu grupach prezentuje tabela 4.

Tabela 4. Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami 2D:4D a badanymi cechami morfologicznymi w grupie mężczyzn nietreningujących oraz zawodników sportów walki (oznaczone * współczynniki korelacji są istotne na poziomie $p \leq 0,05$).

	Grupa nietreningująca		Sporty walki	
	2D:4D (P)	2D:4D (L)	2D:4D (P)	2D:4D (L)
Masa ciała	-0,19	-0,31	0,05	0,25
Wysokość ciała	-0,42*	-0,35	-0,20	0,01
Długość kończyn górnych	-0,46*	-0,46*	-0,19	-0,16
Długość kończyn dolnych	-0,26	-0,17	-0,33	-0,13
Wysokość siedzeniowa	-0,52*	-0,47*	-0,07	0,17
Rozpiętość ramion	-0,36*	-0,37*	-0,19	-0,01
Szerokość barków	0,05	-0,16	0,07	0,13
Szerokość bioder	-0,24	-0,26	0,14	0,24
Szerokość łokcia	0,02	0,13	-0,17	-0,17
Szerokość kolana	-0,25	-0,12	0,01	0,28
Obwód kl. pier. (spocz.)	0,04	-0,17	0,05	0,15
Obwód pasa	-0,12	-0,24	0,19	0,30
Obwód ramienia (spocz.)	0,01	-0,11	0,20	0,23
Obwód ramienia (nap.)	-0,01	-0,16	0,15	0,13
Obwód bioder	-0,16	-0,18	0,23	0,45*
Obwód podudzia	-0,11	-0,18	0,53*	0,39*
Fałd łopatki	-0,09	-0,10	0,07	0,24
Fałd ramienia	-0,22	-0,33	0,20	0,39*
Fałd brzucha	-0,29	-0,38*	-0,01	0,12

W grupie nietreningujących stwierdzono istotną zależność wskaźnika palców z wysokością ciała, długością kończyn górnych, wysokością siedzeniową i rozpiętością ramion (tabela 4). Na granicy istotności znalazła się także korelacja tego wskaźnika z masą ciała, szerokością bioder i kolan.

W grupie mężczyzn uprawiających sporty walki odnotowano najwyższe ujemne korelacje wskaźnika palców z wysokością ciała, długością kończyn, rozpiętością ramion i szerokością łokcia (tabela 4). Nie są to jednak wartości statystycznie istotne. Odmienny kierunek zależności występuje w przypadku obwodów ciała i fałdów skórno-tłuszczowych.

Jednak w większości (poza obwodem bioder i obwodem podudzia) nie są to zależności statystycznie istotne.

W przypadku prób motorycznych w grupie nietrenujących nie wykazano istotnych powiązań ze wskaźnikiem 2D:4D. Także u zawodników trenujących sporty walki nie stwierdzono istotnych zależności. Należy jednak odnotować dodatnią korelację wyników próby siadów z leżenia ze wskaźnikiem 2D:4D (tabela 5). W grupie zawodników odnotowano ujemne wartości współczynników korelacji między formułą palców a siłą ścisku ręki, szczególnie w ręce lewej.

Tabela 5. Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami 2D:4D a wynikami prób motorycznych w grupie mężczyzn nietrenujących i zawodników sportów walki.

	Grupa nietrenująca		Sporty walki	
	2D:4D (P)	2D:4D (L)	2D:4D (P)	2D:4D (L)
Pomiar dynamometryczny ręki P	0,00	-0,03	-0,06	-0,03
Pomiar dynamometryczny ręki L	0,13	0,00	-0,16	0,02
Siady z leżenia	-0,04	0,00	0,32	0,17
Skok w dal	-0,04	-0,22	0,04	0,12
Skłon w przód w siadzie	-0,16	-0,20	0,19	0,06

Dyskusja

Wyniki badań własnych wykazały istotnie niższe wartości wskaźnika 2D:4D w grupie zawodników sportów walki w porównaniu do mężczyzn nietrenujących, co wskazuje na większą androgenizację badanych sportowców w życiu płodowym. Do podobnych wniosków doszedł Kozieł i wsp. (2016), którzy porównywali sportowców trenujących dyscypliny indywidualne, gry zespołowe i nieaktywnych fizycznie. Osoby nietrenujące wykazywały najwyższe wartości formuły palców.

W przypadku cech morfologicznych jedynie szerokość barków odróżnia zawodników sportów walki od nieaktywnych mężczyzn. Pozostałe cechy nie wykazywały istotnych statystycznie różnic. Wynik ten prawdopodobnie jest spowodowany zróżnicowaniem kategorii wagowych zawodników.

Analiza powiązań wskaźnika 2D:4D z cechami budowy morfologicznej wskazuje na pewne różnice w obydwu grupach. U nietrenujących mężczyzn współczynniki korelacji są wyższe i potwierdzają znaną tendencję do powiększania się cech wysokościowych, szerokościowych oraz umięśnienia ciała wraz z niższymi wartościami formuły palców. Oznacza to, że im niższy wskaźnik 2D:4D tym bardziej męska budowa ciała.

W przypadku cech świadczących o umięśnieniu ciała (obwody ciała) wykazano stosunkowo niskie powiązania z formułą palców. Zaskakującym wynikiem jest istotna ujemna korelacja tego wskaźnika z fałdem skórno-tłuszczowym na brzuchu. Może to być jednak efektem zbyt małej aktywności fizycznej badanych osób.

W grupie sportowej powiązania wskaźnika z formułą palców są co prawda nieistotne statystycznie, ale można zauważyć pewne tendencje. Dość zaskakująca jest dodatnia zależność wskaźnika 2D:4D z obwodami ciała i grubością fałdów skórno-tłuszczowych. Wynik ten może być efektem doboru do tej grupy osób reprezentujących różne sporty walki (judo, karate, MMA, boks) i należących do różnych kategorii wagowych.

Zależność formuły palców z cechami budowy ciała potwierdziły także badania Trivers i wsp. (1999), jak i Fink'a i wsp. (2003). Autorzy ci wykazali, iż wskaźnik 2D:4D koreluje z innymi wskaźnikami opisującymi dymorfizm płciowy: wskaźnikiem taliowo –biodrowym oraz wskaźnikiem obwodu talii do obwodu klatki piersiowej. Z kolei wyniki badań Krakowiak i wsp. (2013), Dobrano i wsp. (2008) i Neave i wsp. (2003) wykazały korelację formuły palców z BMI i składem tkankowym.

W piśmiennictwie pojawiają się informacje na temat powiązań formuły palców z poziomem sprawności motorycznej. Manning i Hill (2009) wykazali poprawę szybkości biegowej wraz z niższymi wartościami wskaźnika 2D:4D. Z kolei Longman i wsp. (2011) wskazują na lepszą wydolność wioślarzy, którzy posiadają bardziej męski układ palców. Inne wyniki prezentują Peeters i wsp. (2013) oraz Mehdizadeh i wsp. (2013), którzy nie stwierdzili zależności poszczególnych komponentów sprawności motorycznej ze wskaźnikiem palców.

W badaniach własnych także nie stwierdzono istotnych powiązań pomiędzy wartością wskaźnika palców a wynikami prób motorycznych. Być może jest to efektem zbyt małej liczebności poszczególnych grup. W przypadku sportów walki taki wynik może być spowodowany opisaną powyżej różnorodnością dyscyplin i kategorii wagowych. Ujemne korelacje wskaźnika 2D:4D z siłą ścisku ręki wskazują jednak na tendencje do poprawy wyników tej próby wraz z bardziej męskim układem palców.

Potwierdzają to badania Fink'a i wsp. (2006), którzy badali siłę ścisku ręki dwóch populacji mężczyzn pochodzących z Niemiec i północno-wschodnich Indii. Wyniki

wykazały, że im niższe wartości formuły 2D:4D tym lepsza siła ścisku dłoni. Zależność ta była bardziej wyraźna w ręce prawej niż lewej. Dodatkowo zaobserwowano różnice międzypopulacyjne. Hindusi charakteryzowali się większą siłą ścisku niż biali mężczyźni.

W świetle wyników badań własnych oraz wcześniejszych doniesień naukowych należy stwierdzić, że analizy wskaźnika 2D:4D powinny opierać się na bardziej licznych grupach oraz w podziale na poszczególne dyscypliny sportowe.

Piśmiennictwo

1. Čabrić M, Krakowiak H., Sokołowska E., Krakowiak A., The 2D:4D ratio versus features of body composition and body constitution in young women and men, *Med Biol Sci*, 2012, 26(4), 23-29.
2. Danborn B., Adebisi SS., Adelaiye AB., Sexual Dimorphism and Relationship between Chest, Hip and Waist Circumference with 2D:4D and 2D:4D in Nigerians. *The Internet Journal of Biological Anthropology*, 2008; 1, 2.
3. 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, *Annals of Human Biology*, 2003,30, 728–738.
4. Gillet N., Rosnet E., *Athletic Insight, The Online Journal of Sport Psychology*.
5. Hönekopp J., Bartholdt L., Beier L., Liebert A., Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: New data and a meta-analytic review, *Psychoneuroendocrinology*, 2007, Vol. 32, 313–321.
6. Kozieł S., Kociuba M., Ignasiak Z., Chakraborty R., Is sports choice and participation related to 2D:4D? A study among adult male students in Wrocław, Poland, *Collegium Antropologicum*, 40 (2016) 2, 105–106.
7. Longman D., Stock JT, Wells JC., Digit ratio (2D:4D) and rowing ergometer performance in males and females, *American Journal of Physical Anthropology*, 2011, 144(3), 337-41.
8. Lutchmaya S., Baron-Cohen S., Raggatt P., Knickmeyer R., Manning J.T., 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol, *Early Human Development*, 2004, 77, 23–28.
9. Malas M.A., Dogan S., Evcil H.E, Desdicioglu K. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D : 4D), *Early Human Development*, 2006, Vol. 82, 469–475.
10. 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, *Human Reproduction*, 1998, 13, 3000–3004

11. Manning M., Kilduff L.P., Cook C., Crewther C., Fink B., Digit Ratio (2D:4D): A Biomarker for Prenatal Sex Steroids and Adult Sex Steroids in Challenge Situations, *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2014, 5:9.
12. Manning T.J., Hill M.R., Digit ratio (2D:4D) and sprinting speed in boys, *American Journal of Human Biology*, 2009, Vol. 21, 210–213.
13. Mehdizadeh R., Sarhozaki N.N., Abbasi S., Relationship between second to fourth digit ratio (2D:4D) and dynamic muscular endurance in trained girl students, *International Journal of Sport Studies*, 2013, Vol. 3 (1), 99-104.
14. Neave N., Laing S., Fink B.M., Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance, *Proceedings of the Royal Society of London*, 2003, Series B 270: 2167-2172.
15. Peeters M.W., Aken V.K., Claessens A.L., The Left Hand Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) Is Not Related to Any Physical Fitness Component in Adolescent Girls, *Discover a Faster Path to Publishing in a High – Quality Journal*, 2013.
16. Pietras T., Wronka E., Neuroanatomiczne i neuropsychologiczne aspekty orientacji homoseksualnej. W: Grzegorz Iniewicz, Magdalena Mijas, Bartosz Grabski: *Wprowadzenie do Psychologii LGB*. Wrocław: Wydawnictwo Continuo, 2012, 153-175.
17. Trivers R.L., Manning J.T., Thornhill R., Singh D., McGuire M., Jamaican symmetry project: longterm study of fluctuating asymmetry in rural Jamaican children, *Human Biology*, 1999, 71, 419–432.