

Mońska Magdalena, Pietraszewska Jadwiga. Powiązania wskaźnika placów 2D: 4D z cechami budowy ciała i sprawnością motoryczną u młodych piłkarzy = The relationship digit ratio 2D: 4D with body build features and motoric performance in young footballers. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016;6(11):73-86. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.163952> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3964>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).
755 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: 22.10.2016. Revised 30.10.2016. Accepted: 31.10.2016.

Powiązania wskaźnika placów 2D: 4D z cechami budowy ciała i sprawnością motoryczną u młodych piłkarzy

The relationship digit ratio 2D: 4D with body build features and motoric performance in young footballers

Magdalena Mońska¹, Jadwiga Pietraszewska²

¹ **Doktorantka na Wydziale Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu**

² **Zakład Antropologii Fizycznej Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu**

Mgr Magdalena Mońska¹, dr hab. Jadwiga Pietraszewska, prof. nadzw.²

Słowa kluczowe: wskaźnik 2D:4D, piłkarze nożni, budowa ciała, sprawność motoryczna

Key words: index 2D:4D, football players, body build, motoric fitness

Streszczenie

Proporcja długości palców 2D:4D wykazuje dymorfizm płciowy. Mężczyźni mają niższą wartość tego wskaźnika w stosunku do kobiet. Jest to wynik działania hormonów płciowych -androgenów. Badania wskazują, że wysoki poziom testosteronu, przejawiający się w niższej wartości ilorazu palców, determinuje lepszą wytrzymałość, zręczność, większą siłę oraz skłonność do agresji i podjęcia walki. Cechy te są istotne w odniesieniu sukcesów sportowych. W badaniach poszukiwano zależności formuły palców z budową ciała, sprawnością motoryczną i osiąganymi wynikami w sporcie. Publikowane wyniki nie są jednak jednoznaczne w odniesieniu do cech sprawnościowych.

Cel

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie, czy w populacji polskiej, wśród młodych piłkarzy nożnych, wartość wskaźnika 2D:4D wykazuje powiązania z cechami budowy morfologicznej i poziomem sprawności motorycznej.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów podstawowych cech antropometrycznych oraz sprawności motorycznej piłkarzy nożnych (n=38) Klubu Sportowego Polkowice. Wiek badanych mieści się w przedziale 16-18 lat. Ich staż zawodniczy wynosi co najmniej 6 lat.

U wszystkich badanych osób zmierzono także długość drugiego i czwartego palca, na podstawie tych wartości wyliczono wskaźnik 2D:4D dla ręki prawej i lewej.

Do oceny sprawności motorycznej badanych wykorzystano następujące próby motoryczne: skłon w przód w siadzie, skok w dal z miejsca i siady z leżenia. Próby zostały przeprowadzone zgodnie z procedurą testu Eurofit (1993). Dodatkowo wykonano pomiar siły ścisku ręki przy pomocy dynamometru.

Wyniki

Wskaźnik 2D:4D przyjmuje u badanych piłkarzy typowe dla mężczyzn wartości. Stwierdzono jednak słabe związki formuły palców z cechami budowy somatycznej oraz z niektórymi komponentami sprawności motorycznej.

Summary

The ratio of the finger's length 2D: 4D shows sexual dimorphism. Males have a lower digit ratio in comparison to women. This is the result of the sex hormones –androgens. Researches indicate that high level of testosterone determines better strength, dexterity, greater force and tendency to aggression and to fight. These features are important to succeed sports. The studies have verified relationship digit ratio 2D:4D with body build and motor performance as well as results in sport. The published results are not conclusive with reference to the characteristics of fitness.

Aim of study

The aim of the study was examine if the value index 2D: 4D among Polish, young soccer players correlates with morphological features and level of motoric performance.

Material and methods

The researches are conducted in group of 38 soccer players from Sport Club Polkowice. The age of examined was 16-18 years old. The professional training was at least 6 years. There was measured digit ratio, basic anthropological features and motoric efficiency. There was used three motoric tests: sit-ups, standing long jump and flexibility.

Conclusion

Digit ratio indicates low relationship with the characteristics of the somatic construction and some components of the motoric performance.

Wstęp

W ostatnich latach ponowne zainteresowanie badaczy wzbudził znany już od XIX wieku [1] stosunek długości palców ręki 2D:4D. Obecnie wskazuje się jego szczególne znaczenie i możliwość wykorzystania do badań wielu aspektów biologicznych i psychologicznych u mężczyzn i kobiet.

Zwyczajowo płeć męska charakteryzuje się krótszym palcem drugim (2D) w stosunku do palca czwartego (4D), podczas gdy u kobiet relacja 2D:4D jest równa jeden, lub palec drugi jest dłuższy niż palec czwarty [2,3]. Jak dowodzą badania, jest to wynik działania prenatalnych hormonów płciowych, odpowiedzialnych za kształtowanie się tego wskaźnika [4,5].

Niskie stężenie testosteronu, przy jednoczesnym wysokim stężeniu estrogenów podnosi jego wartość, czyniąc układ palców bardziej kobiecym, typowym dla płci żeńskiej. Natomiast wysokie stężenie testosteronu przy równoczesnym niskim stężeniu estrogenów, obniża wartość stosunku długości palców, stanowiąc go charakterystycznym układem dla płci męskiej [5, 6, 7].

W wyniku publikacyjnego ożywienia powstało wiele badań dotyczących powiązań formuły palców 2D:4D z różnymi aspektami związanymi ze zdrowiem człowieka, jego cechami fizycznymi i behawioralnymi. Pojawiły się liczne prace przedstawiające zależność między wskaźnikiem palców 2D:4D a orientacją seksualną [8, 9], zapadalnością na choroby, jak rak piersi u kobiet czy autyzm [10], poziomem agresji [11], zdolnościami muzycznymi [12] i poznawczymi u mężczyzn oraz kobiet [13].

Dotychczasowe badania wskazują, że wysoki poziom testosteronu, przejawiający się w niższej wartości ilorazu palców, determinuje lepszą wytrzymałość, zręczność, większą siłę oraz skłonność do agresji i podjęcia walki. Cechy te są istotne w odnoszeniu sukcesów sportowych. Poszukiwano zatem zależności formuły palców z budową ciała, sprawnością motoryczną i osiąganymi wynikami w sporcie, jednak badania tego typu nie są zbyt liczne, a ich wyniki nie zawsze są zgodne.

Związek między 2D:4D a osiągnięciami sportowymi badali m.in. Manning i Taylor [10], którzy dowiedli, że mężczyźni z niższym ilorazem palców w porównaniu do mężczyzn, którzy ten iloraz mieli wyższy, odnosili większe sukcesy sportowe i wykazywali lepsze zdolności wzrokowo-przestrzenne. Także badania piłkarzy nożnych wskazały, że zawodnicy pierwszoligowi mieli niższy wskaźnik 2D:4D, niż rezerwowi i gracze słabszych lig. Pokrywka i współl. [14] badali formułę palców w grupie elitarnych sportowców jak i osób

trenujących rekreacyjnie. Najlepsi zawodnicy posiadali wyższy wskaźnika palców 2D:4D niż gracze, którzy nie odnosili sukcesów. Podobne rezultaty prezentują Tester i Campbell [15], którzy wykazali ujemną relację 2D:4D z osiągnięciami sportowymi u piłkarzy nożnych, rugbistów i koszykarzy. Dodatkowo w grupie graczy rugby stwierdzono mocniejszą budowę ciała i większą liczbę prób zdobycia przyłożenia (punktów) u zawodników z niższym wskaźnikiem niż tych, którzy ten wskaźnik mieli wyższy.

Jak wynika z powyższych informacji, opisywane wyniki badań dotyczące formuły palców 2D:4D mężczyzn uprawiających sport rzadko dotyczą poszczególnych aspektów motoryczności. Ponadto są prowadzone wśród zawodników wywodzących się z różnych populacji, które jak wiadomo mogą cechować się specyficznym ukształtowaniem tego wskaźnika [16, 17]. Brak jest także dostatecznych danych dotyczących powiązań wskaźnika palców z budową somatyczną sportowców. Wiedza na ten temat mogłaby ukierunkować proces selekcji do poszczególnych dyscyplin i zoptymalizować trening pod kątem predyspozycji zawodnika.

Cel

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie, czy w populacji polskiej, wśród młodych piłkarzy nożnych, wartość wskaźnika 2D:4D wykazuje powiązania z cechami budowy morfologicznej i poziomem sprawności motorycznej.

Materiał i metody badawcze

Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów antropometrycznych oraz sprawności motorycznej piłkarzy nożnych (n=38) Klubu Sportowego Polkowice. Wiek badanych mieści się w przedziale 16-18 lat. Ich staż zawodniczy wynosi co najmniej 6 lat.

Za pomocą antropometru firmy GPM Anthropological Instruments zmierzono wysokość ciała (B-v), długość kończyn dolnych (B-tro) i górnych (a-da3), wysokość siedzeniową (B-v_s), siąg boczny (da3-da3). Do pomiarów szerokościowych wykorzystano cyrkiel kabłąkowy tej samej firmy. Zmierzono cięciwy tułowia: szerokość barków (a-a) i szerokość bioder (ic-ic). Dodatkowo zostały zmierzone szerokości nasad kostnych: szerokość łokcia (cl-cm) i szerokość kolana (epl-epm). Wykonano pomiary obwodów ciała: klatki piersiowej, pasa, ramienia w napięciu i w spoczynku, bioder, maksymalny podudzia. Przy użyciu tkankomierza typu Harpenden zmierzono fałdy skórno-tłuszczowe (pod łopatką, nad tricepsem, na bicepsie, nad grzebieniem biodrowym, na brzuchu, na podudziu). Pomiar masy ciała wykonano przy użyciu wagi elektronicznej.

U wszystkich badanych osób zmierzono także długość drugiego i czwartego palca prawej i lewej ręki za pomocą suwmiarki analogowej z dokładnością do 0,01 mm. Pomiar wykonano od punktu dactylion (da) do punktu pseudophalangion (pph). Długość każdego palca zmierzono trzykrotnie i obliczono średnią. Na podstawie tych wartości wyliczono wskaźnik 2D:4D dla ręki prawej i lewej według wzoru:

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

Do oceny sprawności motorycznej badanych wykorzystano następujące próby motoryczne: skłon w przód w siadzie, skok w dal z miejsca i siady z leżenia. Próby zostały przeprowadzone zgodnie z procedurą testu Eurofit (1993). Dodatkowo wykonano pomiar siły ścisku ręki przy pomocy dynamometru.

Dla wszystkich mierzonych cech obliczono podstawowe wielkości statystyczne. Różnice długości palców między prawą i lewą ręką oceniono testem t-Studenta dla grup zależnych. Do oceny powiązań między wskaźnikiem 2D:4D wykorzystano współczynnik korelacji Pearsona.

Wyniki

Wyniki pomiarów długości palców w prawej i lewej ręce są zróżnicowane (tab. 1). Długość drugiego palca jest istotnie większa w prawej ręce ($p=0,002$), natomiast czwarty palec nie różni się istotnie w obu rękach ($p=0,233$). Wskaźnik 2D:4D jest także istotnie większy dla prawej ręki ($p=0,003$). Wszystkie analizowane cechy charakteryzują się małą zmiennością wewnątrzgrupową.

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
2D (prawy)	74,075	65,560	80,780	3,875	5,2
4D (prawy)	75,608	67,340	83,290	3,994	5,3
2D (lewy)	73,561	65,460	81,470	3,878	5,3
4D (lewy)	75,753	67,580	84,880	4,155	5,5
2D:4D (prawy)	0,980	0,928	1,041	0,027	2,7
2D:4D (lewy)	0,971	0,914	1,028	0,021	2,2

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna długości palców i wskaźnika 2D:4D

Wskaźnik BMI w badanej grupie wskazuje na prawidłowe relacje wagowo-wzrostowe badanych piłkarzy i przyjmuje średnią wartość równą $21,79 \pm 2,4$.

Badane cechy długościowe i szerokościowe wykazują małą lub umiarkowaną zmienność wewnątrzgrupową (tab.2). W przypadku masy ciała stwierdzono większe zróżnicowanie międzyosobnicze.

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
masa	67,7	51,8	95	9,8	14,5
B-v	176,0	163,2	190,2	6,6	3,7
a-da3	79,5	73	88,3	3,8	4,8
B-tro	93,7	85,7	107	4,8	5,1
B-v _s	91,5	80,1	99,8	4,8	5,2
da3-da3	177,0	164,6	189,5	7,0	3,9
a-a	38,6	33,6	42	1,8	4,6
ic-ic	26,4	23	30,2	1,6	6,1
cl-cm	6,9	6,1	8	0,4	5,4
epl-epm	9,2	8,3	10,2	0,5	5,3

Tabela 2. Charakterystyka statystyczna masy ciała oraz cech długościowych i szerokościowych

Także obwody ciała wykazują zmienność umiarkowaną (tab.3). Natomiast fałdy skórno-tłuszczowe charakteryzuje duża zmienność międzyosobnicza (tab.4).

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
Ob.kl.p. (spocz.)	84,2	72,0	101,0	6,7	8,0
Ob.kl.p. (wdech)	89,2	79,0	106,0	6,3	7,0
Ob.kl.p. (wydech)	82,7	72,0	100,0	6,0	7,3
Ob. pasa	72,8	63,0	88,0	5,3	7,2
Ob. ram (spocz.)	26,3	21,0	33,0	2,7	10,4
Ob. ram. (nap.)	29,1	23,0	36,0	3,0	10,4
Ob. bioder	91,5	34,5	111,0	11,0	12,1
Ob. podudzia	36,0	31,0	42,0	2,6	7,3

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna obwodów ciała

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
Fałd pod łop.	8,2	6,0	14,0	1,6	19,9
Fałd na bicepsie	3,5	2,2	5,2	0,8	23,7
Fałd na tricepsie	7,1	4,0	17,0	2,2	31,3
Fałd przedram.	3,2	2,0	5,8	0,8	25,4
Fałd grzeb. biodr.	8,7	4,2	22,0	3,2	37,3
Fałd brzucha	9,7	4,8	27,0	4,5	46,0
Fałd podudzia	4,5	3,0	7,6	1,1	23,6

Tabela 4. Charakterystyka statystyczna fałdów skórno-tłuszczowych

Wyniki przeprowadzonych prób motorycznych prezentuje tabela 5. Największą zmiennością cechuje się gibkość, natomiast w przypadku skoku w dal z miejsca uzyskiwane wyniki są mniej zróżnicowane.

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
Siła ścisku (prawa)	37,8	19,0	64,0	7,8	20,6
Siła ścisku (lewa)	36,6	16,5	59,0	7,8	21,2
Siady z leżenia	31,2	17,0	40,0	4,7	14,9
Skok w dal	2,2	1,9	2,6	0,2	6,7
Gibkość	24,4	3,0	36,0	7,9	32,5

Tabela 5 . Charakterystyka statystyczna wyników prób motorycznych.

Wartości współczynników korelacji prostej Pearsona pomiędzy wskaźnikiem 2D:4D a pozostałymi cechami są z reguły nieistotne statystycznie (tab.6). Jedyną istotną zależność odnotowano z wynikiem próby gibkości. Dodatni znak wskazuje, że im większy wskaźnik palców, tym lepsza gibkość.

Zmienna	2D:4D (Prawa)	2D:4D (Lewa)	Zmienna	2D:4D (Prawa)	2D:4D (Lewa)
masa	0,09	0,16	Ob. ram. (nap)	0,00	0,11
B-v	-0,09	0,00	Ob. bioder	-0,24	-0,08
a-da3	-0,17	-0,16	Ob. podudzia	0,22	0,28
B-tro	0,10	0,15	Fałd pod łop.	0,08	0,12
B-v _s	-0,20	-0,16	Fałd na bicepsie	0,13	0,12
da3-da3	-0,06	0,01	Fałd na tricepsie	0,02	0,04
a-a	0,04	0,20	Fałd przedram.	-0,06	-0,11
ic-ic	0,01	0,19	Fałd grzeb. biodr.	0,01	0,08
cl-cm	-0,25	-0,17	Fałd brzucha	-0,02	0,03
epl-epm	0,05	0,08	Fałd podudzia	0,05	0,05
Ob.kl.p. (spocz.)	0,12	0,24	Siła ścisku (prawa)	-0,21	0,05
Ob.kl.p. (wdech)	0,07	0,21	Siła ścisku (lewa)	-0,11	0,11
Ob.kl.p. (wydech)	0,10	0,22	Siady z leżenia	0,09	0,19
Ob. pasa	0,09	0,14	Skok w dal	-0,12	-0,03
Ob. ram (spocz.)	0,07	0,16	Gibkość	0,45	0,35

Tabela 6. Wartości współczynników korelacji wskaźnika palców prawej i lewej ręki z badanymi cechami budowy morfologicznej i sprawności motorycznej (pogrubioną czcionką oznaczono wartości istotne statystycznie)

Dyskusja

W badaniach własnych średnia wysokość ciała piłkarzy ($175,98 \pm 6,6$) jest nieco mniejsza od średniej wartości młodych mężczyzn w Polsce ($178,5 \pm 6,6$ cm) [18]. Analizowane cechy somatyczne wskazują na znaczne podobieństwo badanych sportowców do różnych zespołów piłkarskich [19,20,21]. Wskaźnik BMI klasyfikuje zawodników w obszarze prawidłowych relacji wagowo-wzrostowych. Wyniki te świadczą zatem, że grupa prezentuje typową dla swojej populacji budowę somatyczną. W przypadku cech długościowych,

szerokościowych oraz obwodów ciała grupa piłkarzy wykazuje umiarkowane zróżnicowanie. Nieco większe różnice międzyosobnicze stwierdzono dla masy ciała i fałdów skórno – tłuszczowych.

W odniesieniu do formuły palców 2D:4D wyniki analiz własnych są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami w tym obszarze badań [8,22,23]. Potwierdzono istotne statystycznie różnice wskaźnika palców w ręce prawej w porównaniu z ręką lewą. Średnie wartości tego wskaźnika są mniejsze od jeden, co oznacza, że drugi palec jest krótszy od czwartego i stanowi charakterystyczny układ dla płci męskiej.

W niniejszych badaniach nie stwierdzono znaczących powiązań formuły 2D:4D z cechami budowy somatycznej. Warto jednak zwrócić uwagę na ujemny znak współczynnika korelacji pomiędzy wartością 2D:4D a długością korpusu ciała. Zależność ta oznacza, że im mniejszy wskaźnik palców (układ męski), tym dłuższy korpus. Nie są to typowe zależności dla mężczyzn, ponieważ w przeciwieństwie do kobiet, charakteryzują się oni dłuższymi kończynami dolnymi w stosunku do tułowia. W przypadku piłkarzy nożnych ujemna korelacja wskaźnika 2D:4D z korpusem jest uzasadniona, ponieważ pożądany w tej dyscyplinie jest dłuższy korpus, który powoduje obniżenie środka ciężkości, co poprawia utrzymanie równowagi w trakcie częstych zmian kierunku biegu, zatrzymań i startów.

Dotychczasowe analizy wskazywały, że istnieje zależność pomiędzy formułą palców a poziomem sprawności motorycznej. Honekopp i Schuster [24] oraz Manning'a i wsp. [25] wykazali, że niskie wartości ilorazu 2D:4D korelujące z wysokim poziomem testosteronu, odzwierciedlają lepsze funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego. Stąd też związek tego wskaźnika z wytrzymałością biegową, która jest niezmiernie istotna w przypadku piłkarzy nożnych, pokonujących długie dystanse na murawie. Do podobnych wniosków doszedł [26] Longman i wsp., badający wydolność wioślarzy. Tu także zaobserwowano, że niższe wartości formuły palców związane są z lepszą wydolnością zawodników. Dodatkowo stwierdzono ujemną korelację ilorazu 2D:4D z podstawową cechą morfologiczną, jaką jest wysokość ciała.

W badaniach własnych wyniki przeprowadzonych analiz dowodzą, że jedyną istotną zależność ze wskaźnikiem palców wykazuje gibkość. Wzrost wartości wskaźnika 2D:4D jest związany z wyższym jej poziomem. Jak wiadomo większa gibkość jest charakterystyczna dla kobiet. Zatem uzyskane rezultaty potwierdzają opisywane powyżej tendencje dotyczące związku kobiecej budowy z tym elementem motoryczności [27]. Nie stwierdzono natomiast powiązań między wskaźnikiem palców a wynikami prób motorycznych oceniających siłę mięśni tułowia i zdolności szybkościowo-siłowe. Wynika to prawdopodobnie ze specyfiki grupy, która wykazuje dużą jednorodność w obrębie tych cech. Dość zaskakujący jest także

brak istotnych powiązań formuły palców z budową ciała. Należy przypuszczać, że na taki wynik może mieć wpływ mała liczebność i specyfika grupy. Badani piłkarze znajdują się w okresie dorastania, co sprawia, że nie osiągnęli jeszcze ostatecznych wielkości cech somatycznych. Z drugiej strony zawodnicy ci reprezentują dość niski poziom sportowy.

W świetle wyników badań własnych oraz wcześniejszych doniesień naukowych należy stwierdzić, że analizy wskaźnika 2D:4D u sportowców powinny opierać się na dużych grupach, jednorodnych pod względem zawansowania w rozwoju biologicznym.

Piśmiennictwo

1. Baker F. Anthropological notes on the human hand. *American Anthropologist*. 1888; 1: 51–76.
2. Krakowiak H. Čabrić M. Sokołowska E. Wskaźnik palców (2D:4D) a skład ciała u sportowców. *Medical and Biological Science*, 2013; 27(4):33-37.
3. Zheng Z., Cohn M.J. Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011;108(39): 16289–16294.
4. 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 estrogen. *Human Reproduction*. 1998; 13: 3000–3004.
5. 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.
6. 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; 32: 313–321.
7. Manning M. Kilduff L. 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.
8. Brown W.M. Finn C.J. Cooke B.M. Breedlove S.M. Differences in finger length ratios between self identified “butch” and “femme” lesbians. *Archives of Sexual Behavior*. 2002; 31: 123–127.
9. Terrance W.J. Pepitone M. E. Christensen S. E. Cooke B.M. Huberman A.D. Breedlove N. J. I wsp. Finger-length ratios and sexual orientation. 2000; 3: 455–456.
10. Manning JT. Baron-Cohen S. Wheelwright S. Sanders G. The 2nd to 4th digit ratio and autism. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2001; 43(3): 160-4.

11. Bailey A.A. Hurd P.L. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biological Psychology*. 2005; 68(3): 215–222.
12. Sluming M.Sc. Vanessa A. Manning J.T. Second to fourth digit ratio in elite musicians. *Evolution and Human Behavior*. 2000; 21: 1–9.
13. Poulin M. O’Connell R.L. Freeman L.M. Picture recall skills correlate with 2D:4D ratio in women but not men. *Evolution Human Behavior*. 2004; 26: 174–181.
14. Pokrywka L. Rachon D. Suchecka-Rachon K. Bitel L. The second to fourth digit ratio in elite and non-elite female athletes. *American Journal of Human Biology*. 2005; 17: 796–800.
15. Tester N. Campbell A. Sporting achievement: what is the contribution of digit ratio?. *Journal of Personality*. 2007; 75 (4): 663–677.
16. Manning J.T. Barley L. Walton J. Lewis-Jones D.I. Trivers R.L. Singh D. I wsp. The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success: evidence for sexually antagonistic genes?. *Evolution Human Behavior*. 2000; 21: 163–183.
17. Manning J.T. Stewart A. Bundred P.E. Trivers R.L. Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Human Development*. 2004; 80: 161–168.
18. Kulaga Z. Litwin M. Tkaczyk M. Rózdzyńska A. Barwicka K. Grajda A. i wsp. The height-, weight-, and BMI-for-age of Polish school-aged children and adolescents relative to international and local growth references. *BMC Public Health*. 2010; 10: 109.
19. Reilly T. Doran D. Fitness assessment. [in:] ed. Reilly T. Williams AM. *Science and Soccer*, London and New York. Routledge . Taylor & Francis Group. 2003; 21-47.
20. Gil SM. Gil J. Ruiz F. Irazusta A. Irazusta J. Anthropometrical characteristics and somatototype of young soccer players and their comparison with general population. *Biology of Sport*. 2010; 27: 17-24.
21. Hazir T. Physical Characteristics and Somatotype of Soccer Players according to Playing Level and Position. *Journal of Human Kinetics*. 2010; 26: 83-95.
22. Williams T.J. Pepitone M.T. Christensen S.E. Cooke B.M. Huberman A.D. Breedlove N.J. iwsp. Finger length patterns indicate an influence of fetal androgens on human sexual orientation. *Nature*. 2002; 404: 455.
23. McFadden D. Shubel E. Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Hormones and Behavior*. 2002; 42: 492–500.

24. Hönekopp J. Anthropometric Digit Ratio 2D:4D and Athletic Performance, 2012; 1857-1864.
25. Manning J.T. Morris L. Caswell N. Endurance running and digit ratio (2D:4D): Implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. American Journal of Human Biology. 2007; 19: 416-421.
26. 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.
27. Osiński W. Antropomotoryka. AWF Poznań; 2000.