

여자 국가대표 선수의 검지-약지 비와 공격성 연관 종목 특징의 관계*

신아영¹⁾ · 이유상²⁾ · 채정호^{3)†}

A Relationship between 2nd to 4th Digit Length Ratio and Aggression Related-Sports Entries Characteristics in Female Athletics of Korean National Teams*

A Young Shin, M.A.,¹⁾ Yu Sang Lee, M.D., Ph.D.,²⁾ Jeong Ho Chae, M.D., Ph.D.^{3)†}

ABSTRACT

Objectives : The 2nd to 4th digit length ratio(2D : 4D) is a sexually dimorphic trait regardless of ethnicity and shows sex differences. According to previous research, men usually have a relatively shorter 2nd digit than 4th digit. There is tendency that men with lower 2D : 4D are perceived as being more masculine and tend to perform better in some physical sports. Furthermore, 2D : 4D is negatively associated with trait aggression. In this study, we examine gender difference of 2D : 4D and compare 2D:4D of female Korean national team members to 2D : 4D of control subjects. Besides that, we also compare 2D : 4D of female Korean national team members according to their sports entries.

Methods : The sample of this study is 396 people, 67 female Korean national team member, 216 control women and 113 control men. We measured 2nd to 4th digit length of their right hand. In addition, we collected demographic information of female Korean national team members using a self-report questionnaire.

Results : The mean 2D : 4D of female Korean national team members is 0.96(SD=0.04), smaller than control women's 2D : 4D(0.97, SD=0.03) and significantly higher than control men's 2D : 4D(0.95, SD=0.03). We also found differences between control men and women. Non-martial arts related sports athletes have significant difference with control men in 2D : 4D. However, martial arts related sports athletes' 2D : 4D is not significantly different from other groups, including control men.

Conclusion : These results are consistent with the findings of previous research that there is a significant difference between men and women in their 2D : 4D. Furthermore, 2D : 4D of martial arts related sports athletes have not shown any difference from the 2D : 4D of control men that 2D : 4D of non-martial arts related athletes have shown. This fact is important in consideration of masculine characteristics. For further research, it is ne-

*본 연구는 한국연구재단 기본연구사업(과제번호 2009-0073189)의 지원 및 한국방송공사의 지원에 의하여 이루어진 것임.

¹⁾가톨릭의과학연구원 *Catholic Research Institutes of Medical Science, Seoul, Korea*

²⁾용인정신병원 *Yong-In Mental Hospital, Yongin, Korea*

³⁾가톨릭대학교 의과대학 정신과학교실

Department of Psychiatry, The Catholic University of Korea, College of Medicine, Seoul, Korea

†교신저자 : 채정호, 137-701 서울 서초구 반포동 505번지

전화) (02) 2258-6083, 전송) (02) 594-3870, E-mail) alberto@catholic.ac.kr

cessary to examine 2D : 4D difference according to sport ability and gender differences.

KEY WORDS : Finger length · 2D : 4D · National team · Female athletes · Sexual differences.

서 론

검지(second digit, 이하 2D)와 약지(fourth digit, 이하 4D) 길이의 비(2D : 4D)는 종과 인종의 차이와 관계 없이 성을 구분해주는 특성(sexually dimorphic traits)으로 남성이 여성보다 그 비가 더 낮게 나타난다고 알려져 있다.¹⁾ 즉, 일반적으로 남성의 경우에는 약지가 검지에 비하여 길고 여성의 경우에는 약지와 검지의 길이가 비슷하다. 이 비는 약 2세 정도에는 확고하게 고정되며 대략 임신 후 약 14주 정도에 그 비가 결정된다고 한다.¹⁻⁶⁾ 검지-약지 길이 비는 남성과 여성 모두에게 있어서 태내기의 테스토스테론과 역상관이 있으며 에스트로겐과는 정상관을 나타내고 있다는 점에서 태아기의 성호르몬 수준을 반영하고 있는 중요한 표지자(marker)의 역할을 할 가능성이 있다고 제안되고 있다. 특히 검지-약지 길이 비는 출생 후의 호르몬 수준의 변화나 키와 같은 신체 발달에 영향을 받지 않기 때문에 생애 초기에서부터 고정적으로 다른 요소들에 비해 정확하게 태내기의 성호르몬 수준을 예측할 수 있다고 한다.⁴⁾

검지-약지 길이 비와 관련한 연구들은 손가락에서 검지-약지 길이 비가 성에 따라서 상당한 차이를 나타내고 뇌와 신체, 행동 등에서 나타나는 성차와 더불어 태아기의 성호르몬에 대한 노출 정도와 관련이 깊다는 점을 제안하고 있다. 일반적으로 여성의 경우에는 검지-약지 길이 비가 1에 가까운 반면, 남성은 전형적으로 여성보다 낮은 비율을 보인다는 연구 결과가 지속적으로 보고되고 있다.³⁾ 부모의 검지-약지 길이 비와 자녀들의 검지-약지 길이 비가 상관성이 있다는 연구와 어머니의 허리와 엉덩이의 비가 자녀들의 검지-약지 길이 비와도 역상관이 있었다는 보고⁷⁾는 검지-약지 길이 비의 유전 경향성을 시사한다. 또한 낮은 검지-약지 길이 비를 가진 어머니의 양수에는 높은 수준의 테스토스테론이 포함되어 있었고⁸⁾ 태아기의 안드로젠 수준과 연관이 높은 선천성 부신피질증식증(congenital adrenal hyperplasia)을 가진 아동이 대조 집단에 비해 낮은 검지-약지 길이 비를 가진다⁹⁾는 결과도 보고되고 있다. 이와 같은

연구들은 검지-약지 길이 비가 태아기의 성호르몬 수준을 반영하는 지표라는 점을 지지한다고 할 수 있겠다.

최근 검지-약지 길이 비와 관련된 연구는 단순히 그 성차를 확인하는 수준을 넘어 인간이 가지고 있는 신체적, 심리적 특성과 검지-약지 길이 비와의 관계에 대해서 다양한 연구결과를 제시하고 있다. 언어적 능력,¹⁰⁾ 신체적 공격성,¹¹⁾ 운동 능력,¹²⁾ 공간 지각력¹²⁾을 비롯하여 성적 파트너 수와 구애 행동의 빈도, 생식 능력 및 심리적 장애에 이르기까지 검지-약지 길이 비가 인간 행동과 특정한 관련성을 보이고 있다고 한다.⁴⁾ 운동 능력에 대한 Manning과 Taylor¹²⁾의 연구에서 남성들을 대상으로 한 검지-약지 길이 비의 연구결과, 낮은 검지-약지 길이 비를 가진 남성이 운동에서 더 높은 성취도를 보이며 시공간활용능력의 하나인 심적 회전(mental rotation)도 높은 것으로 나타났다. 또한 프로축구선수들은 대조 집단에 비해 더 낮은 수준의 검지-약지 길이 비를 보였으며 국가대표 선수인 경우에는 국가대표 선수가 아닌 선수들보다 낮은 검지-약지 길이 비를 가지고 있었다고 보고하였다. 이 연구자들은 태아기와 성인기의 테스토스테론은 운동과 남성적 쟁투(male fighting)에 도움이 되는 특성들을 발달시키고 유지하는 것으로 보인다고 주장하였다.

공격성과 검지-약지 길이 비의 연관성을 알아보려고 진행된 Bailey와 Hurd¹³⁾의 연구는 검지-약지 길이 비가 낮은 남성은 더 공격적인 성향이 있으며 여성의 경우에는 검지-약지 길이 비와 공격성의 상관성이 나타나지 않았다고 보고하였다. 또한 검지-약지 길이 비가 단순히 신체적 공격성뿐만 아니라 대담성 혹은 위험을 무릅쓰는 능력과도 관련이 있는 것으로 보인다. 검지-약지 길이 비와 증권 투자자의 장기적 이익과 관련된 연구¹⁴⁾에서 검지-약지 길이 비가 증권 투자자들의 장기적 이익과 근속기간을 예측할 수 있으며 주식 시장의 변동성에 대한 민감성 또한 예측 가능하다고 하였다. 이와 같은 결과는 낮은 검지-약지 길이 비를 가진 투자자가 위험한 상황을 선호하고 더욱 잘 대처할 수 있는 능력을 가지며 더 공격적인 투자를 통해 높은 수익률을 낼 수 있었다는 것을 시사한다.

본 연구에서는 기왕의 연구 결과를 바탕으로 하여 대한민국 성인을 대상으로 남성과 여성의 검지-약지 길이 비의 차이를 확인하였다. 또한 스포츠에 있어서의 공격성과 관련된 연구¹⁵⁾¹⁶⁾에서는 공격성을 다른 비공격적인 목적을 위해 상대방에게 위해나 부상을 입힐 수 있는 적극적이고 경쟁적인 행동으로 정의하고 있고, 경기에서 상대 선수와의 신체적 접촉이 있는 종목의 선수가 그렇지 않은 종목의 선수에 비해 공격성과 정성관을 나타낸다는 연구¹⁵⁾¹⁶⁾를 근거로 여자 국가대표 선수들의 종목에 따라 격투기와 일반 종목으로 구분하여 종목의 공격성에 따른 검지-약지 길이 비를 비교하였다.

방 법

1. 대 상

연구 대상자들은 총 396명으로, 여자 국가대표 선수 67명, 대조군 여자 216명, 대조군 남자 113명으로 구성되었다. 이들을 대상으로 오른손의 검지-약지 길이 비를 측정하였으며 국가대표 선수들을 대상으로는 인구통계학적 정보에 관한 내용으로 구성된 자기보고식 설문지를 작성하도록 하였다. 국가대표 선수의 평균 나이는 만 21.15(3.72)세였으며 격투기 종목 24명, 비격투기 종목 43명이었다. 격투기 종목에는 유도과 레슬링 선수가, 비격투기 종목에는 리듬체조, 기계체조, 육상, 배드민턴, 역도, 양궁 선수들이 분석에 포함되었다. 국가대표 선수들의 성적은 해외우승, 국내우승, 우승성적 없음으로 구분하여 분석하였다. 해외우승 선수는 10명(14.9%), 국내우승 선수는 46명(68.7%), 우승성적이 없는 선수는 11명(16.4%)이었다. 국가대표 선수들의 종목별 인원과 검지-약지 길이 비 등은 표 1에 제시하였다.

2. 도 구

1) 검지-약지 길이 비

손가락 길이는 오른손의 검지와 약지 길이를 측정하였다. 손바닥이 보이는 상태의 손을 바닥에 붙인 상태에서 엄지 손가락은 벌리고 나머지 네 손가락은 모은 상태로 두고 1 : 1 비로 전산 스캔한 자료를 사용하였다. 취합된 사진으로 손가락의 가장 아래쪽 주름(proximal crease)부터 손가락 끝(finger tip)까지의 길이를 측정하는 방법을 이용하였다. 길이 측정은 vernier caliper를 이용하여 0.01mm 단위까지 검지와 약지의 길이를 직접 측정하여 기록하였으며 검지의 길이를 약지의 길이로 나누어 검지-약지 길이 비를 산출하였다.

3. 통계처리

참가자들의 검지-약지 길이 비의 기술통계분석 및 성차를 확인하기 위한 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며 유의수준은 0.05 수준으로 설정하여 분석하였다.

결 과

분석 결과 여자 국가대표 선수들의 검지-약지 길이 비의 평균은 0.963(SD=0.04)로 일반 여성의 0.970(SD=0.08)보다는 낮고 일반 남성의 0.945(SD=0.03)보다는 높게 나타났다(표 2). 국가대표 선수들을 격투기 종목과 비격투기 종목으로 나누어본 결과 격투기 선수들의 평균은 0.955(SD=0.04), 비격투기 선수들의 평균은 0.968(SD=0.04)이었다. 선수들의 성적을 해외우승, 국내우승, 우승성적 없음으로 구분하였을 경우에는 각각의 검지-약지 길이 비의 평균은 각각 0.974(SD=0.03),

Table 1. The numbers of female Korean national team athletes according to their sport entries and the ratio of 2nd digit and 4th digit (2D : 4D)

Sport	2D : 4D Mean(SD)	Sport	2D : 4D Mean(SD)	n(%)
Martial art related	0.955(0.037)	Judo	0.960(0.048)	17(25.4)
		Wrestling	0.944(0.041)	7(10.4)
		Rhythmic gymnastics	0.935(0.048)	8(11.9)
		Track and field	0.960(0.039)	6(9.0)
Non-martial art related	0.968(0.044)	Weight lifting	0.967(0.023)	7(10.4)
		Badminton	0.986(0.046)	18(26.9)
		Apparatus gymnastics	0.978(-)	1(1.5)
		Archery	0.960(0.036)	3(4.5)

Table 2. Comparison of female Korean national team athletes, control women and control men in the ratio of 2nd digit and 4th digit (2D : 4D)

	2D : 4D Mean (SD)		Mean difference	SE
National team athletes	0.963(0.04)	Control women	-0.007	0.005
		Control men	0.018*	0.006
Control women	0.970(0.08)	National team athletes	0.007	0.005
		Control men	0.025*	0.004
Control men	0.945(0.03)	National team athletes	-0.018*	0.006
		Control women	-0.025*	0.004

* : p<0.05

Table 3. Comparison of non- martial art related sport, martial art related sport, control women and control men in 2D : 4D

	2D : 4D Mean (SD)		Mean difference	SE
Non-Martial art related sport	0.968(0.04)	Martial art related sport	0.013	0.010
		Control women	-0.003	0.006
		Control men	0.023*	0.007
Martial art related sport	0.955(0.04)	Non-martial art related sport	-0.013	0.010
		Control women	-0.015	0.008
		Control men	0.010	0.008
Control women	0.971(0.04)	Non-martial art related sport	0.003	0.006
		Martial art related sport	0.015	0.008
		Control men	0.025*	0.004
Control men	0.945(0.03)	Non-martial art related sport	-0.023*	0.007
		Martial art related sport	-0.010	0.008
		Control women	-0.025*	0.004

* : p<0.05

0.963(SD=0.04), 0.950 (SD=0.04)이었다.

검지-약지 길이 비의 성차를 알아보기 위해 대조군 여성 그리고 대조군 남성의 검지-약지 길이 비를 비교해본 결과 각 집단간 차이가 유의하였다($F_{(2, 393)}=16.87, p<0.00$). 국가대표 선수와 대조군 여성의 검지-약지 길이 비의 차이는 통계적으로 유의하지 않았으나($p=0.53$) 대조군 남성과는 여자 국가대표 선수($p<0.00$)와 대조군 여성($p<0.00$) 모두 차이가 유의한 것으로 나타났다(표 3).

국가대표 선수들을 격투기 종목과 비격투기 종목으로 나누어 분석해보았을 때 비격투기 종목 선수는 대조군 남성과의 차이가 유의($p<0.05$)하였으나 격투기 선수는 어떤 집단과도 차이가 유의하지 않았다.

고 찰

검지-약지 길이 비와 성차에 관한 기존의 연구들을 살

펴보면 Manning 등²⁾의 연구에서는 영국과 스페인, 폴란드, 헝가리, 독일, 자메이카, 핀란드, 남아프리카의 줄루족 및 인도 등에서 남성 674명과 여성 775명을 대상으로 오른손의 검지-약지 길이 비를 측정된 결과, 남성이 여성보다 검지-약지 길이 비의 평균치가 낮았으며 둘째와 넷째 손가락의 비의 차이는 평균적으로 0.2이었다. Manning 등¹⁷⁾의 남성 234,320명, 여성 120,785명으로 총 255,116명을 대상으로 한 연구에서도 오른손의 검지-약지 길이 비의 평균이 남성은 0.98, 여성은 0.99로 나타나 기존의 연구 결과와 동일하게 남성의 검지-약지 길이 비가 여성의 검지-약지 길이 비보다 낮게 나타났다. 국내에서도 Choi와 Kwon¹⁸⁾이 남녀 중고등학생을 대상으로 한 연구에서도 남학생과 여학생의 검지-약지 길이 비 평균은 각각 0.95(± 0.03)과 0.99(± 0.04)로 나타났으며 왼손과 오른손 및 평균에서 여학생의 검지-약지 길이 비가 유의하게 높았다. 본 연구에서는 대

한민국 성인 여자 216명, 성인 남자 113명, 여자 국가대표 선수 67명을 대상으로 손바닥 쪽의 근위 주름살을 통해 손가락 길이를 측정하여 둘째와 넷째 손가락의 비(검지-약지 길이 비)의 남녀 간 성차를 알아보려고 하였다. 우선 일반 성인 여성 집단의 검지-약지 길이 비는 0.97(SD=0.04)로 일반 남성의 0.95(SD=0.03)보다 0.02 낮게 나타나 Manning 등이 보고한 것과 같이 검지-약지 길이 비의 남녀 성차를 확인할 수 있었다(그림 1). 특히 Manning 등¹⁾의 각 민족의 검지-약지 길이 비를 비교해 본 연구에서 전반적인 남녀 검지-약지 길이 비의 평균 성차가 0.02라고 보고한 것과 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

공격성과 관련하여 여자 국가대표 선수들을 격투기 종목과 비격투기 종목으로 나누어 분석해보았을 때 비격투기 종목 선수는 일반 남성과의 차이가 유의(p<0.05) 하였으나 격투기 선수는 어떤 집단과도 차이가 유의하지 않게 나타났다(그림 2). 이런 결과는 여성의 검지-약지 길이 비와 공격성에 관련성이 나타나지 않았다는 Bailey와 Hurd¹³⁾의 연구 결과와 비슷한 결과라고 할 수 있겠으나 비격투기 종목의 여성은 남성과는 확실히 차이가 있으나 격투기 종목의 여성은 남성과 차이가 없

다는 것으로도 유추할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점은 첫째, 대조군으로 사용된 일반 성인의 정확한 인구통계학적 정보를 수집하지 못했다는 점이다. 여자 국가대표 선수들의 평균 나이가 20.92(SD=3.26)인 반면 일반 성인 여성의 평균 나이는 알 수 없어 정확한 비교가 어려웠다. 그러나 검지-약지 비는 약 2세 정도에는 확고하게 고정되는 것으로 알려져 있으므로 연령이 큰 영향을 주지는 않을 것이다.¹⁻⁶⁾ 또한, 범죄유무와 같이 공격성에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대한 정보가 부족하여 이와 관련한 통제가 부족했다.

둘째, 본 연구에서는 오른손의 검지-약지 길이 비만을 측정하였는데 Trivers 등¹¹⁾의 초등학생을 대상으로 한 공격성 연구에 의하면 오른손의 손가락 비율에서 왼손의 비율을 뺀 값을 조사했을 때 오른손의 손가락 비율이 낮은 여학생이 공격적 행동을 많이 보인 것으로 나타났다. 그러나 남학생의 경우에는 양손의 손가락 비율의 차이와 공격성 간의 관련성은 발견되지 않았다. 본 연구에서의 데이터 수집 과정에서는 왼손의 검지-약지 길이 비는 측정하지 않았기에 이와 관련한 분석이 이루어질 수 없었다. 그러므로 이후에 진행될 연구에서는 양손의 검지-약지 길이 비를 조사하여 분석하여 공격성과의 관련성을 연구하는 것도 필요할 것이다.

셋째, 국가대표 선수의 공격성을 명확히 측정하는 과정이 없었다는 점이다. 공격성과 손가락 길이의 관계 분석을 위해서는 각 선수의 공격성 수준을 측정하는 것이 필요했으나 본 연구에서는 시행하지 못했다.

이전의 운동 능력과 관련된 연구에서 검지-약지 길이 비가 낮을수록 축구, 달리기, 스키 등의 운동 능력이 뛰어나며 체력도 우수한 것으로 보고되고 있다.⁴⁾ Hönekopp 등¹⁹⁾의 체육수업 성적과 검지-약지 길이 비와의 관련성을 살펴본 연구에서 남성들의 오른손 검지-약지 길이 비가 체육수업 성적과 역상관이 있는 것으로 나타났으며 여성의 경우에는 양손의 검지-약지 길이 비가 체육수업 성적과 역상관을 보였다. 이와 비슷하게 체력적 단련(physical fitness) 수준은 남성과 여성들의 검지-약지 길이 비와 부적 상관을 가지고 있다고 하였다. 여성의 운동능력과 검지-약지 길이 비의 관계를 살펴 본 Paul 등²⁰⁾의 연구에서는 수영, 사이클, 달리기, 체조, 테니스, 배드민턴, 스쿼시, 골프, 스키, 수영 등 총 12가지 종목에서 607명을 대상으로 분석해 본 결과 검지-약지 길이 비가 낮은 여성일수록 운동 능력이 뛰어난 것으로

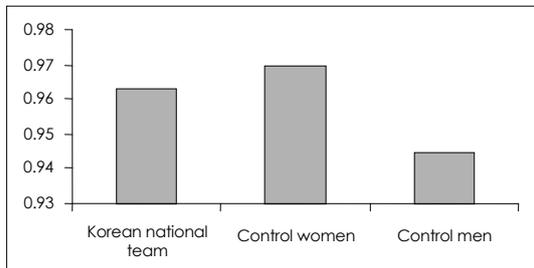


Fig. 1. 2D : 4D mean of female Korean national team members, control women and control men.

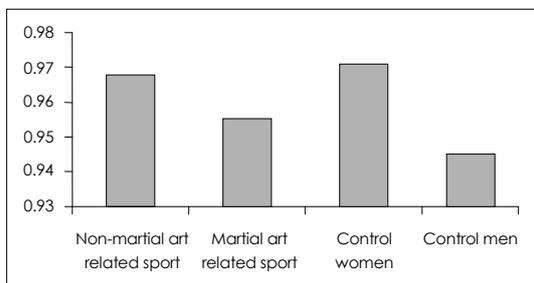


Fig. 2. 2D : 4D mean of Non-martial art related sport group, martial art related sport group of female Korean national teams, control women and control men.

나타났다. 따라서 국가대표 선수들 간의 분석 이외에 분석 대상을 국가대표 선수, 지역대표 선수, 일반인 등으로 다양화하거나 특정 종목을 정하여 운동 능력에 대한 평가를 실시한다면 운동 능력에 따른 검지-약지 길이 비 차이를 명확하게 평가해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

이 밖에도 검지-약지 길이 비는 태아기의 성호르몬 수준 및 민감도를 반영해주는 신체적 지표로써 인간의 행동과 언어 능력, 수리 능력, 공간 지각 능력, 음악 능력을 비롯하여 체력과 달리기 속도, 생식 능력 등과도 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.⁴⁾ 언어적 능력은 남성과 여성의 차이를 가장 안정적으로 보여주는 영역으로 대부분의 여성이 남성보다 뛰어난 언어적 능력을 가지는 것으로 보인다. 남녀 각각 100명을 대상으로 언어적 능력과 검지-약지 길이 비의 관계를 살펴본 연구 결과, 남녀 모두 언어적 능력과 검지-약지 길이 비는 정적 상관관이 있는 것으로 나타났다.¹⁰⁾ 또한 Manning 등²¹⁾은 생식 능력과 관련한 분석에서 검지-약지 길이 비가 낮은 남성이 더 높은 생식 능력을 가지고 있다고 보고하였다. 성적 행동과 관련한 Roney와 Maestripieri²²⁾의 연구에서는 검지-약지 길이 비가 낮은 남성일수록 여성이 매력적이라고 생각하는 경향이 있으며, 그런 남성의 경우에 여성에 대한 구애 행동 빈도가 더 높은 것으로 나타났다.

검지-약지 길이 비가 성격적 특성 과도 관련이 있다는 연구 결과들도 보고되고 있는데 성격의 다섯가지 요인과 검지-약지 길이 비의 연구²³⁾²⁴⁾에서는 검지-약지 길이 비와 외향성이 정상관율, 개방성과는 역상관관이 있는 것으로 나타났다. 청소년을 대상으로 한 연구에 따르면 외향성과 성실성이 양쪽 손의 검지-약지 길이 비와 정상관율을 보였다고 보고하였다.²⁵⁾ 심리적 장애, 특히 발달 장애와 관련해서도 검지-약지 길이 비는 특정한 상관성이 나타나고 있다. 낮은 검지-약지 길이 비는 자폐나 아스퍼거 증후군, 주의력 결핍 과잉행동장애, 난독증과 같이 남자 아이들에게서 더 많이 나타나는 장애와 연관이 있었다. 또한 이와는 반대로 높은 검지-약지 길이 비는 우울이나 섭식 장애와 같이 여성들이 많이 보이는 장애와 관련이 있으며 불안의 경우에는 높은 검지-약지 길이 비를 가진 남성이 낮은 검지-약지 길이 비를 가진 남성보다 더 높은 수준의 불안을 보고하였다.²⁶⁻²⁹⁾ 이에 더하여 최근에는 심장 질환, 유방암, 난소암 등의 성인병과 검지-약지 길이 비가 밀접한 관련이 있는 것

으로 알려져 있다.⁴⁾ 현재까지 국내에서는 검지-약지 길이 비와 관련한 연구는 정상 대조군에서는 남녀 간에 검지-약지 길이 비가 유의하게 차이가 있었지만 정신분열병 환자에서는 유의한 차이가 없어 태아기 성호르몬의 이상이 정신분열병 발병에 영향을 줄 수 있지 않을까 하는 것을 시사하는 결과 보고³⁰⁾ 등이 있을 뿐 극히 미미하다. 성차 및 성 관련 특성을 볼 수 있는 주요한 지표로서의 검지-약지 비에 대한 다양한 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 손가락 길이 · 2D : 4D · 국가대표팀 · 여자 운동 선수 · 성차.

참고문헌

1. Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and estrogen. *Hum Reprod* 1998;13:3000-3004.
2. Manning JT, Barley L, Walton J, Lewis-Johns DI, Trivers RL, Singh D, et al. The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences and reproductive success. Evidence for sexual antagonistic gene? *Evol Human Behav* 2000;21:163-183.
3. Manning JT, Stewart A, Bundred PE, Trivers RL. Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Hum Dev* 2004;80:161-168.
4. Manning JT. Digit ratio: a pointer to fertility, behavior, and health. 1st ed. New Jersey: Rutgers U Press;2002. p. 1-140.
5. Malas MA, Dogan S, Eveil EH, Desdiciglu K. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Hum Dev* 2006;82:469-475.
6. Manning JT. The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *J Sports Med Physical Fitness* 2002; 42:446-450.
7. Manning JT, Trivers RL, Singh D, Thornhill R. The mystery of female beauty. *Nature* 1999;399:214-215.
8. Manning JT, Trivers RL, Thornhill R, Singh D. The 2nd:4th digit ratio and asymmetry of hand performance in Jamaican children. *Laterality* 2000;5:121-132.
9. Okten A, Kalyoncu M, Yariş 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.
10. Halpern DF. Sex differences in cognitive abilities. 1st ed. London: Lawrence Erlbaum Associates;1992. p.93-97.
11. Trivers RL, Manning JT, Thornhill R, Singh D, McGuire M. The Jamaican Symmetry Project: long-term study of fluctuating asymmetry in rural Jamaican children. *Hum*

- Biol 1999;71:417-430.
12. **Manning JT, Taylor RP.** Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evol Hum Behav* 2001;22:61-69.
 13. **Bailey AA, Hurd PL.** Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in woman. *Biol Psychol* 2005;68:215-222.
 14. **Coates JM, Gurnell M, Rustichini A.** Second-to-fourth digit predicts success among high-frequency financial traders. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009;106:623-628.
 15. **Silva JM.** The perceived legitimacy of rule violating behavior in sport. *J Sport Psychol* 1983;5:438-448.
 16. **Keeler LA.** The differences in sport aggression, life aggression, and life assertion among adult male and female collision contact, and non-contact sport athletes. *J Sport Behavior* 2007;30:57-76.
 17. **Manning JT, Churchill AJ, Peters M.** The effects of sex, ethnicity, and sexual orientation on self-measured digit ratio (2D:4D). *Arch Sex Behav* 2007;36:223-233.
 18. **Choi KH, Kwon SO.** Sex differences in ratio of the lengths of the second to fourth digits (2D:4D). *Korean J Growth Dev* 2007;15:155-159.
 19. **Hönekopp J, T Manning JT, Müller C.** Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in male and female: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Horm Behav* 2006;49:545-549.
 20. **Paul SN, Kato BS, Hultin JL, Vivekanandan S, Spector TD.** The big finger: the second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. *Br J Sports Med* 2006;40:981-983.
 21. **Manning JT, Henzi P, Venkatramana P, Martin S, Singh D.** Second to fourth digit ratio: ethnic differences and family size in English, Indian and South African populations. *Ann Hum Biol* 2003;30:579-588.
 22. **Roney JR, Maestripieri D.** Relative digit lengths predict men's behavior and attractiveness during social interactions with women. *Hum Nat* 2004;15:271-282.
 23. **Lippa RA.** Finger lengths, 2D:4D ratios, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. *Biol Psychol* 2006;71:116-121.
 24. **Fink B, Manning JT, Neave N.** Second to fourth digit ratio and the 'big five' personality factors. *Personality Individ Differences* 2004;37:495-503.
 25. **Choi KH, Kim JW.** Second-to-fourth digit ratio related to sexual dimorphism. *J Korean Coaching Dev* 2006;8:31-38.
 26. **McFadden D, Shubel E.** Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Horm Behav* 2002;42:492-500.
 27. **Baron-Cohen S.** The extreme male brain theory of autism. *Trends Cogn Sci* 2002;6:248-254.
 28. **Evardon M, Alexander GM.** Anxiety, sex-linked behaviors and digit ratios (2D:4D). *Arch Sex Behav* 2009;38:442-455.
 29. **Manning JT, Baron-Cohen S, Wheelwright S, Sanders G.** The 2nd to 4th digit ratio and autism. *Devl Med Child Neurol* 2001;43:160-164.
 30. **Cho HW, Chae JH, Lee YS.** The differences of 2nd and to 4th digit length ratio between schizophrenia patients and normal controls. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2009;48:496-501.