

## Analysis of characteristics and establish gait reference data for 20s Korean Part 1: Temporospatial variables and pelvic tilt

Hyun-Seob Lee\*

Korea University

The purposes of this study were to establish gait reference data for 20s Korean and to analysis between Korean and foreigner. Male 34 and female 36 were selected for a subject group in accordance with the classification system of Korean standard body figure and age by Korean Agency for Technology and Standard. The sample size was calculated by GPower which is used for power analysis. The power of this study was 80.7%. 3D motion capture system and force platform were used to measure in this study. Gait data were collected by 8 cameras and 2 force platform. Each camera was operated at 120 frames/sec for sampling frequency and 1/1000 sec for shutter speed. The sampling frequency of force platform was 1200Hz. As a result of the study, the following results were obtained. A statistically significant difference in analysis between gender and within gender was appeared differently dependent on whether or not standardized. No significant difference appeared between legs for a female group in all temporospatial variables. But the significant difference with support time ratio and swing time ratio appeared for a male group. In analysis between gender, a significant difference appeared about walking speed and cadence. In pelvic tilt, a significant difference between right and left was found only in frontal plane for a male but found in a frontal plane and a horizontal plane for a female. In analysis between gender, a significant difference was found in sagittal plane both legs. In conclusion, normal gait pattern between gender was different and showed the difference between Korean and foreigner.

**Key words:** Normal gait pattern, Korean, Temporospatial variables, Reference data, Pelvic tilt 

### 서론

보행은 인간의 삶에서 기본적이고 필수적이며 반복적으로 수행되는 활동이다. 최근 현대사회에서는 단순한 이동 수단을 넘어 건강을 유지 관리하는 손쉬운 운동방법으로도 각광받고 있고 반대로 잘못된 보행은 각종 질병의 원인이 될 수도 있다. 이러한 이유들로 인해 정상 보행(self selected normal walking)과 관련된 연구는 국내·외에서 오래전부터 최근까지 운동역학 분야에서 지속적으로 수행되고 있는 중요 주제 중의 하나이다. 보행 패턴은 문화, 인종, 생활습관에 따라 다르다고 알려져 있고 이전 연구들은 시·공간 변인과 운동학적 변인들이 성별에 따라 다르다는 것을 보고하였다(Al-Obaidi et al., 2003; Ko et al., 2011; Lee, 2014). 보행 관련 데이터는 의학 분야에서 재활이나 진단, 처방에 사용될 수 있으며 관련 산업계에서도 사용될 수 있기 때문에 각 국가별로 정상보행패턴에 대한 참조 데이터를 구축하고자

논문 투고일 : 2016. 08. 24.

논문 수정일 : 2016. 09. 23.

게재 확정일 : 2016. 10. 19.

\* 저자 연락처 : 이현섭(lhs.phd@gmail.com).1)

\* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5B5A07040515).

하였으며 몇몇 연구들이 보고되었다(Al-Obaidi et al., 2003; Auvinet et al., 2002; Da Costa & Denucci, 1994; Doyo et al., 2011; Öberg et al., 1993). Al-Obaidi et al.(2003)은 쿠웨이트인 남녀 20대 성인 30명을 대상으로 정상보행 참조 데이터를 수집하여 스웨덴의 연구와 비교하였다. 이 연구에서 보행 데이터는 인종과 문화적 배경에 따라 수집되어야 한다고 제안하였다. 이외에도 정상보행 참조 데이터와 관련된 연구결과들이 보고되고 있음에도 불구하고 이러한 연구결과들을 한국인에게 적용하는데 있어 두 가지 문제점으로 인해 매우 신중할 필요가 있다. 첫 번째는 보행 관련 데이터들을 표준화하지 않고 있다는 것이고(Lee, 2013), 두 번째는 피험자들이 모집단을 대표할 수 있는가의 문제이다.

두 번째 문제인 피험자의 대표성과 관련된 문제는 한국인의 정상인에 대한 보행특성을 나타내는 자료가 매우 부족한 상태라는데 있다. 정상인에 대한 보행 연구시 변인들의 정상범위에 대한 파악은 연구결과의 신뢰성과 타당성 그리고 연구결과를 일반화하는데 있어 매우 중요한 부분이라 할 수 있다. Ryu et al.(2006, p.1023)은 그의 연구에서 “정상인의 보행특성을 나타내는 각 보행 변수들의 정상범위 파악은 보행동작을 정량적으로 분석하는 인체역학적 측면과 비정상 보행특성을 파악하는 임상적 측면에서 매우 중요한 의미를 갖는다.”라고 기술한 바 있다. 체육학 분야뿐만 아니라 보행과 관련된 다양한 분야에서 정상인을 대상으로 하여 연구를 수행하고 있으나 피험자로 선정된 정상인 그룹이 실제 정상보행의 범위에 속하는지 비교할 수 있는 데이터가 존재하지 않고 있는 실정이다. 더욱이 피험자 선정시 외생변수로 작용할 수 있는 연령, 체중 등이 충분히 통제되지 못한 경우도 다수 있어 연구결과의 신뢰성에 문제가 될 수 있다. 정상인을 대상으로 수행된 연구결과의 신뢰성과 타당도를 보다 향상시키기 위해서는 피험자의 신체적 특징뿐만 아니라 피험자들의 보행특성이 정상인의 보행특성 범위 내에 있음을 확인할 수 있는 기준 데이터(reference data for normal subjects)가 존재해야 한다. 이 같은 이유로 외국에서는 정상인의 보행특성을 분석하는 연구가 수행되었고 Auvinet et al.(2002)은 20~98세 사이의 남녀 각각 138명과 144명의 피험자를 대상으로 정상보행특성을 분석 보고하였고, Al-Obaidi et al.(2003)은 쿠웨이트와 스칸디나비아 20~29세의 성인을 대상

으로 남·여 총 30명에 대해서 보행의 시·공간 변인들을 측정하여 정상보행특성을 보고하였다. 그러나 이들의 연구도 엄밀히 살펴보면 피험자의 선정에서 연령의 폭이 너무 넓거나 피험자의 신체적 특성이 각 나라의 표준체형을 대표할 수 있는가라는 문제점으로 인해 비교 데이터로 사용하는 데에는 한계가 있다. 국내에서는 Cho et al.(2004)이 정상보행특성을 조사하여 보고하였으나 연구의 목적이 성별간 차이 분석에 초점을 맞추고 있어 비교 데이터로써 사용할 수 있는 자세한 정보를 제공하고 있지 못하고 있다. 기준 데이터로써의 정상보행특성 연구를 수행한 것은 Ryu et al.(2006)의 연구가 있으나 남성 20명과 여성 12명을 대상으로 하고 있어 중심극한정리를 고려한 통계적 분석을 수행함에 있어서 약점으로 작용할 수 있다. 한국인에 대한 정상보행특성 데이터의 부족은 생체역학적 적용과 임상에서 보다 정확한 분석을 수행함에 있어 어려움을 가중시키고 있으며, 최근 사용되는 보행 관련 실험장비의 보행 모듈에는 외국인의 데이터가 사용되고 있어 해석상의 오류를 범할 가능성도 존재하게 된다. 이에 본 연구는 한국인 20대 성인의 정상보행 기준 데이터를 축적하는 관점에서 20대 성인의 보행관련 데이터를 표준화하여 정상보행특성을 분석·제시함으로써 향후 보행관련 연구와 임상에서의 기준 데이터로써 활용될 수 있도록 하는데 목적이 있다.

## 연구방법

본 연구의 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 연구방법이 사용되었다.

### 피험자

연구 목적을 달성하기 위해 피험자 선정은 유목적표본추출방법을 사용하여 과거에 보행과 관련된 기능상의 병력이 없는 20~29세의 한국 성인 남·여 중 기술표준원(2010)에서 제공하는 표준키와 몸무게의  $\pm 1\sigma$ 에 속하는 대상을 선발하였다. 표본크기(sample size)는 GPower를 이용하여 계산하였으며, 기술표준원에서 제공하는 20~29세의 남성 키( $\mu=173.58$ ,  $\sigma=5.47$ )를 대상으로  $\alpha=.05$ , ES (effect size)=0.5, power=80%

로 하여 양측검정을 수행한 결과 표본크기는 34명으로 계산되었고 실제 검정력은 80.7%로 나타났다. 표본크기 34명은 중심극한정리에 의한 통계학적 데이터 정규성을 유지하고 모수통계학 분석방법을 사용하기 위한 최소 크기를 만족하므로 그대로 수용되어 피험자수를 남겨 각각 34명과 36명으로 하였다. 실험일 2일 전에 피험자들에게 평소 생활과 다른 활동(음주, 과도한 운동, 수면 부족 활동 등)을 금지하는 연락을 취하였으며 실험 당일에 면담을 통해 확인 하였다. 최종 선정된 피험자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Anthropometric data of groups

	Male(n=34)	Female(n=36)
	Mean (SD)	Mean (SD)
Age(year)	21.59 (2.03)	22.89 (2.41)
Height(cm)	176.54 (6.28)	161.96 (4.00)
Weight(kg)	72.79 (8.10)	57.76 (5.93)
Leg length(cm)	96.28 (5.69)	88.53 (3.28)

## 실험장비

본 연구에 사용된 장비는 3차원 영상분석 장비와 지면반력기(force platform)이다. 3차원 영상분석 장비는 Motion Analysis사의 Motion capture system을 사용하였다. 보행 경로에 대한 공간검증을 수행한 후 8대의 카메라를 이용하여 120 frames/sec 속도로 촬영하였으며 shutter speed는 1/1000 sec로 설정하였다. 촬영된 영상은 digitizing 과정을 거쳐 3차원 좌표 데이터로 변환한 후 Butterworth second-order filter를 이용하여 평활화(smoothing)하였으며 cutoff frequency는 6Hz로 하였다. 지면반력기는 Bertec사의 FP4060-08 2대를 사용하였으며 영상 장비와 동조를 통해 데이터 수집 시점을 동일화 하였다. 지면반력기의 sampling rate는 1200Hz, gain 값은  $\pm 5V$ 로 하였다. 보행구간별 동기화는 cubic interpolation을 이용하였다. 수집된 데이터의 시·공간 변인을 포함한 운동학적·운동역학적 분석은 Motion Analysis사에서 제공하는 Cortex, OrthoTrak과 Matlab를 함께 사용하였으며 Hof(1996)의 dimensionless-number를 이용하여 표준화하였다. Hof의 표준화 방법은 신체의 질량, 길이 등의 신체

적 특성과 중력값을 이용하여 단위가 없는 표준화된 값으로 변환하는 방법이다.

## 실험절차 및 내용

실험 전 피험자들의 신체적 특징인 신장, 체중, 하지장, 발길이, 발폭 등을 측정하였다. 피험자들에게 부착되는 마커의 해부학적 위치는 Helen-Hayes marker set을 사용하였다. 총 36개의 마커가 부착된 상태에서 정적자세 촬영 후 medial 마커와 손목의 anterior 마커를 제거한 28개의 마커를 부착한 상태에서 보행동작을 촬영하였다. 마커 부착과 새로운 환경에 따른 피험자의 긴장감에 의해 정상보행 상에 개입될 오차를 줄이기 위해서 피험자들은 마커 등을 부착한 상태로 실험 장소에서 5분간 맨발로 평상시 자기 보행 속도(self-selected normal walking)로 보행하는 연습을 수행하였다. 지면반력기에 의도적으로 발을 맞추는 보행을 통제하기 위해서 지면반력기의 존재 여부를 피험자에게 알리지 않았으며 지면반력기를 인지하지 못하도록 주변 바닥 재질과 동일한 것으로 가린 상태에서 실험을 진행하였다. 피험자의 양발에 대한 데이터를 얻기 위해 최소 5 step에 해당되는 구간을 촬영하였다. 촬영된 보행 데이터 중 지면반력기에 발이 정상적으로 접지된 데이터를 선별한 후 피험자가 자신의 평상시 보행과 일치한다고 인정한 3개(trial)의 보행 데이터에 대해 평균을 산출하여 분석 대상으로 하였다. 각 변인들에 대한 성별내의 오른발과 왼발의 통계적 차이 검정은 독립 t-test를 사용하였으며, 성별간 차이 검정은 오른쪽과 왼쪽 모두를 검정하기 위해서 일원분산분석 중 Welch를 이용하였고 사후검정으로 Dunnett -T3를 이용하였다. 통계검정을 위한 유의수준은  $\alpha = .05$ 하에서 검정하였다. 통계분석은 SPSS를 이용하였다.

## 연구결과

### 비표준화 시·공간 변인 분석 결과

표준화를 하지 않은 시·공간 변인에 대한 기술통계량은

(Table 2)와 같다. 분석결과를 살펴보면, 양발 모두에서 길이변인인 보폭(step width), 보장(step length), 활보장(stride length)에서 남성이 여성보다 평균값이 크게 나타났으며, 시간변인인 일보시간, 활보시간, 지지시간, 초기이중지지시간, 말기이중지지시간, 단일지지시간,

유각시간에서도 남성이 여성보다 크게 나타났다. 이러한 결과는 여성 보다 긴 남성의 하지장이 원인인 것으로 생각된다. 시간비율변인에서도 남성이 여성보다 대부분 크게 나타났으나 오른발의 지지시간비율과 단일지지시간비율, 왼발의 유각시간비율에서는 여성이 크게 나타났다.

Table 2. Descriptive statistic about temporospatial variables(non-standardized data)

		Male(n=34)			Female(n=36)		
		Mean	SD	SE	Mean	SD	SE
Step width(cm)		10.466	1.832	0.314	9.681	1.945	0.324
Step length(cm) <sup>†</sup>	Right	69.123 <sup>†</sup>	4.488	0.770	61.996	2.382	0.397
	Left	68.281 <sup>†</sup>	4.081	0.700	61.813	3.404	0.567
Stride length(cm) <sup>†</sup>	Right	137.657 <sup>†</sup>	8.230	1.411	123.921	5.526	0.921
	Left	137.669 <sup>†</sup>	8.394	1.440	123.957	5.728	0.955
Step time(sec) <sup>†</sup>	Right	0.529 <sup>†</sup>	0.023	0.004	0.518	0.021	0.004
	Left	0.525	0.021	0.004	0.518	0.022	0.004
Stride time(sec)	Right	1.053	0.040	0.007	1.034	0.042	0.007
	Left	1.055	0.041	0.007	1.035	0.044	0.007
Support time(sec)	Right	0.626	0.027	0.005	0.617	0.027	0.004
	Left	0.633 <sup>†</sup>	0.028	0.005	0.614	0.033	0.005
Initial double support time(sec) <sup>†</sup>	Right	0.103 <sup>†</sup>	0.010	0.002	0.097	0.014	0.002
	Left	0.103	0.012	0.002	0.099	0.012	0.002
Terminal double support time(sec)	Right	0.103	0.012	0.002	0.099	0.012	0.002
	Left	0.103 <sup>†</sup>	0.010	0.002	0.097	0.014	0.002
Single support time(sec)	Right	0.423	0.017	0.003	0.422	0.020	0.003
	Left	0.427	0.019	0.003	0.418	0.023	0.004
Swing time(sec)	Right	0.427	0.019	0.003	0.418	0.023	0.004
	Left	0.423	0.017	0.003	0.422	0.020	0.003
Support time ratio(% gait cycle)	Right	59.473*	1.054	0.181	59.546	1.175	0.196
	Left	59.925 <sup>†</sup>	0.779	0.134	59.220	1.239	0.206
Initial double support time ratio (% gait cycle)	Right	9.791	0.874	0.150	9.344	1.196	0.199
	Left	9.707	0.965	0.166	9.542	1.103	0.184
Terminal double support time ratio (% gait cycle)	Right	9.736	0.989	0.170	9.552	1.123	0.187
	Left	9.763	0.855	0.147	9.333	1.170	0.195
Single support time ratio(% gait cycle) <sup>†</sup>	Right	40.149 <sup>†</sup>	0.768	0.132	40.786	1.248	0.208
	Left	40.421	1.119	0.192	40.331	1.493	0.249
Swing time ratio(% gait cycle)	Right	40.527*	1.054	0.181	40.454	1.175	0.196
	Left	40.075 <sup>†</sup>	0.779	0.134	40.780	1.239	0.206
Cadence(step/min)	Right	114.170	4.276	0.733	116.249	4.663	0.777
	Left	114.062	4.338	0.744	116.219	4.747	0.791
Walking velocity(cm/sec) <sup>†</sup>	Right	130.668 <sup>†</sup>	4.301	0.738	120.143	7.354	1.226
	Left	130.676 <sup>†</sup>	4.509	0.773	120.254	7.862	1.310

\*: < .05 within gender, <sup>†</sup>: < .05 between gender.

오른발의 지지시간비율의 크기는 왼발의 유각시간비율에 영향을 준다는 점에서 이 같은 결과는 정상적인 것이다.

그러나 성별간의 차이 값이 매우 작고 비표준화한 자료임을 감안하면 이 같은 차이가 특성을 나타낸다고 해석하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

보행속도는 남성이 여성보다 큰 것으로 나타났으나 분속수는 여성이 남성보다 큰 것으로 나타났다.

성별내 양발에 대한 통계분석결과, 남성의 경우 지지시간비율과 유각시간비율에서 양발간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(지지시간비율 :  $df=60.764$ ,  $t=-2.007$ ,  $p=.049$ , 유각시간비율 :  $df=60.761$ ,  $t=2.007$ ,  $p=.049$ ). 여성의 경우는 모든 변인에서 양발간에 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이 결과는 여성의 보행이 남성의 보행에 비해 양발의 유사성이 더 높다는 것을 의미한다. 성별간 통계분석 결과, 오른발의 경우 보장( $df=49.593$ ,  $t=-8.230$ ,  $p=.000$ ), 활보장( $df=68$ ,  $t=-8.241$ ,  $p=.000$ ), 일보시간( $df=68$ ,  $t=-2.086$ ,  $p=.041$ ), 초기이중지지시간( $df=68$ ,  $t=-2.192$ ,  $p=.032$ ), 단일지지시간비율( $df=68$ ,  $t=2.557$ ,  $p=.013$ ), 보행속도( $df=57.007$ ,  $t=-7.357$ ,  $p=.000$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 왼발의 경우에는 보장( $df=68$ ,  $t=-7.216$ ,  $p=.000$ ), 활보장( $df=68$ ,  $t=-8.023$ ,  $p=.000$ ), 지지시간( $df=68$ ,  $t=-2.645$ ,  $p=.010$ ), 말기이중지지시간( $df=68$ ,  $t=-2.192$ ,  $p=.032$ ), 지지시간비율( $df=59.398$ ,  $t=-2.863$ ,  $p=.006$ ), 유각시간비율( $df=59.397$ ,  $t=2.864$ ,  $p=.006$ ), 보행속도( $df=56.370$ ,  $t=-6.850$ ,  $p=.000$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

비록 성별간에 통계적 유의한 차이가 나타났으나 이는 비표준화한 자료를 이용한 결과이므로 성별간의 차이로 결론 내릴 수는 없다.

### 표준화 시·공간 변인 분석 결과

표준화를 수행한 시·공간 변인에 대한 기술통계량은 <Table 3>과 같다. 보폭의 경우, 비표준화 자료에서는 남성이 큰 것으로 나타났으나 표준화 자료에서는 남·여 평균값이 동일한 것으로 나타났다. 보장, 활보장의 경우 오른발과 왼발 모두 남성의 평균값이 여성보다 큰 것으로 나타났다. 반면, 일보시간, 활보시간, 지지시간, 단일

지지시간, 유각시간의 경우, 비표준화 자료에서는 남성이 여성보다 크게 나타났으나 표준화 자료에서는 여성이 남성보다 큰 것으로 나타났다. 분속수는 비표준화 자료에서 여성이 크게 나타났으나 표준화 자료에서는 남성이 크게 나타났다. 성별간 통계분석 결과, 오른발의 경우, 보장( $df=58.723$ ,  $t=-2.336$ ,  $p=.023$ ), 활보장( $df=68$ ,  $t=-2.003$ ,  $p=.049$ ), 일보시간( $df=61.419$ ,  $t=2.193$ ,  $p=.032$ ), 활보시간( $df=57.659$ ,  $t=2.628$ ,  $p=.011$ ), 지지시간( $df=56.010$ ,  $t=2.782$ ,  $p=.007$ ), 단일지지시간( $df=62.751$ ,  $t=3.707$ ,  $p=.000$ ), 단일지지시간비율( $df=68$ ,  $t=2.557$ ,  $p=.013$ ), 분속수( $df=59.231$ ,  $t=-2.493$ ,  $p=.015$ ), 보행속도( $df=57.809$ ,  $t=-4.009$ ,  $p=.000$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 왼발의 경우, 일보시간( $df=60.303$ ,  $t=2.877$ ,  $p=.006$ ), 활보시간( $df=56.906$ ,  $t=2.355$ ,  $p=.022$ ), 유각시간( $df=62.751$ ,  $t=3.707$ ,  $p=.000$ ), 지지시간비율( $df=68$ ,  $t=-2.553$ ,  $p=.013$ ), 유각시간비율( $df=68$ ,  $t=2.557$ ,  $p=.013$ ), 분속수( $df=58.415$ ,  $t=-2.394$ ,  $p=.020$ ), 보행속도( $df=58.955$ ,  $t=-3.647$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

성별내 오른발과 왼발에 대한 통계분석 결과, 여성의 경우 모든 시·공간 변인에서 유의한 차이가 발견되지 않았다. 남성의 경우는 지지시간비율( $df=66$ ,  $t=-2.061$ ,  $p=.043$ ), 유각시간비율( $df=66$ ,  $t=2.061$ ,  $p=.043$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 보행의 일관적 패턴을 고려할 때 지지시간비율에서 차이가 나타나면 유각시간비율에서도 차이가 발생하는 것은 정상적인 것이다.

### 골반 경사각(tilt) 분석 결과

#### 성별내 양쪽 간의 비교

남성에 대한 골반 경사각에 대한 분석결과는 <Table 4>~<Table 6>, <Fig. 1>~<Fig. 3>과 같다. 관상면에서의 골반 경사각을 살펴보면(Fig. 1 참조), 오른쪽과 왼쪽의 골반 경사각 변화 형태가 전반적으로 유사한 모양을 보이고 있으나 보행 주기 전반에서 왼쪽이 오른쪽보다 높은 각도를 유지하는 것으로 분석되었다. 양쪽 골반 모두 초기접지부터 증가하다가 15%에서 최고점을 나타냈고, 이후 단일지지구간인 40% 직전까지 감소하

Table 3. Descriptive statistic about temporospatial variables(standardized data)

		Male(n=34)			Female(n=36)		
		Mean	SD	SE	Mean	SD	SE
Step width		.109	.018	.003	.109	.022	.004
Step length	Right	.719 <sup>†</sup>	.037	.006	.701	.026	.004
	Left	.710	.037	.006	.699	.037	.006
Stride length	Right	1.431 <sup>†</sup>	.066	.011	1.401	.061	.010
	Left	1.432	.072	.012	1.401	.061	.010
Step time	Right	1.688 <sup>†</sup>	.055	.009	1.724	.082	.014
	Left	1.677 <sup>†</sup>	.056	.010	1.726	.087	.014
Stride time	Right	3.362 <sup>†</sup>	.097	.017	3.446	.163	.027
	Left	3.371 <sup>†</sup>	.099	.017	3.449	.170	.028
Support time	Right	1.999 <sup>†</sup>	.059	.010	2.055	.104	.017
	Left	2.021	.066	.011	2.044	.123	.020
Initial double support time	Right	.329	.030	.005	.323	.047	.008
	Left	.327	.032	.006	.329	.040	.007
Terminal double support time	Right	.327	.032	.006	.329	.040	.007
	Left	.329	.030	.005	.323	.047	.008
Single support time	Right	1.350	.051	.009	1.405	.072	.012
	Left	1.363	.060	.010	1.391	.085	.014
Swing time	Right	1.363	.060	.010	1.391	.085	.014
	Left	1.350 <sup>†</sup>	.051	.009	1.405	.072	.012
Support time ratio	Right	59.469*	1.062	.182	59.638	1.421	.237
	Left	59.959 <sup>†</sup>	.893	.153	59.243	1.388	.231
Initial double support time ratio	Right	9.791	.874	.150	9.344	1.196	.199
	Left	9.707	.965	.166	9.542	1.103	.184
Terminal double support time ratio	Right	9.736	.989	.170	9.552	1.123	.187
	Left	9.763	.855	.147	9.333	1.170	.195
Single support time ratio	Right	40.149 <sup>†</sup>	.768	.132	40.786	1.248	.208
	Left	40.421	1.119	.192	40.331	1.493	.249
Swing time ratio	Right	40.531*	1.062	.182	40.362	1.421	.237
	Left	40.041 <sup>†</sup>	.893	.153	40.757	1.388	.231
Cadence	Right	35.726 <sup>†</sup>	1.021	.175	34.920	1.632	.272
	Left	35.692 <sup>†</sup>	1.011	.173	34.911	1.656	.276
Walking velocity	Right	42.552 <sup>†</sup>	1.361	.233	40.770	2.271	.379
	Left	42.558 <sup>†</sup>	1.507	.258	40.806	2.429	.405

\*: < .05 within gender, <sup>†</sup>: < .05 between gender.

는 현상을 보였으며 이후 말기이중지지구간 직전에서 약간의 증가를 보이다가 다시 감소하기 시작하여 유각구간에 해당하는 65%에서 최저점을 나타낸 후 증가하는 양상을 보였다. 보행 이벤트 부분과 <Fig. 1>에 화살표로 표시된 최고점 및 최저점에 대한 통계분석 결과, 모든 분석지점에서 오른쪽과 왼쪽 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 4 참조). 그러나 기술통계량을 살펴보면, 개인간의 골반 움직임에 많은 편차가 있는 것

을 알 수 있다(Table 4 참조).

시상면에서의 골반 경사각은 왼쪽과 오른쪽의 변화 형태가 전체적으로 유사하나 값의 변화에서는 다르게 나타났다(Fig. 2 참조). 보행주기의 약 25% ~ 75% 구간에서는 오른쪽이 왼쪽 보다 높은 각도를 보이고 있으나 그 밖의 구간에서는 왼쪽이 보다 높은 각도를 보이고 있다. 이를 보행주기의 구간별로 살펴보면, 단일지지구간의 후반부터 유각기간의 초기까지는 오른쪽이 높은 각

Table 4. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on frontal plane(male)

unit : degree

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	34	-0.198	1.328	-3.414	66	.001
	Left	34	0.954	1.454			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	34	3.889	1.645	-3.506	63.439	.001
	Left	34	5.165	1.342			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	34	-0.992	1.484	-3.498	66	.001
	Left	34	0.240	1.420			
Toe-off(°)	Right	34	-5.244	1.485	-3.709	66	.000
	Left	34	-3.814	1.688			
1st arrow(Highest)(°)	Right	34	4.577	1.718	-3.542	66	.001
	Left	34	5.955	1.482			
2nd arrow(Lowest)(°)	Right	34	-5.915	1.491	-3.518	66	.001
	Left	34	-4.538	1.727			

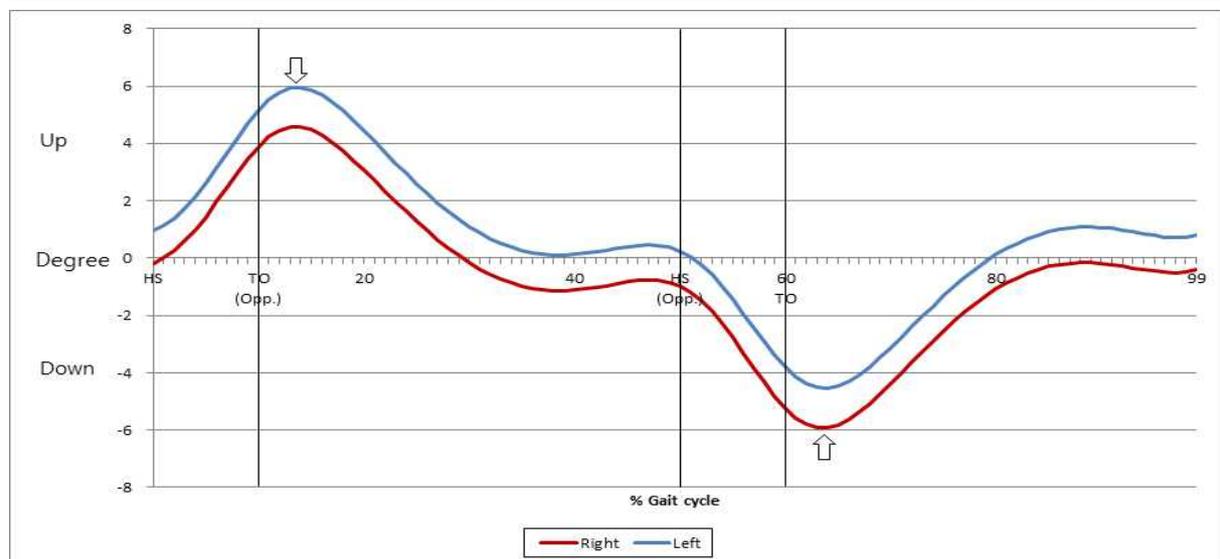


Fig. 1. Pelvic tilt on frontal plane(male)

도를 보였으나 왼쪽의 경우에는 유각기간 후반부터 단일 지지기간의 초반까지 높은 각도를 보였다. 이 같은 결과는 시상면에서 왼쪽과 오른쪽 골반의 움직임에 차이가 있음을 나타내는 것이다. 그러나 보행 이벤트 부분과 <Fig. 2>에 화살표로 표시된 지점에 대한 통계분석 결과, 모든 분석지점에서 오른쪽과 왼쪽 간에 유의한 차이

가 없는 것으로 나타났다(Table 5 참조). 비록 그래프 상으로는 차이가 있는 것처럼 보이지만 통계적으로는 차이가 없다는 결과가 나온 것이다. 이 같은 분석결과는 표준편차 값이 커서 나타난 결과로 생각되며, 시상면에서의 움직임은 남성의 경우 개인마다 차이가 크다는 것을 의미한다.

Table 5. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on sagittal plane(male)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	34	6.537	5.801	-.184	66	.855
	Left	34	6.800	6.017			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	34	5.980	5.814	-.164	66	.870
	Left	34	6.214	5.974			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	34	6.756	6.034	.131	66	.896
	Left	34	6.569	5.775			
Toe-off(°)	Right	34	6.183	5.965	.161	66	.872
	Left	34	5.953	5.787			
1st arrow(°)	Right	34	5.936	5.761	-.151	66	.881
	Left	34	6.150	5.951			
2nd arrow(°)	Right	34	6.975	5.965	.147	66	.884
	Left	34	6.767	5.761			
3rd arrow(°)	Right	34	6.118	5.955	.147	66	.883
	Left	34	5.909	5.744			
4th arrow(°)	Right	34	6.659	5.743	-.178	66	.859
	Left	34	6.910	5.873			

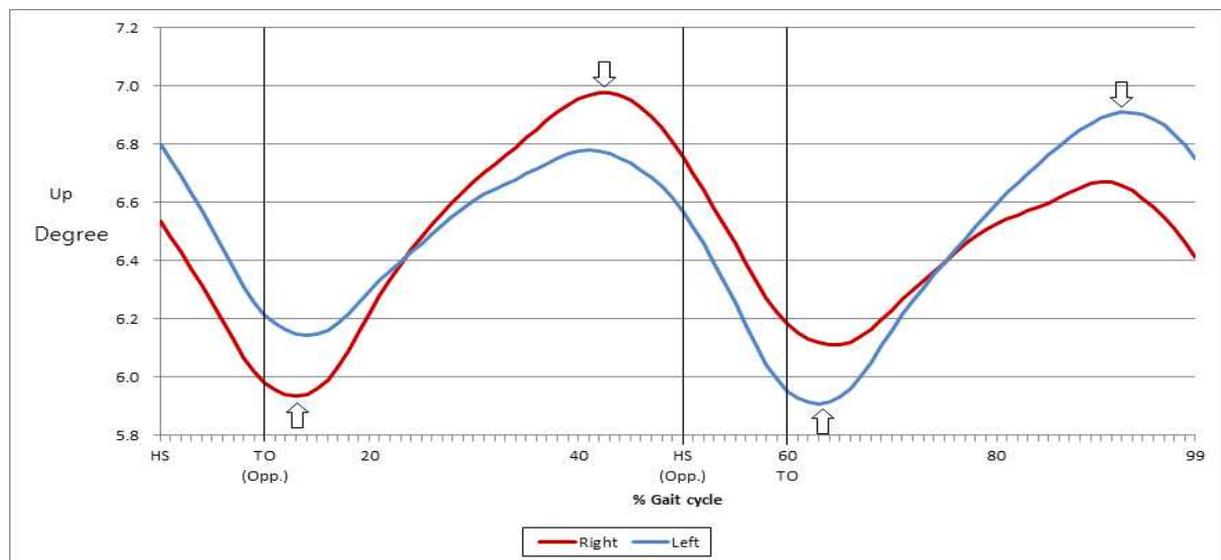


Fig. 2. Pelvic tilt on sagittal plane(male)

Table 6. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on horizontal plane(male)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	34	5.520	2.490	-.280	66	.780
	Left	34	5.722	3.376			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	34	3.668	2.211	-.721	59.707	.474
	Left	34	4.138	3.097			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	34	-5.635	3.433	-.035	66	.973
	Left	34	-5.610	2.448			
Toe-off(°)	Right	34	-4.084	3.125	-.360	60.063	.720
	Left	34	-3.845	2.257			

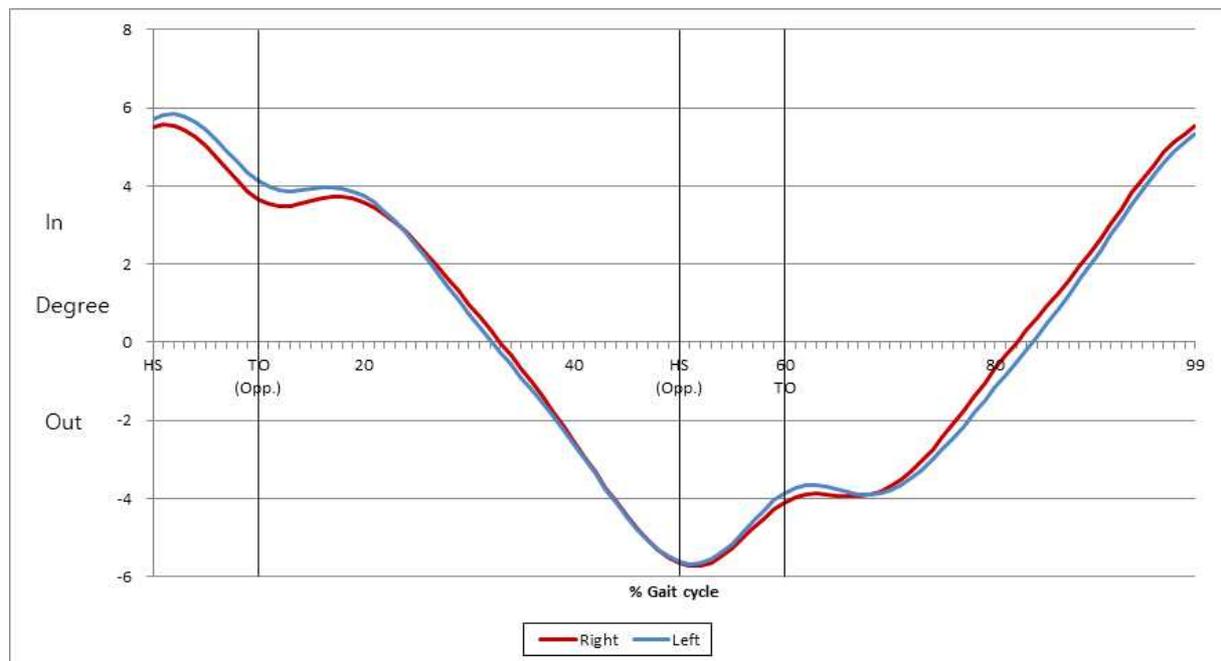


Fig. 3. Pelvic tilt on horizontal plane(male)

수평면에서의 골반의 움직임 변화 형태는 양쪽 간에 보행주기 전반에 걸쳐 차이가 없는 것으로 나타났다. 초기접지 후 지속적으로 감소하다가 말기이중지지구간 초기에 최저점을 나타낸 후 다시 증가하는 양상을 보였다. 보행 이벤트 지점에 대한 통계분석 결과, 모든 분석지점에서 오른쪽과 왼쪽 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 6 참조). 결과들을 종합해 보면 남성의 경우, 시상면과 수평면에서의 골반 경사각은 오른쪽과 왼쪽에 차이가 없으나 관상면에서는 양쪽 간에 차이가

있는 것으로 분석되었다. 여성에 대한 골반 경사각에 대한 분석결과는 <Table 7>~<Table 9>, <Fig. 4>~<Fig. 6>과 같다. 관상면에서의 골반 움직임 변화 현상은 남성과 동일하게 나타났다. 특히, 오른쪽 보다 왼쪽의 각도가 큰 것까지 동일하게 나타났다. 그러나 통계분석 결과 초기 접지 지점(HS)과 다른쪽 발의 접지 지점(HS(Opp.))에서만 유의한 차이가 나타났으며 그 외의 지점에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 특히 남성의 경우 최고점(1st arrow)과 최저점(2nd arrow)에서도 유의한 차이가 있었

으나 여성의 경우에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

시상면에서의 골반 움직임은 오른쪽과 왼쪽의 움직임 변화 형태가 전체적으로는 유사하게 나타났으나 양쪽간의 값에서는 차이가 있는 형태를 보였다. 그러나 표준편차 값을 고려해 보면 이 같은 차이를 양쪽간의 차이로 보기에는 어렵고 피험자들의 보행형태에 의한 차이로 나타난 것으로 보는 것이 보다 합당할 것으로 생각된다. 비록 남성과 여성의 그래프 모양이 다르게 보이지만 오른쪽과 왼쪽 값의 변화는 유사하게 나타났다. 남성과 동일하게 보행주기의

약 25% ~ 75% 구간에서 오른쪽이 왼쪽 보다 높은 각도를 보이고 있으나 그 밖의 구간에서는 왼쪽이 보다 높은 각도를 보이고 있다. 그러나 통계분석 결과 분석 지점 모두에서 유의한 차이가 발견되지 않았다. 이는 남성과 동일한 결과이다.

수평면에서의 골반 움직임은 그래프 모양이 남성과 유사하게 나타났으나 여성의 경우 오른쪽이 항상 왼쪽 보다 작은 값을 나타내는 것으로 분석되었다. 통계분석 결과 남성의 경우와 다르게 분석지점 모두에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다

Table 7. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on frontal plane(female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	36	0.563	2.001	2.483	60.252	.016
	Left	36	1.551	1.307			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	36	4.662	3.352	1.370	70	.175
	Left	36	5.699	3.064			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	36	-1.440	1.199	2.534	58.096	.014
	Left	36	-0.472	1.954			
Toe-off(°)	Right	36	-5.603	3.088	1.151	70	.254
	Left	36	-4.741	3.265			
1st arrow(°)	Right	36	5.255	3.817	1.404	70	.165
	Left	36	6.461	3.468			
2nd arrow(°)	Right	36	-6.367	3.412	1.346	70	.183
	Left	36	-5.231	3.747			

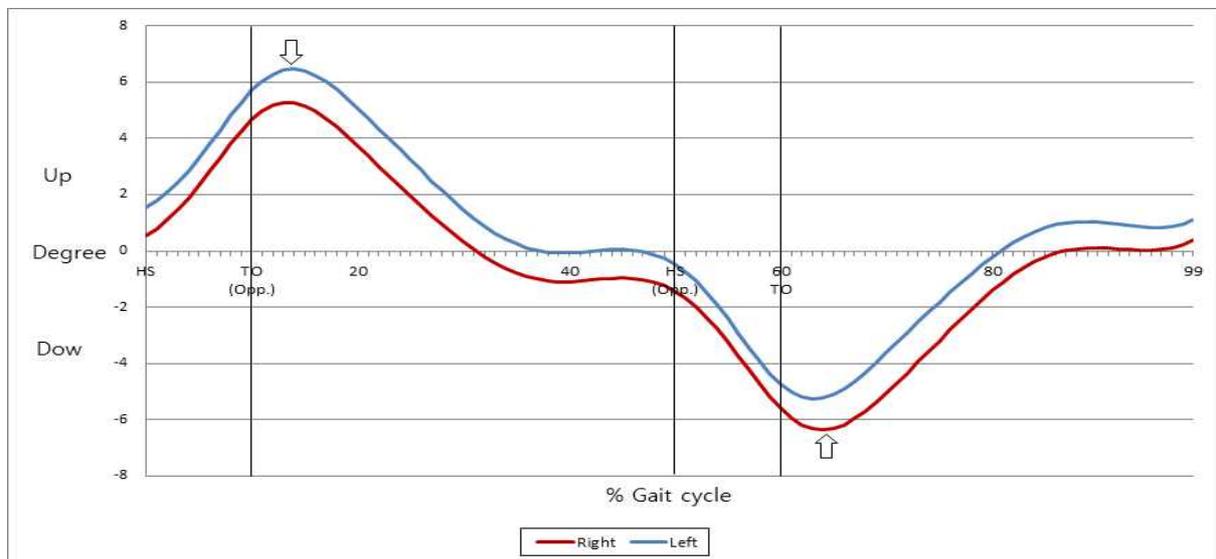


Fig. 4. Pelvic tilt on frontal plane(female)

Table 8. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on sagittal plane(female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	36	9.206	3.576	-.542	70	.590
	Left	36	9.668	3.661			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	36	9.434	3.440	-.269	70	.789
	Left	36	9.650	3.390			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	36	9.541	3.575	.240	70	.811
	Left	36	9.336	3.655			
Toe-off(°)	Right	36	9.530	3.350	.081	70	.935
	Left	36	9.464	3.475			
1st arrow(°)	Right	36	9.506	3.383	-.514	70	.609
	Left	36	9.917	3.404			
2nd arrow(°)	Right	36	9.767	3.354	.194	70	.847
	Left	36	9.612	3.443			
3rd arrow(°)	Right	36	8.936	3.759	-.282	70	.779
	Left	36	9.188	3.850			

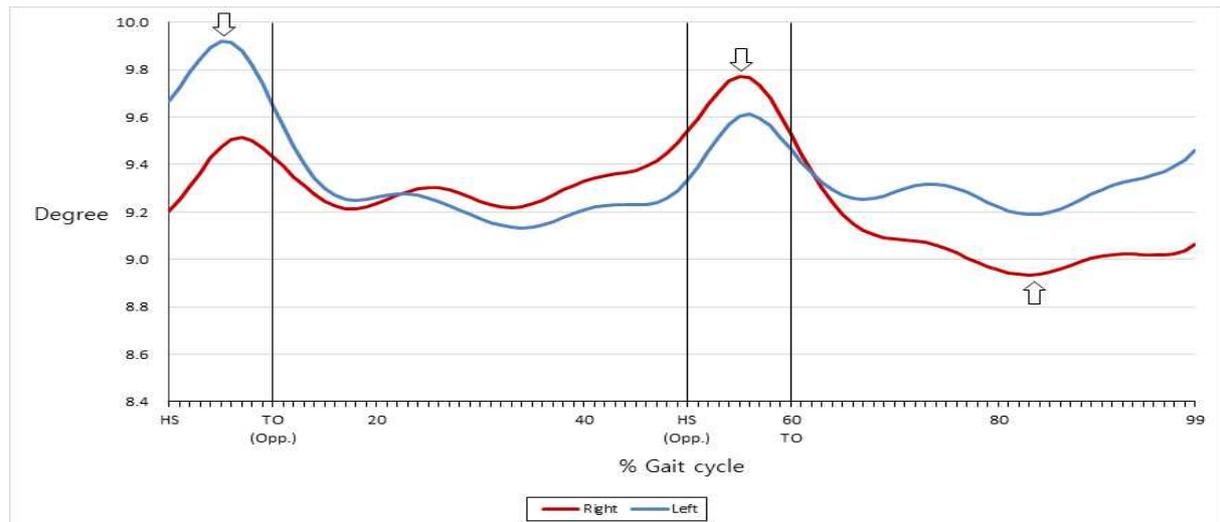


Fig. 5. Pelvic tilt on sagittal plane(female)

Table 9. Descriptive statistic and *t*-test for pelvic tilt on horizontal plane(female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Right	36	5.440	2.660	-2.495	70	.015
	Left	36	7.080	2.911			
Toe-off of opposite foot(°)	Right	36	4.138	2.427	-3.170	70	.002
	Left	36	5.859	2.174			
Heel-strike of opposite foot(°)	Right	36	-7.084	3.089	-2.718	70	.008
	Left	36	-5.246	2.632			
Toe-off(°)	Right	36	-5.860	2.268	-3.474	70	.001
	Left	36	-3.957	2.378			

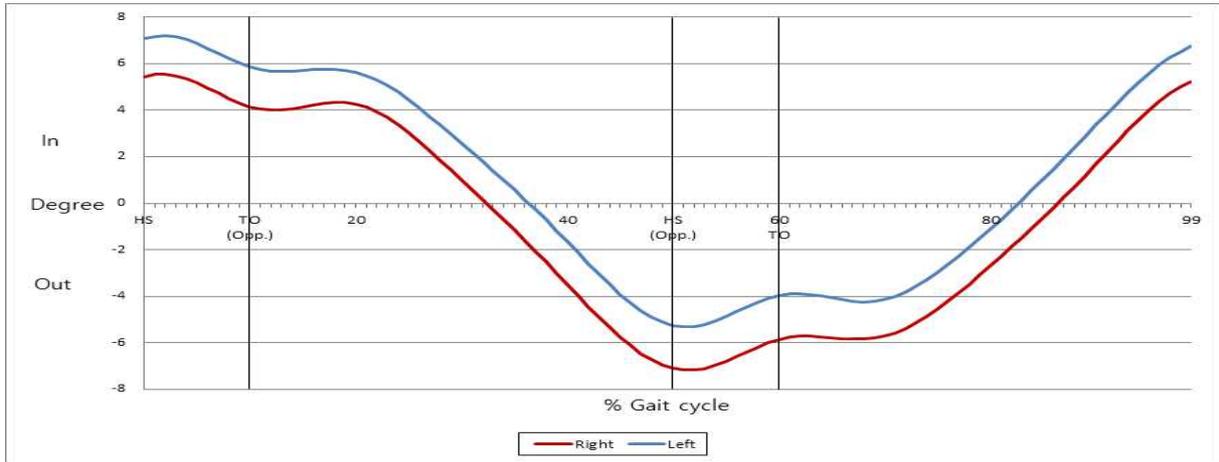


Fig. 6. Pelvic tilt on horizontal plane(female)

**성별간 양쪽 비교**

관상면에서의 성별간 오른쪽과 왼쪽의 골반경사를 살펴보면 <Table 10>, <Table 11>, <Fig. 7>, <Fig. 8>과 같다. 오른쪽 골반경사의 경우, 전반적인 그래프의 변화 모양은 유사한 형태로 나타났으나 초기접지부터 단일지지기간인 약 42%까지는 여성이 남성보다 높은 각도를 보였으며 그 이후부터 유각기간인 약 85%까지는 여성이 남성보다 더 낮은 각도를 보였다. 그러나 보행 이벤트 지점과 <Fig. 7>에 화살표로 표시된 지점에 대해서 통계분석을 수행한 결과 모든 분석지점에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 오른쪽 골반경사의 경우 남성과 여성 간에 차이가 없음을 의미한다. 왼쪽의 골반

경사 그래프 모양도 오른쪽 골반경사와 유사하게 남성과 여성이 비슷한 형태를 보였다(Fig. 8 참조). 전체적으로 여성이 남성보다 전체 변화 폭이 큰 것으로 나타났으며 이는 여성이 남성보다 보행시 골반의 상하 운동을 더 많이 하는 것을 의미한다. 그러나 통계분석 결과 오른쪽 골반경사와 동일하게 모든 분석지점에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시상면에서의 성별간 오른쪽과 왼쪽의 골반경사를 살펴보면 <Table 12>, <Table 13>, <Fig. 9>, <Fig. 10>과 같다. 오른쪽 골반경사의 경우, 관상면에서의 골반경사 변화와는 달리 시상면에서는 남성과 여성의 변화 형태가 다르게 나타났으며 전체 보행주기 동안에 여성의 골반경사 각이 남성보다 크게 나타났다.

Table 10. Descriptive statistic and *t*-test for right pelvic tilt on frontal plane(male & female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Male	34	-0.198	1.328	-1.884	61.135	.064
	Female	36	0.563	2.001			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	3.889	1.645	-1.236	51.564	.222
	Female	36	4.662	3.352			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	-0.992	1.484	1.393	68	.168
	Female	36	-1.440	1.199			
Toe-off(°)	Male	34	-5.244	1.485	.614	68	.541
	Female	36	-5.603	3.088			
1st arrow(°)	Male	34	4.577	1.718	-.967	49.215	.338
	Female	36	5.255	3.817			
2nd arrow(°)	Male	34	-5.915	1.491	.712	68	.479
	Female	36	-6.367	3.412			

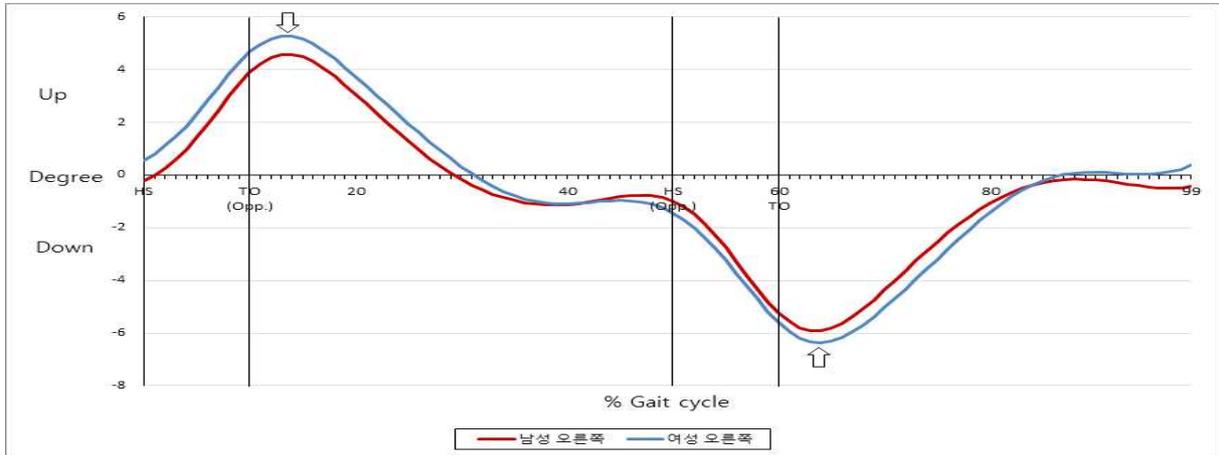


Fig. 7. Pelvic tilt of righth foot on frontal plane(male & female)

Table 11. Descriptive statistic and *t*-test for left pelvic tilt on frontal plane(male & female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Male	34	0.954	1.454	-1.810	68	.075
	Female	36	1.551	1.307			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	5.165	1.342	-.936	68	.353
	Female	36	5.699	3.064			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	0.240	1.420	1.735	68	.087
	Female	36	-0.472	1.954			
Toe-off(°)	Male	34	-3.814	1.688	1.479	68	.144
	Female	36	-4.741	3.265			
1st arrow(°)	Male	34	5.955	1.482	-.787	68	.434
	Female	36	6.462	3.469			
2nd arrow(°)	Male	34	-4.538	1.727	1.002	49.831	.321
	Female	36	-5.231	3.747			

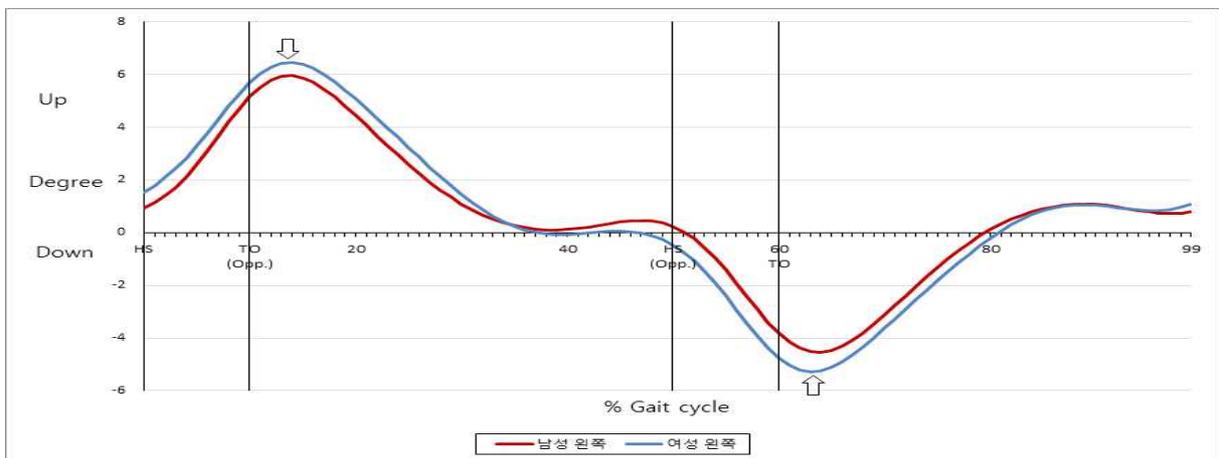


Fig. 8. Pelvic tilt of left foot on frontal plane(male & female)

통계분석에서도 분석지점 모두에서 유의한 차이가 나타났다(Table 12 참조).

시상면에서의 왼쪽 골반경사도 오른쪽과 동일하게 여성이 남성 보다 높은 각도를 유지하는 것으로 나타났으며, 통계분석에서도 모든 분석지점에서 유의한 차이가 나타났다(Table 13 참조).

오른쪽과 왼쪽의 움직임을 함께 고려해 보면, 정확하게 일치하지는 않지만 전반적으로 남성과 여성의 골반이 반대로 사용되고 있는 것으로 생각된다. 여성의 경우 초기 이중지지구간과 말기 이중지지구간에서 피크를 보이는 반면 남성의 경우는 그와 유사한 시점에서 반대로 낮아지는 경향을 보이고 있다(Fig. 9, Fig. 10 참조).

Table 12. Descriptive statistic and *t*-test for right pelvic tilt on sagittal plane(male & female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Male	34	6.537	5.801	-2.302	54.343	.025
	Female	36	9.206	3.576			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	5.980	5.814	-3.003	52.970	.004
	Female	36	9.434	3.440			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	6.756	6.034	-2.332	53.014	.024
	Female	36	9.541	3.575			
Toe-off(°)	Male	34	6.183	5.965	-2.871	51.299	.006
	Female	36	9.530	3.350			

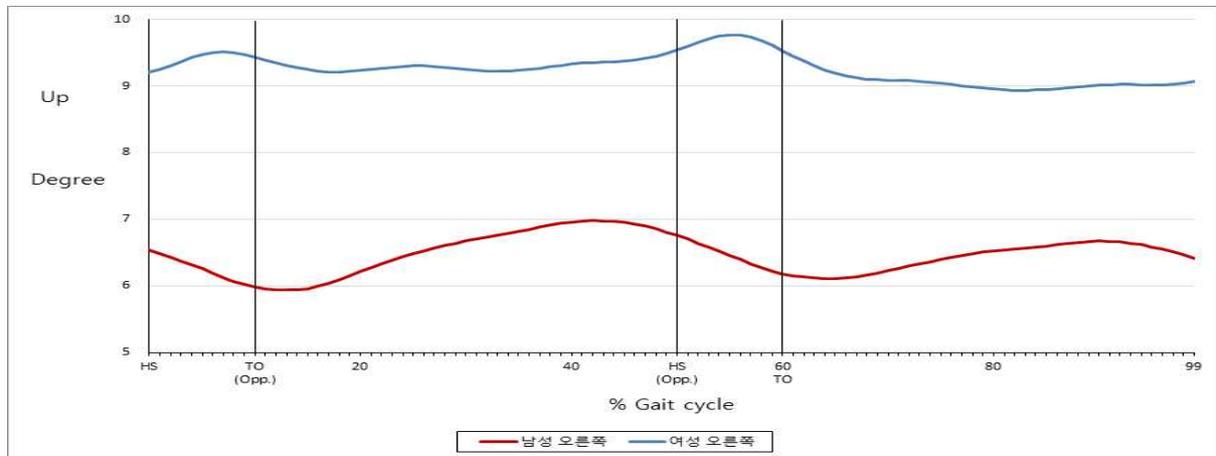


Fig. 9. Pelvic tilt of right foot on sagittal plane(male & female)

Table 13. Descriptive statistic and *t*-test for left pelvic tilt on sagittal plane(male & female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Male	34	6.800	6.017	-2.392	53.903	.020
	Female	36	9.668	3.661			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	6.214	5.974	-2.937	51.620	.005
	Female	36	9.650	3.390			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	6.569	5.775	-2.380	55.239	.021
	Female	36	9.336	3.655			
Toe-off(°)	Male	34	5.953	5.787	-3.056	53.459	.004
	Female	36	9.464	3.475			

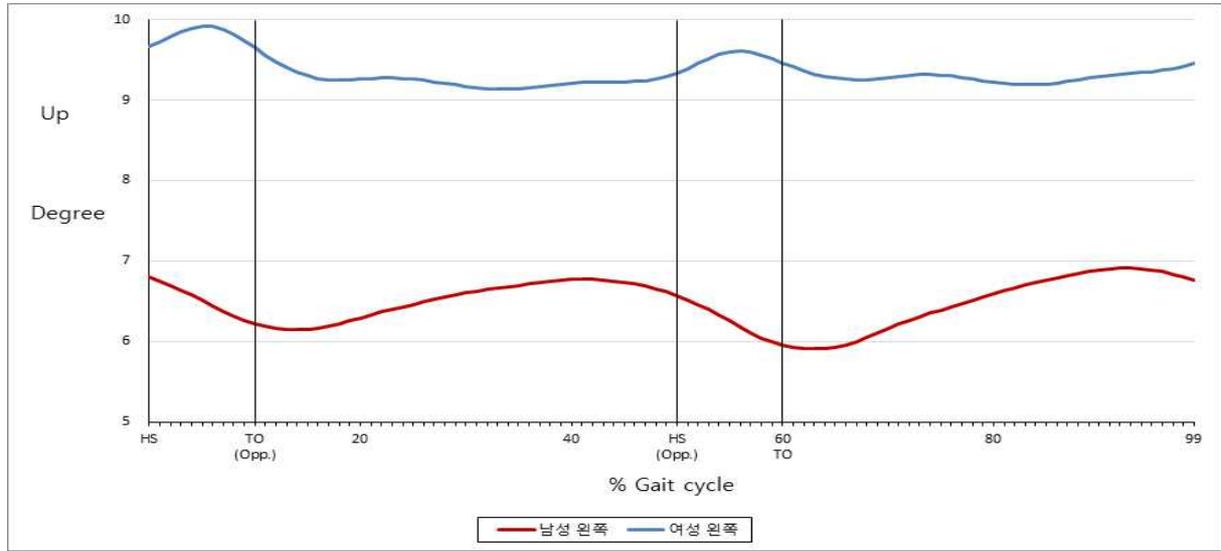


Fig. 10. Pelvic tilt of left foot on sagittal plane(male & female)

수평면에서의 성별간 오른쪽과 왼쪽의 골반경사를 살펴보면 <Table 14>, <Table 15>, <Fig. 11>, <Fig. 12>와 같다. 오른쪽 골반의 경우 단일지지구간인 약 32%까지는 여성이 남성에 비해 높은 값을 나타냈으나 그 이후에는 남성이 여성보다 높은 값을 나타냈다. 이는 여성이 남성에 비해 안쪽과 바깥쪽으로 더 많이 골반을 회전하는 것을 의미한다. 그러나 통계분석에서는 toe-off 지점에서만 유의한 차이가 나타났을 뿐 다른 지점에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 특히 최저점(1st arrow)에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 왼쪽 골반의 경우는 유각구간 직전인 약 59%때까지 여성이 높은 값을 나타내다가 이후 80%까지 낮은 값을

나타낸 후 다시 높은 값을 나타냈다. 여성이 남성 보다 왼쪽 골반이 안쪽으로 더 많이 움직이는 것으로 나타났다. 통계분석 결과 반대쪽 발의 toe-off 지점에서만 유의한 차이가 나타났을 뿐 다른 분석지점에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

왼쪽 골반의 경우는 유각구간 직전인 약 59%때까지 여성이 높은 값을 나타내다가 이후 80%까지 낮은 값을 나타낸 후 다시 높은 값을 나타냈다. 여성이 남성 보다 왼쪽 골반이 안쪽으로 더 많이 움직이는 것으로 나타났다. 통계분석 결과 반대쪽 발의 toe-off 지점에서만 유의한 차이가 나타났을 뿐 다른 분석지점에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 14. Descriptive statistic and t-test for right pelvic tilt on horizontal plane(male & female)

Event		N	M	SD	t	df	p
Heel-strike(°)	Male	34	5.520	2.490	.130	68	.897
	Female	36	5.440	2.660			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	3.668	2.211	-0.845	68	.401
	Female	36	4.138	2.427			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	-5.635	3.433	1.859	68	.067
	Female	36	-7.084	3.089			
Toe-off(°)	Male	34	-4.084	3.125	2.708	59.994	.009
	Female	36	-5.860	2.268			
1st arrow(°)	Male	34	-5.707	3.426	1.880	68	.064
	Female	36	-7.161	3.040			

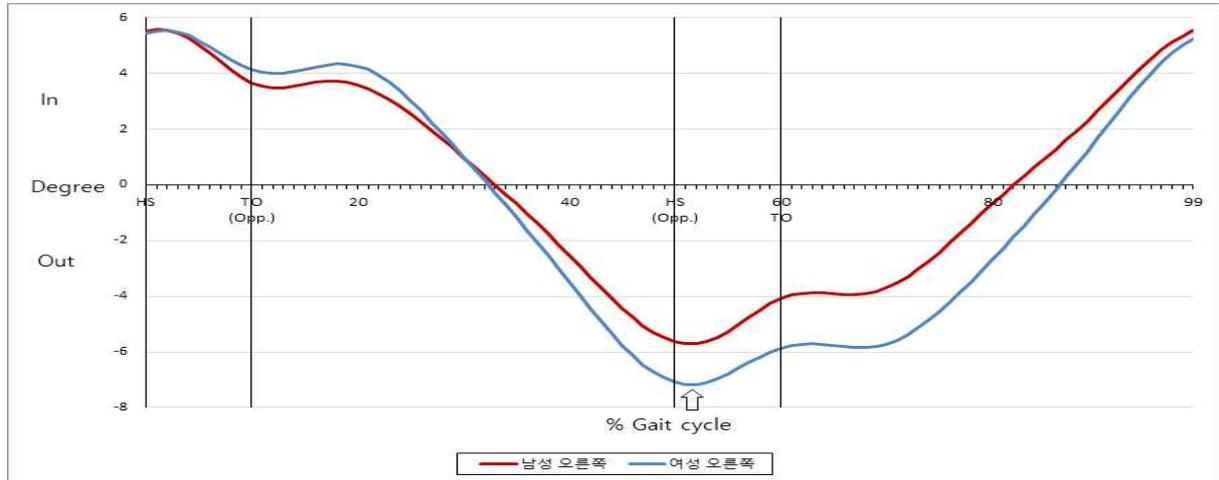


Fig. 11. Pelvic tilt of right foot on horizontal plane(male & female)

Table 15. Descriptive statistic and *t*-test for left pelvic tilt on horizontal plane(male & female)

Event		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heel-strike(°)	Male	34	5.722	3.376	-1.806	68	.075
	Female	36	7.080	2.911			
Toe-off of opposite foot(°)	Male	34	4.138	3.097	-2.677	58.852	.010
	Female	36	5.859	2.174			
Heel-strike of opposite foot(°)	Male	34	-5.610	2.448	-.598	68	.552
	Female	36	-5.246	2.632			
Toe-off(°)	Male	34	-3.845	2.257	.201	68	.841
	Female	36	-3.957	2.378			
1st arrow(°)	Male	34	-5.666	2.469	-.584	68	.561
	Female	36	-5.309	2.633			

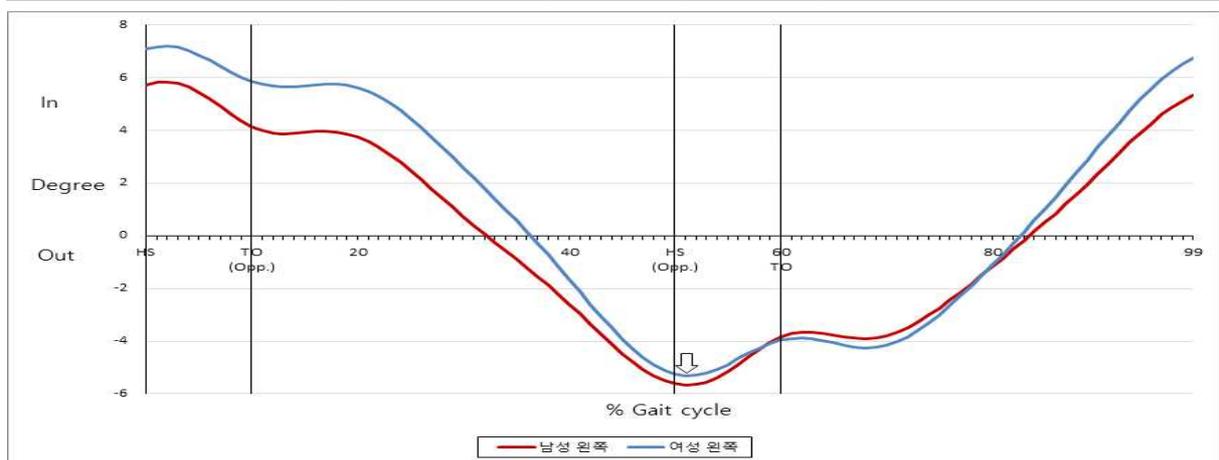


Fig. 12. Pelvic tilt of left foot on horizontal plane(male & female)

## 논 의

본 연구는 한국인 20대 남·여의 정상보행 기준 데이터 및 특성을 제시하기 위해서 수행되었다. 시·공간 변인의 경우 비표준화 자료와 표준화된 자료를 모두 분석해 본 결과 비표준화 자료와 표준화된 자료간의 분석결과가 다르게 나타남을 확인하였다. 따라서 기존 국내 연구들 중 표준화 과정을 거치지 않은 분석 결과들은 달라질 수 있다. 국·내외 보행 연구들을 살펴보면, 보행 특성과 관련된 연구들은 상당수가 존재하나 기준 데이터 수립을 목적으로 하는 연구는 매우 드문 상황이다. 이로 인해 기존 연구들의 대부분이 보행 변인에 대한 표준화 방법이 서로 다를 뿐만 아니라 표준화 방법을 기술하지 않는 경우도 상당수 있다. 또한 피험자 선정에 있어 인종별 또는 국가별 표준체형에 기반하고 있지 않아 인종별 국가별 고유의 보행 특성을 분석·비교하는데 어려움이 있다. 더욱이 보행연구에서 대부분 오른쪽 발을 대상으로 하거나 또는 오른발과 왼발을 구별하지 않고 분석하고 있어 본 연구결과와 비교하는데 어려움이 있다. 기존 연구들이 오른발과 왼발을 구별하지 않는 것은 아마도 오른발과 왼발의 보행동작이 동일할 것이라고 보고 있기 때문인데 본 연구의 결과에서 보여준 바와 같이 오른발과 왼발의 보행 동작에는 차이가 있으며 성별 간에도 오른발과 왼발의 사용 전략이 다를 수 있다. 이 같은 비교상의 어려움에도 불구하고 본 연구결과와 신뢰도와 타당도를 확보하기 위해서 최대한 비교 가능한 기존 연구결과들과 상호 비교하였다.

Auvinet et al.(2002)는 정상인에 대한 보행 기준 데이터를 목적으로 수행한 연구에서 20-98세의 여성 144명과 남성 138명을 대상으로 하였으며, 20대에 해당하는 피험자 수는 남성 24명, 여성 25명이었다. 변인 계산 방법과 실험 과정이 본 연구와 차이가 있어 직접 비교하기에는 무리가 있으나 가능한 부분만을 선택하여 비교하고자 한다. Auvinet의 연구에서 남성과 여성의 보행속도는 각각 1.59m/s, 1.54m/s로 보고하였으나 본 연구에서는 남성과 여성 각각 약 1.31m/s, 1.20m/s였다. 양쪽 연구 모두 자기 보행 속도로 실험을 수행한 점을 고려하면 외국인과 한국인 간에 차이가 있다고 생각할 수 있으나 Auvinet의 피험자들이 해당 연령대의 표

준체형인지에 대한 내용이 없어 분명한 차이로 결정하기에는 무리가 있다. 활보장과 관련해서도 Auvinet의 연구에서는 남성과 여성이 각각 1.64m, 1.49m이었으나 본 연구에서는 각각 약 1.38m, 1.24m로 나타났다. Auvinet의 연구에서 보행속도와 활보장에서 남녀 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였으며 이러한 결과는 본 연구결과와도 동일한 것이다. Al-Obaidi et al.(2003)도 기준 데이터를 목적으로 쿠웨이트와 스칸디나비아 20-29세의 피험자 30명을 대상으로 시·공간 변인들을 수집하는 연구를 수행하였다. Al-Obaidi는 그의 연구에서 자신들의 연구결과가 스웨덴인들의 데이터와 차이가 있다고 하였으며 문화적인 차이가 이 같은 차이의 원인일수 있다고 하며 인종에 따른 정상보행 데이터베이스를 구축할 필요가 있다고 하였다. 그의 연구에서는 스웨덴과 스칸디나비아인을 함께 사용하고 있어 의미상에 혼돈이 있다. 그의 연구결과에 따르면, 보행속도가 스웨덴의 경우 남성과 여성 각각 1.227m/s, 1.241m/s로, 쿠웨이트의 경우 남성과 여성이 각각 1.217m/s, 1.082m/s로 보고하면서 여성의 경우 쿠웨이트와 스칸디나비아인 간에 통계적으로 유의한 차이가 있다고 하였다. 본 연구와 비교하면 남성의 경우, 한국 남성이 스웨덴, 쿠웨이트 보다 빠르고 여성의 경우에는 스웨덴 보다는 느리지만 쿠웨이트 보다는 빠른 것으로 나타났다. 보장의 경우에는 스웨덴이 남녀 각각 0.616, 0.591이었고, 쿠웨이트는 남녀 각각 0.702, 0.625로 보고하였으며 본 연구에서는 남녀 각각 약 0.69, 0.62로 스웨덴 보다는 길고 쿠웨이트 보다는 짧은 것으로 나타났다. 분속수의 경우 Al-Obaidi는 초당 스텝수로 보고하였으며, 스웨덴 남녀 각각 1.98, 2.08이었고, 쿠웨이트는 남녀 동일하게 1.73으로 보고하였으며 본 연구에서는 남녀 각각 1.9, 1.93으로 나타나 쿠웨이트 보다는 높고 스웨덴 보다는 작은 것으로 나타났다.

한국인을 대상으로 한 연구로는 Cho et al.(2004)의 연구가 있으며 남성 51명과 여성 47명을 대상으로 수행되었다. 기준 데이터 수립이 아닌 성별간 비교를 목적으로 수행되었으며, 한국인 표준체형을 고려하지 않았다는 점이 있으나 연령대 및 피험자 수를 고려할 때 비교 가능한 연구결과라 판단하여 본 연구와 비교 검토하였다. Cho의 연구에서는 지지시간비율, 이중지지시간비

을, 분속수에서 성별간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였으며 보행속도와 활보장에서는 성별간에 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다. Cho의 연구는 표준화 과정을 수행하였기 때문에 본 연구의 표준화 자료와 비교하면, 분속수와 보행속도에서 유의한 차이가 있는 것으로, 활보장은 오른발의 경우 차이가 있는 것으로 나타났기 때문에 분속수는 본 연구와 다른 결과이지만 보행속도와 활보장은 본 연구와 동일한 결과이다. Cho가 보고한 골반 경사에 대한 결과와 비교하면, 시상면에서 여성의 골반이 보행주기 전반에 걸쳐 더 높은 값을 유지하며 통계적으로도 유의한 차이가 있다는 본 연구와 동일한 결과를 보고하고 있으며, 관상면에서 여성이 남성보다 위/아래 움직임이 심하다는 결과는 같으나 통계적 유의성에는 다른 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 일부 분석 시점에서만 유의한 차이가 나타났으나 Cho의 연구에서는 최고점과 최저점에서 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다. 수평면에서의 골반 움직임도 관상면에서와 동일하게 본 연구에서는 일부 시점에서만 유의한 차이가 나타났으나 Cho의 연구에서는 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였다. Cho의 연구결과와 전반적으로 비교하면 동일한 결과와 다른 결과가 혼재하고 있는데 이는 피험자의 신체적 특성과 한국인 표준체형과의 편차 등이 복합적으로 작용하여 분석 변인들의 분산에 영향을 주어 나타난 결과라고 생각된다.

한국인과 서양인의 보행 특성을 비교하는 연구로는 Ryu(2006)의 연구가 있다. Ryu는 한국인 표준체형에 맞춰 20명의 남성과 12명의 여성을 피험자로 하여 보행변인에 대해서 외국 연구 결과들과 비교를 수행하였다. Ryu의 연구에서는 분속수와 지지시간비율을 제외한 다른 시·공간 변인에서 남성이 여성보다 큰 값을 나타냈다고 하였으나 본 연구에서는 비표준화 자료의 경우 분속수에서 동일한 결과가 나왔으나 표준화 자료에서는 남성이 더 큰 값을 나타냈다. 통계적 분석에서도 Ryu는 보장, 활보장, 보행속도에서 성별간에 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였으나 본 연구에서는 비표준화 자료에서는 동일한 결과가 나왔고, 표준화 자료에서는 오른발의 경우는 동일한 결과가 왼발의 경우에는 보장과 활보장에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

전체적으로 기존 연구결과들과의 비교를 살펴볼 때

동일한 결과와 다른 결과가 상존하고 있음을 알 수 있으며, 이는 상기에서 밝힌 바와 같이 서로 다른 피험자 선정 방법과 분석 방법에 기인한다고 할 수 있다. 본 연구는 기준 데이터 수립에 목적이 있는 바 이와 관련하여 한국인의 표준체형에 맞는 피험자 선정 및 표준화 과정을 수행하여 보행변인들에 대한 자세한 통계량까지 제시하고 있어 향후 유사 목적의 연구 및 관련 영역에서 사용될 수 있을 것으로 생각한다. 표본 크기의 경우 본 연구에서는 정규분포를 가정할 수 있는 최소 인원인 30명 이상으로 하였고 검정력 테스트도 수행하였으나 절대적인 인원수 측면에서는 부족함이 있을 수 있다.

## 결론

본 연구는 한국인 20대 남·여의 정상보행 기준 데이터 및 특성을 제시하기 위해서 수행되었다. 연구 목적을 달성하기 위해 표준체형에 맞춰 피험자들을 선정하였으며, 정규분포를 가정할 수 있는 피험자 수로 구성되었다. 국내 보행 관련 연구들이 표준화 과정을 수행하지 않은 경우가 많아 비표준화 분석결과와 표준화 분석결과 모두를 제시하였다. 국제적으로도 각국의 정상보행 기준 데이터 관련 연구는 그 수가 제한적이며 각 연구들마다 본 연구와 다른 조건에서 수행·분석되어 직접적인 비교는 어려운 상황이나 가능한 범위에서 분석해본 결과, 외국인과의 차이는 분명히 있는 것으로 나타났으며, 활보장의 경우는 외국인의 경우가 더 크게 나타났고, 보행속도와 활보장의 경우 남·여 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것은 동일하게 나타났다. 한국인의 경우 남성은 스웨덴, 쿠웨이트 보다 빠르고 여성은 스웨덴 보다는 느리지만 쿠웨이트 보다는 빠른 것으로 나타났다. 분속수의 경우는 남·여 모두 쿠웨이트 보다는 높고 스웨덴 보다는 작은 것으로 나타났다. 골반 경사의 경우는 한국인을 대상으로 한 다른 연구인 Cho et al.(2004)의 연구와 전반적으로 유사한 결과를 보였지만 부분적으로 통계적 분석에서 차이가 나타났고, 외국인과 비교한 Ryu(2006)의 연구 결과와는 시·공간 변인에서 비표준화 자료를 대상으로 할 때는 전반적으로 동일한 결과가 나타났으나 표준화 자료를 대상으로 했을

때는 다른 결과가 나타났다. 통계적 분석에서도 비표준화 자료를 대상으로 했을 때는 동일한 결과가 나왔고 비표준화 자료를 대상으로 했을 때는 왼발의 보장과 활보장에서 성별 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 종합적으로 연구결과를 고려해 볼 때 한국인의 정상보행 패턴은 외국인과 차이가 있는 것으로 분석되었으며 한국인 내에서도 성별 간, 왼발과 오른발 간 차이가 있는 것으로 나타나 인종에 따른 정상보행 데이터베이스를 구축할 필요가 있다고 주장한 Al-Obaidi et al.(2003)의 의견에 동의하며 향후 지속적인 연구를 통해 한국인의 정상보행 데이터를 축적할 필요가 있다고 생각한다. 또한 어린이와 노인들에 해당하는 연령대의 데이터도 축적할 필요가 있다. 데이터가 지속적으로 축적된다면 현재 운동역학 분야에서 사용되고 있는 외국 실험 장비의 보행 모델에 외국인의 데이터가 아닌 한국인의 데이터를 사용함으로써 분석의 정확도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 스포츠의학 분야의 보행 관련 진단과 처방 및 재활의 정확성 향상에도 도움이 될 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- Al-Obaidi, S., Wall, J. C., Al-Yaqoub, A., & Al-Ghanim, M. (2003). Basic gait parameters: a comparison of reference data for normal subjects 20 to 29 years of age from Kuwait and Scandinavia. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 40(4), 361-366. Retrieved from [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub\\_med/15074447](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub_med/15074447)
- Auvinet, B., Berrut, G., Touzard, C., Moutel, L., Collet, N., Chaleil, D., & Barrey, E. (2002). Reference data for normal subjects obtained with an accelerometric device. *Gait & Posture*, 16(2), 124-134. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12297254>
- Carty, C. P., & Bennett, M. B. (2009). The use of dimensionless scaling strategies in gait analysis. *Human Movement Science*, 28(2), 218-225. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2009.01.004>
- Chester, V. L., & Wrigley, A. T. (2008). The identification of age-related differences in kinetic gait parameters using principal component analysis. *Clinical Biomechanics*, 23(2), 212-220. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.09.007>
- Cho, S. H., Park, J. M., & Kwon, O. Y. (2004). Gender differences in three dimensional gait analysis data from 98 healthy Korean adults. *Clinical Biomechanics*, 19(2), 145-152. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2003.10.003>
- Chung, C. Y., Park, M. S., Choi, I. H., Cho, T. J., Yoo, W. J., & Kim, J. Y. (2005). Three dimensional gait analysis in normal Korean. *J. of Korean Orthop. Assoc.*, 40(1), 83-88. Retrieved from <http://www.koreamed.org/SearchBasic.php?RID=0043JKOA/2005.40.1.83&DT=1>
- Da Costa, S. G., & Denucci, S. M. (1994). Study of the Brazilian population normal gait pattern a preliminary work. *Gait & Posture*, 2(1), 51. [http://doi.org/10.1016/0966-6362\(94\)90035-3](http://doi.org/10.1016/0966-6362(94)90035-3)
- Doyo, W., Kozakai, R., Kim, H.-Y., Ando, F., & Shimokata, H. (2011). Spatiotemporal components of the 3-D gait analysis of community-dwelling middle-aged and elderly Japanese: age- and sex-related differences. *Geriatrics & Gerontology International*, 11(1), 39-49. <http://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2010.00632.x>
- Hof, A. L. (1996). Scaling gait data to body size. *Gait & Posture*, 4(3), 222-223.
- Ko, S. U., Tolea, M. I., Hausdorff, J. M., & Ferrucci, L. (2011). Sex-specific differences in gait patterns of healthy older adults: results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of Biomechanics*, 44(10), 1974-1979. <http://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2011.05.005>
- Lee, H. S. (2013). Analysis of spatiotemporal gait parameters for 20s Korean women and effect of dimensionless-number. *The Korean Journal of Physical Education*, 52(3), 495-505.
- Lee, H. S. (2014). Effect of dimensionless number and analysis of gait pattern by gender. *The Korean Journal of Physical Education*, 53(5), 521-531.
- Lim, W. S., Ryu, T. B., Choi, H. W., Choi, H. S., & Chung, M. K. (2006). A comparison of gait characteristics between Korean and Western young people. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 25(2), 33-41.
- Moisio, K. C., Sumner, D. R., Shott, S., & Hurwitz, D. E. (2003). Normalization of joint moments during gait: a comparison of two techniques. *Journal of Biomechanics*, 36(4), 599-603. [http://doi.org/10.1016/S0021-9290\(02\)00433-5](http://doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00433-5)
- Öberg, T., Karsznia, A., & Öberg, K. (1993). Basic gait parameters: reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 30(2), 210-223. Retrieved from <http://www.rehab.research>

- va.gov/jour/93/30/2/pdf/oberg.pdf
- Öberg, T., Karsznia, A., & Öberg, K. (1994). Joint angle parameters in gait : Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 31(3), 199-213.
- Ryu, T., Choi, H. S., Choi, H. W., & Chung, M. K. (2006). A comparison of gait characteristics between Korean and Western people for establishing Korean gait reference data. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(12), 1023-1030. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2006.09.013>
- Stansfield, B. W., Hillman, S. J., Hazlewood, M. E., Lawson, A. M., Mann, A. M., Loudon, I. R., & Robb, J. E. (2003). *Normalisation of gait data in children. Gait & Posture*, 17(1), 81-87. Retrieved from [http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12535730](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12535730)

## 한국 20대 성인의 정상보행 기준 데이터 수립과 특성 분석 Part 1: 시공간 변인 및 골반경사

이현섭(고려대학교)

본 연구의 목적은 한국인 20대 성인의 정상보행 기준 데이터 수립 및 특성을 제시하는데 있으며 1차로 시·공간 변인과 골반 경사 변인에 대해서 제시하고자 작성되었다. 피험자는 기술표준원에서 제시하고 있는 한국인 표준체형에 맞춰 남성 34명과 여성 36명을 선정하였고 표본크기는 검정력 분석 프로그램인 GPower를 이용하여 계산되었으며 실제 검정력은 80.7%로 나타났다. 실험에 사용된 장비는 3차원 영상장비와 지면반력기였으며, 8대의 카메라로 120frames/sec 속도로 촬영되었다. 지면반력기의 sampling rate는 1200Hz로 설정하였다. 분석은 성별내(오른발과 왼발) 분석과, 성별간(남성과 여성) 분석을 모두 수행하였다. 본 연구 결과를 통해 표준화 여부에 따라 통계학적 분석 결과가 달라짐을 확인하였다. 따라서 보행연구에서 변인들에 대한 표준화는 매우 중요한 부분이라 할 수 있다. 시공간변인과 관련하여 여성은 오른발과 왼발에 차이가 없었으나 남성은 지지시간비율과 유각시간지율에 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 여성이 양쪽 발을 보다 유사하게 사용하는 것으로 분석됐다. 성별간의 차이 분석에서는 양발에 따라 다른 결과가 나왔으나 보행속도와 분속수에서는 양쪽 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 골반 경사의 경우 남성은 관상면에서만 오른쪽과 왼쪽간에 유의한 차이가 있었으나 여성은 관상면과 수평면에서도 차이가 있는 것으로 나타났다. 성별간 비교에서는 시상면에서 오른쪽과 왼쪽 모두 유의한 차이가 나타났으며, 관상면에서는 유의한 차이가 없었고 수평면에서는 오른쪽의 경우 toe-off 시점, 왼쪽의 경우 toe-off(Opp.) 시점에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 외국 연구와의 비교에서도 한국인의 정상보행 패턴은 외국인과 차이가 있는 것으로 나타나 인종에 따른 정상보행 데이터베이스를 구축할 필요가 있는 것으로 생각된다.

**주요어:** 정상보행패턴, 시공간변인, 골반, 기준 데이터 한국인