



임신기간 중 계단의 단너비에 따른 임신부 양발 보행의 생체역학적 변화

Biomechanical Alterations in Gait of Stair Decent with Different Treads during Pregnancy

하종규*(서울여자대학교)

Hah, Chong-Ku*(Seoul Women's University)

국문요약

계단 하강보행에서의 임신부 낙상은 임신부와 태아에게 치명적인 영향을 미친다. 이 연구는 임신기간 중 계단의 단 너비 변화에 따른 임신부 양발 보행의 생체역학적 변화를 구명하는 것이다. 이 실험을 위하여 건강한 임신부 9명이 참가하였고 Qualisys사의 Proreflex MCU-240 카메라 7대와 Kistler사의 Type 9286AA 지면반력기 2대를 설치하여 상호 동조하여 실험하였으며 연구변인은 Visual 3D(C-motion Inc., USA)를 사용하여 인체를 모델링 한 후 산출하였다. 임신기간이 경과됨에 분당 활보장수는 감소한 반면 활보장 주기는 증가하였으며 양발의 슬관절 모멘트 차이가 작아졌다. 그리고 단너비가 넓어질수록 속력과 활보장 길이가 증가하였다. 단너비에 따른 하지 관절모멘트는 각 관절마다 고유한 패턴을 보였으며 고관절 모멘트는 주로 양발의 비대칭성 패턴을 보였고 슬관절 및 족관절은 대칭적인 패턴을 보였다. 그리고 임신기간이 경과됨에 따라 좌·우측의 최대·최소 슬관절 모멘트의 차이가 작아졌다. 이러한 결과들은 임신부가 신체변화에 적응하면서 안전성의 최대화를 위하여 자신의 고유한 보행패턴을 생성하는 자기적응화 과정을 지속적으로 유지하면서 변화한다고 할 수 있다.

ABSTRACT

C. K. HAH, **Biomechanical Alterations in Gait of Stair Decent with Different Treads during Pregnancy.** *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 19, No. 2, pp. 205-215, 2009. The purpose of this study is to investigate alterations of pregnant gait by means of 3 different treads of stairs. 9 subjects (body masses; 59.41±7.49, 64.03±6.65, 67.26±7.58, heights; 160.50±6.35 ages; 31.22±2.99; parity; 1.67±0.71) participated in three experiments that were divided by physiological symptoms (the early(0-15 weeks), middle(16-27 weeks) and last(18-39 weeks)), and walked at self-selected pace on 4 staircases 3 trials. As extending the pregnancy period, cadence was shorter but cycle time was longer more and more and the difference of maximum and minimum moments between right and left knee joint moment was smaller. With the treads of stair decent lengthening, speed and stride lengths were increased. As extending the treads of stair decent, joint moments of both feet were particular traits, hip joint was asymmetric but joint moments of knee and ankle were symmetric. These findings may account for relation between the treads of stair and moments and suggest that women may adapt their gait to maximize stability and to control gait motion for themselves in pregnant women.

KEYWORDS : PREGNANT GAIT, STAIR DECENT, JOINT MOMENT, INVERSE DYNAMICS

이 논문은 2008년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

*Corresponding Author : 하종규

서울특별시 노원구 공릉2동 서울여자대학교 자연과학연구소

Tel: 010-2377-9494 / Fax: 02-970-7741

E-mail : kuya-hah@hanmail.net

I. 서론

우리나라의 합계 출산율(TFR)은 2007년 1.26명으로 특정 국가의 인구를 유지하는데 필요한 합계 출산율 2.1명에 미치지 못하는 현실이며(통계청, 2008) 현재의 출산율을 유지한다면 향후 2020년의 우리나라의 인구증가율은 0.02%로 인구가 감소할 것이다(통계청, 2006). 이러한 저출산은 경제활동 인구의 감소로 이어져 심각한 사회문제를 야기할 것이다.

우리나라는 도시주택의 부족과 택지면적의 협소함으로 인하여 주거의 중·고층화, 집단화 현상으로 계단이 증가하고 있다(김동현, 2003). 계단은 사람이 수직적으로 이동하는 경로라 할 수 있으며 평지보행의 수평이동과는 달리 편의성(Amenity)과 안전성(Safety)을 도모하는 것이 계단설계의 중요한 점이다(김영수와 강병근, 2003). 그리고 계단보행은 평지보행에 비해 큰 하지관절의 모멘트와 운동범위가 요구됨에도 불구하고(Andriacci, Calante와 Fermier, 1982; Andriacchi 와 Mikosz, 1991), 우리나라의 임산부들은 비임산부를 대상으로 설계한 계단에서 일상생활을 영위하여야 하므로 계단보행의 위험성을 내포하고 있다.

임산부 보행에 관한 국내외 연구는 평지보행이 주류를 이루어왔다. 이러한 연구를 살펴보면 Lymbery와 Gilleard(2005)는 임산부가 임신말기(38주 대비 출산 후 8주)의 평지보행에서 출산 후에 보간의 너비가 넓어지고 지지구면의 내측 지면반력이 증가한다고 하였다. 그리고 건강한 임산부와 불임여성의 보행을 비교한 결과 운동학적 요인들은 서로 유사하였으나 속보에서 요구되는 골반과 흉곽의 회전협응은 임산부가 불임여성보다 어려워진다고 하였다(Wu, Meijer, Lamothe, Uegaki, van Dieën, Wuisman, de Vries, Beek, 2004).

미국의 임산부 약 4,000명을 대상으로 조사한 결과 임신기간 동안에 주요한 외상의 원인이 낙상이며 약 27%가 임신 기간 동안에 최소한 한 번의 낙상을 경험하였다고 하며 이중 약 2.5% 정도는 임신기간 중의 낙상으로 인하여 사회·경제활동을 하지 못하였다고 언급하였다. 또한, 임산부가 임신기간 동안 낙상 및 부상을 입은 비율이 65세 이상의 노인들이 겪는 낙상 및 부상

을 입는 비율과 유사하다고 하였다. 그럼에도 불구하고 경제 활동하는 임산부 낙상의 유병율과 위험요인에 대한 정보는 매우 부족하며 연구의 필요성이 시급하다고 하다고 지적하였다(Dunning, LeMasters, Levin, Bhattacharya, Alterman과 Lordo, 2003). 그리고 금명숙(2003)은 임신말기와 출산 후의 하지 관절모멘트를 비교한 결과 다른 모멘트가 작용한다고 하였다.

김용환과 이문보(1997)는 계단사고의 원인 및 기인요소에 관한 연구에서 계단에서의 승·하강동작에 따른 사고는 전체 사고건수 84건 중 53건(63.1%)이 계단을 내려갈 때 사고가 발생한다고 하였으며 특히, 내리막 계단에서의 임산부 낙상은 치명적으로 아이의 유산을 초래하기도 한다. 이는 출산율의 감소로 이어져 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

여성은 임신을 함으로써 릴렉신(relaxin) 등 출산 촉진 호르몬이 분비돼 인대가 이완되면서 관절의 유동성이 생기므로 관절 모멘트에 영향을 미치게 되고 배가 불러오면서 평균 10~15 Kg 정도 늘어남에 따라 체중의 중심이 앞으로 이동해 신체 균형의 변화를 야기시킨다. 이러한 해부학적 신체 변화로 인한 그릇된 보행패턴은 낙상으로 인한 조산의 위험성과 극단적인 경우 태아가 사망하는 경우가 야기된다. 또한, 임신기간 동안의 잘못된 보행 습관이 분만 후 고착되어 신체의 해부학적 변형으로 심각한 근골격계 질환을 초래할 수도 있다(삼성출판사 편집부, 2001).

국내의 임산부 연구는 주로 평지보행을 통한 편측발 연구라는 제한점을 가지고 있으며 내리막 계단보행 시 양발에 관한 종단적 연구는 매우 미진한 현실이다. 그러므로 임신기간 중 단너비에 따른 양발의 보행특성을 규명하여 낙상예방에 일조하고자 한다.

II. 연구방법

1. 대상자의 특성

대상자는 9명의 임산부로 인체의 생리적 변화에 따라 임신기간을 초기 (1차 : 0 - 15주), 중기 (2차 : 16 -

표 1. 대상자의 신체적 특성

구분	체질량(kg)			신장(cm)	나이(yrs)	출산횟수
	1차	2차	3차			
M	59.4	64.0	67.2	160.5	31.2	1.67
SD	7.49	6.65	7.58	6.35	2.99	0.71

27) 및 말기 (3차 : 18 - 39주)로 구분한 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 연구 문제

임신기간 중 단너비에 따른 내리막 계단보행 시 보행 특성을 분석하기 위한 연구문제는 다음과 같이 선정하였다.

1. 보속(Speed), 활보장 너비(Stride width) 및 길이(Stride length), 활보장 주기(Cycle time) 및 분당 활보장수(Cadence) 분석
2. 양발의 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트의 패턴 비교
3. 단너비에 따른 양발의 국면별 최대·최소 모멘트 비교

3. 실험 절차 및 방법

연구 대상자들에게 실험의 필요성, 목적 및 실험 절차를 충분히 설명하고 참여 동의를 득한 후 가장 자연스러운 동작을 유도하기 위해 개인에게 적합한 연습을 실시하였다.

계단을 내려갈 동작을 촬영하기 위하여 진행 방향으로 카메라를 정면에 1대, 전 측면에 2대, 후 측면에 2대, 양 측 가운데 2대, 총 7대의 적외선 카메라(Proreflex MCU-240, Qualisys Com.)와 지면반력 자료를 수집하기 위하여 지면반력기(Type 9286A, Kistler) 2대를 설치한 다음 L자 프레임을 기준으로 기준좌표계를 생성하고 T자형 완더 바(Wander bar)를 이용하여 동작범위를 설정하였다. 이때 카메라 간 동조(synchronize)는 컴퓨터에 의해 통제되었으며, 카메라와 지면반력기의 샘플링

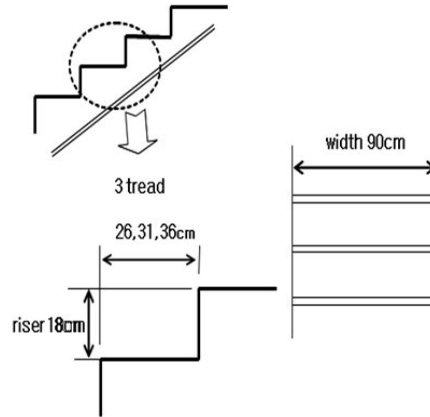


그림 1. 계단 규격

율은 각각 100Hz와 1000Hz로 설정하였다.

실험 전 임신부들에게 신체에 밀착되는 소매 없는 상의와 반바지를 착용시킨 후 총 52개 마커를 부착하였다. 보행 측정에 앞서 대상자의 신체의 해부학적 상태를 고려한 자료를 추출하기 위해 실험 전 스탠딩 캘리브레이션(standing calibration)을 한 후 실험을 실시하였다. 또한 실험 시 대상자의 자연스러운 보행특성을 유도하기 위하여 자신의 선호속도로 실시하였다.

또한 실험에 사용한 계단의 규격은 건축법 시행령 48조에 의거 단 높이 (riser) 18cm기준으로 단너비 (tread)를 26cm, 31cm, 36cm로 변형할 수 있는 단너비 (width) 90cm의 2, 3계단에 지면반력기를 삽입한 4계단을 제작하여 사용 하였다.

4. 인체 관절점의 좌표화



그림 2. 마커 부착위치

인체 관절점은 NLT(Nonlinear transformation) 방식으로 3차원 좌표화하였고 Visual-3D(C-motion Inc., USA)의 마커 시스템에 준하여 <그림 2>같이 52개 마커를 부착하였다.

5. 국면 및 이벤트

대상자가 맨발로 계단보행 3회 수행 시 양발 (좌·우 측발 순으로)의 초기 앞꿈치 접지순간 (FTC)부터 발앞꿈치 재접지 순간 (STC)까지, 즉 1 스트라이드 구간으로 하였으며 이벤트와 국면구분은 다음과 같다.

- 국면1 (초기 접지 구간): E1 (앞꿈치 접지순간 TC) - E2 (발바닥 접지 순간 FF),
- 국면2 (중지 구간): E2 (발바닥 접지순간 FF) - E3 (뒤꿈치 들림순간 HO),
- 국면3 (추진 구간): E3 (뒤꿈치 들림순간 HO) - E4 (발가락 들림순간 TO)
- 국면4 (재접지 구간): E4 (발가락 들림순간 TO) - E5 (앞꿈치 재접지 순간 STC)

6. 자료 및 통계처리

원자료 획득을 위한 자료처리는 Qualisys System의 QTM(Motion Capture Software)과 Kistler사의 Bioware를 이용하여 획득하였다. 그리고 연구변인은 Visual-3D software(C-motion Inc., USA)를 사용하여 인체를 모델링 한 후 산출한 평균치를 사용하였다. 이때 관절모멘트는 역 동역학 방법(inverse dynamic method)으로 구하였으며 SPSS16.0을 이용하여 기술통계 처리하였다.

7. 연구의 한계점

- 1) 임신부의 심리적, 생리적 요인은 제한하지 못하였다.
- 2) 임신기간이 경과됨에 따라 임신부의 신체 구성이 변화 되므로 보행속도는 제한하지 않고 선호속도로 하였다.

III. 결과 및 논의

임신시기 경과와 계단의 단너비에 따른 계단보행에 대한 연구 문제의 결과는 다음과 같다.

1. 운동학적 요인 비교

<표 2>는 임신기간 중 계단의 단너비에 따른 1 활보장(stride) 구간의 운동학적 요인을 나타낸다.

임신기간이 경과됨에 분당 활보장수는 감소한 반면 활보장 주기는 증가하였다. 이는 임신부의 체중증가와 복부의 부피증가로 인하여 전 방향의 착지지점을 확보하는데 시각적인 어려움과 낙상에 대한 두려움으로 조심스럽게 보행한 연유로 야기되었다고 생각된다.

임신기간 중 모든 시기에서 단너비가 넓어질수록 속력과 활보장 길이가 증가하였다. 이는 단너비의 증가로 인하여 디딤면에 발의 접촉면이 커져 지면반력을 크게 이용하여 관절을 움직인 것으로 생각된다.

표 2. 운동학적 요인

구분	단너비 (m)	speed (m/sec.)	stride wid. (m)	stride leng. (m)	cycle time (sec.)	cadence (stride/min.)
1차	0.26	0.53	0.13	0.67	1.28	47.78
	0.31	0.59	0.14	0.71	1.20	52.97
	0.36	0.65	0.13	0.83	1.27	47.19
	M	0.59	0.13	0.74	1.25	49.31
	SD	±0.06	±0.00	±0.08	±0.04	±3.18
2차	0.26	0.55	0.11	0.68	1.23	50.47
	0.31	0.56	0.11	0.74	1.31	46.88
	0.36	0.58	0.13	0.77	1.34	48.67
	M	0.56	0.11	0.73	1.30	48.68
	SD	±0.01	±0.01	±0.05	±0.05	±1.79
3차	0.26	0.51	0.12	0.68	1.32	46.88
	0.31	0.58	0.12	0.75	1.30	46.60
	0.36	0.61	0.13	0.82	1.35	45.11
	M	0.57	0.12	0.75	1.32	46.20
	SD	±0.05	±0.00	±0.07	±0.02	±0.95

2. 하지 관절모멘트 비교

좌측 발 먼저 하강하는 계단보행의 지지기 구간(TC-TO)에서의 양발 하지 관절모멘트를 체질량(body mass)로 나누어 표준화시킨 모멘트의 변화패턴은 다음과 같다.

1) 고관절 모멘트

신체 중에서 가장 크고 강한 엉덩이 주변의 20개의 고관절 근육군(편측의 대둔근, 중둔근, 소둔근, 대퇴근막장근, 이상근, 내폐쇄근, 외폐쇄근, 상쌍자근, 하쌍자근,

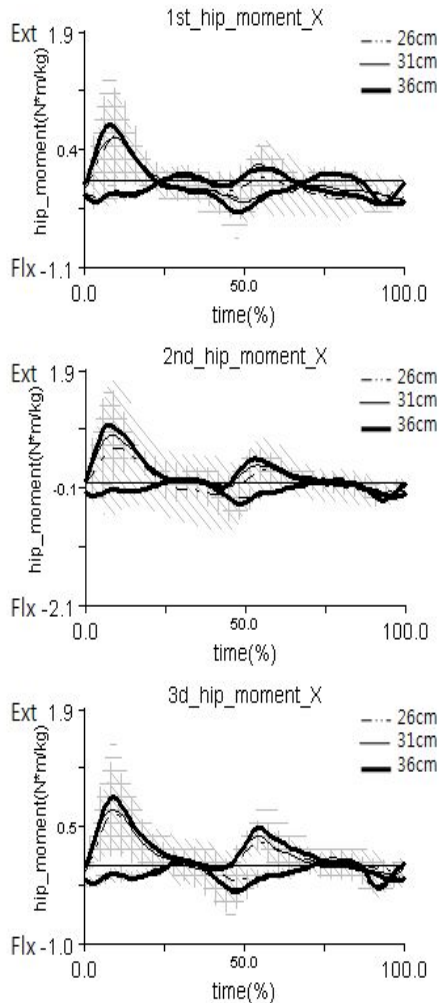


그림 3. 고관절 굴곡·신전 모멘트

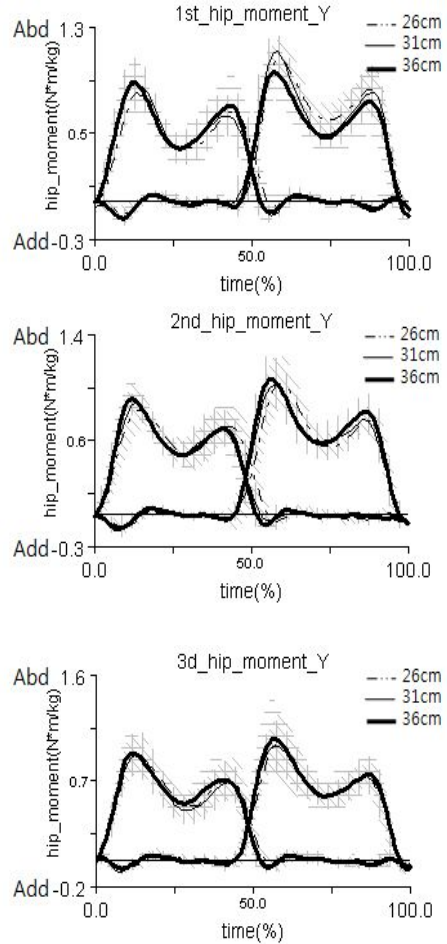


그림 4. 고관절 내전·외전 모멘트

대퇴방형근)은 고관절의 7종류의 회전동작(모멘트)을 수행하면서 하지와 상지의 힘 전도체로서 작용한다. 그리고 걷거나 달리기를 할 때 추진력을 제공한다.

(1) 굴곡·신전 모멘트(Flexion·Extension)

<그림 3>은 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 고관절의 굴곡·신전모멘트를 나타낸다. 임신기간과 단너비가 길어질수록 하강을 시작하는 좌측발(선행발)의 고관절 신전모멘트가 증가하며 굴곡모멘트는 감소하는 경향을 보였으며 후속되어지는 우측발(후속발)의 신전모멘트가 증가하는 반면 굴곡모멘트는 변화가 작았다.

선행발의 신전 모멘트가 크고 후속발의 작게 나타난

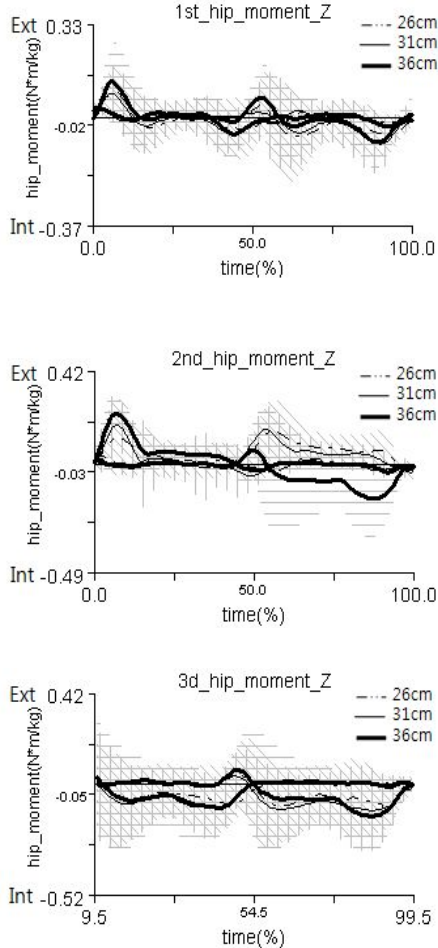


그림 5. 고관절 내/외측 회전 모멘트

것은 좌우측 고관절의 비대칭성 회전효과를 시사하며 선행발이 회전을 크게 하여 하강하는 것으로 생각된다.

이러한 현상은 임신말기(3차)에 현저하게 나타나 임신기간이 경과됨에 따라 단너비의 증가가 필요함을 시사하고 있는 것이다.

(2) 외전·내전 모멘트 (Abduction·Adduction)

<그림 4>는 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 고관절의 외전 및 내전 모멘트를 나타낸다. 양발의 전반적인 패턴은 유사하게 나타났으며 단너비가 넓어져도 모멘트의 현저한 특징은 나타나지 않았다. 임신기간이 경과 할수록 내전 모멘트는 거의 나타나지 않으며 주로 외전 모멘트가 나타났다. 그리고 후속발의 외

전 모멘트가 커지는 경향을 보였다. 이는 태아가 성장할수록 골반이 벌어져 팔자걸음의 보행패턴을 반영한 것이라 사료된다.

(3) 외측·내측 회전모멘트(External·Internal rotation)

<그림 5>는 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 고관절의 외측·내측 회전모멘트를 나타낸다. 임신초기의 양발은 내측 및 외측 회전모멘트를 나타냈으며 임신기간이 경과 할수록 양발 모두 외측회전이 거의 나타나지 않고 작은 내측회전만을 보였다. 이는 금명숙(2006)이 임신말기(9, 10개월)에서는 주로 내측회전만이 발생한다는 결과와 일치한 것으로 상체의 증가되는 부하 때문에 임신부가 낙상방지를 위하여 의도적으로 외측회전을 줄이는 것으로 생각된다. 그리고 임신 중기에 서 단너비가 커짐에 따라 선행발은 외측 회전모멘트가 커진 반면 후속발은 작은 외측 회전모멘트를 보이다가 내측회전으로 전환되는 현상(36 cm)을 보였다. 또한 임신 중기의 내측 및 외측 모멘트가 임신 초기 및 말기 보다 크게 나타난 것은 초기에는 자궁 내 태아의 안정된 착상을 위하여 말기에는 태아가 하복부로 내려와서 무게중심이 중하부로 이동하면서 내측회전이 이루어지면서 매우 조심스러운 걸음걸이로 하강하는 반면 중기에는 임신으로 인한 변화에 신체가 자기적응화 되는 것을 반영한 것으로 생각된다.

2) 슬관절 모멘트

슬관절은 신체에서 안정성 크면서도 활동성 크게 요구되어 불안정한 관절이며 특히 인간에게 있어 다른 동물들과 달리 체중부하를 이겨내는 능력이 매우 중요하게 요구된다. 무릎을 펴면 추부 인대가 긴장하여 하퇴는 대퇴와 일직선을 이루어 고정되나 무릎을 구부리면 인대가 늘어나 하퇴는 어느 정도 회전 및 내·외전이 가동되나 굴곡·신전 모멘트에 비하여 상대적으로 작으므로 제외하였다.

(1) 굴곡·신전 모멘트(Flexion·Extension)

<그림 6>은 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 슬관절의 굴곡 및 신전을 나타내며 양발의 전반적인 패턴은 모든 기간에서 지지기 초기의 약간의 굴곡

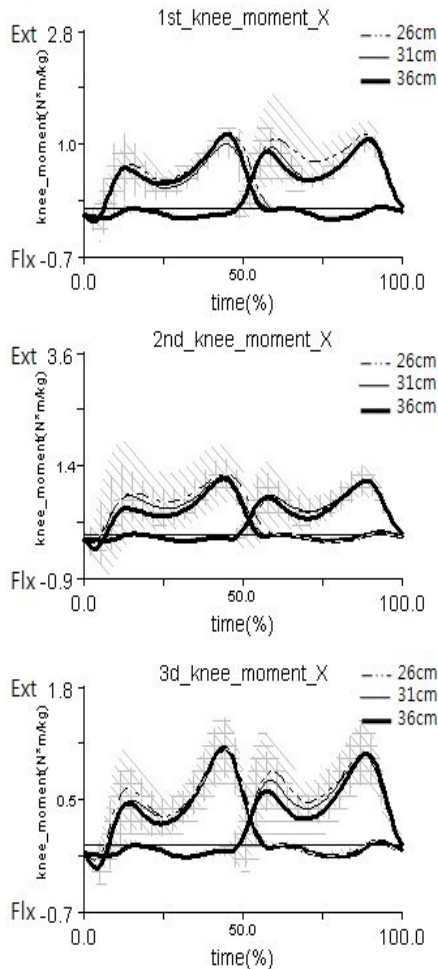


그림 6. 슬관절 굴곡/신전 모멘트

과 함께 대부분 신전을 보였다. 그리고 단너비가 넓을수록 신전 모멘트가 작아지거나 유사하게 나타났다. 이는 다른 관절 모멘트와 비교하여 단너비가 증가할수록 신전모멘트가 작아지는 것은 임신부의 체중이 증가할수록 슬관절에 미치는 부하가 커져서 태아의 안전을 위하여 미리 인지된 자각현상을 반영한 것으로 생각된다.

3) 족관절 모멘트

족관절은 걷는 동안 인체의 체중을 지탱하는 기능을 주로하며 발목을 움직이는 강력한 근육은 다리의 앞뒤 부분에 위치하며 배측굴곡보다는 저측굴곡이 크게 작용하여 모멘트를 생성한다.

(1) 저측·배측 굴곡모멘트(Dorsal·Plantar Flexion)

<그림 7>은 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 족관절의 저측 및 배측 굴곡모멘트를 나타낸다. 임신기간이 경과 될수록 양발은 배측굴곡이 거의 없는 대칭적인 패턴으로 저측굴곡이 커지는 경향을 보였다. 단너비가 넓어짐에 따라 저측굴곡 모멘트가 확연하게 증가하는 현상은 임신부를 위하여 계단 단너비 변화의 필요성을 반영한 것이다.

그리고 20대의 성인 남자 10명을 대상으로 한 단너비에 따른 하향계단의 족관절 모멘트가 계단의 단너비(26cm, 31cm, 36cm)가 증가할수록 저측/배측 굴곡의 차이가 통계적으로 유의하며 단너비가 넓어짐에 따라 저측굴곡 모멘트가 증가한다는 보고하면서 그 이유로 단너비가 넓어질수록 디딤면이 증가하여 정확하고 자연스러운 계단보행을 수행하는 반면, 단너비가 좁은 경우에는 정확한 발의 접촉 이후 정확한 연속적인 전방진행(Forward continuous)을 유지하지 못하고 다음 계단으로 미끄러지듯이 이동하기 때문이라고 하였다(전현민과 류지선, 2008). 이러한 결과는 임신부의 계단보행과도 일치한 결과를 나타내며 단너비는 저측굴곡 모멘트에 영향을 미친다고 할 수 있다.

한편, 은선덕(2006)은 하지관절에 병력이 없는 60 - 70대의 성인 남자 9명을 대상으로 노인의 계단 내려가기 동작 시 계단높이(10cm, 14cm, 18cm, 22cm)와 하지관절 모멘트 연구에서 족관절의 최대 배측굴곡 모멘트는 계단높이에 유의한 차이가 없었으며 최대 저측굴곡 모멘트는 유의한 차이가 발생하였으며 계단높이 14cm에서 가장 크게, 10cm와 18cm에서는 거의 유사한 값을 보였으며 22cm계단에서 가장 작은 모멘트가 생성된다고 하였다.

이와 같이 족관절 모멘트는 임신부, 성인남자 및 노인에 관계없이 저측굴곡 모멘트가 족관절의 주된 회전 효과임을 알 수 있다.

(2) 외변·내변 모멘트 (Eversion·Inversion)

<그림 8>은 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 족관절의 외변 및 내변 모멘트를 나타낸다. 모든 임신기간 동안 외변모멘트가 발생하지 않으며 대칭적인 패턴을 보였으며 기간이 경과 할수록 내변 모멘트가

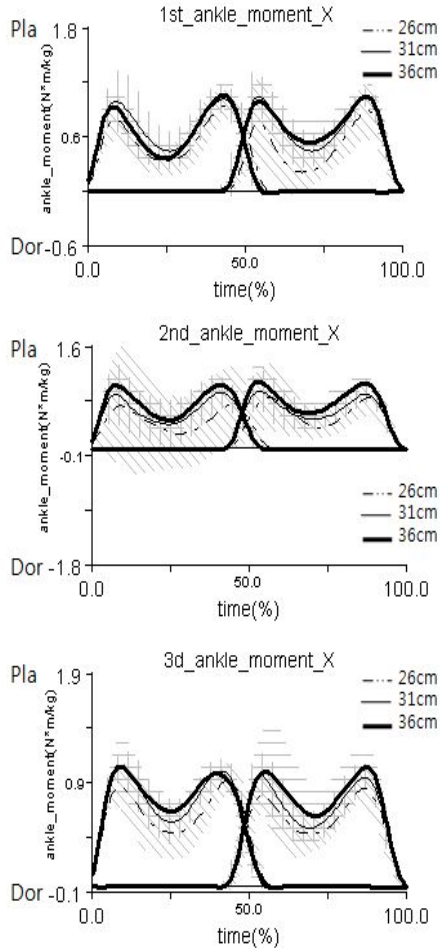


그림 7. 족관절 저배측 굴곡모멘트

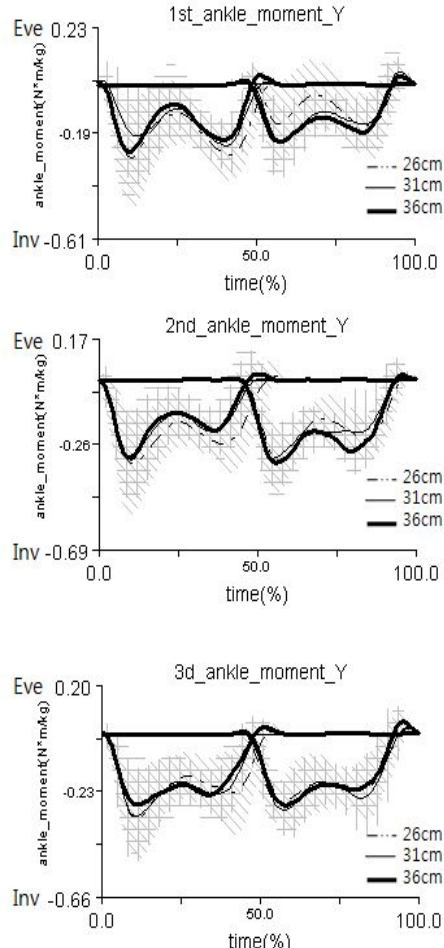


그림 8. 족관절 내/외번 모멘트

가 증가하였다. 이는 임신부는 발뒷꿈치와 외측면에 많은 부하가 가중된다는(Nyska, Sofer, Porat, Hqward, Levi, & Meizer, 1977) 보고와 일치한 것이다. 그리고 단너비가 증가될수록 선행발의 내번모멘트는 작거나 유사하게 나타난 반면, 후속발의 내번 모멘트는 크거나 유사하게 나타났다.

(3) 외측·내측 회전모멘트(External·Internal Rotation)

<그림 9>는 임신부의 계단보행 시 임신기간 및 단너비 별 족관절의 외회전 및 내회전을 나타낸다. 임신기간 동안 주로 외회전 모멘트가 발생하며 기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 그리고 단너비가 넓어질수록 외측회전 모멘트가 증가하였다. 이는 체중의 증가

및 출산 준비를 위한 호르몬의 분비로 인하여 족관절의 느슨함에 의하여 발생된 것으로 생각되며 전술한 바와 같이 임신기간이 경과됨에 따라 증가하는 내번과 함께 임신부의 팔자걸음(toe out position)을 야기하는 원인이라고 생각된다.

3. 단너비 및 임신기간에 따른 양발의 국면별 최대·최소 모멘트

계단보행 시 전방으로 낙상한 경우 대형 사고를 유발할 수 있는 슬관절의 전·후 회전효과를 파악하기 위해서 시상축의 단너비에 따른 국면별 좌·우 모멘트의 최대·최소 모멘트를 구하였다.

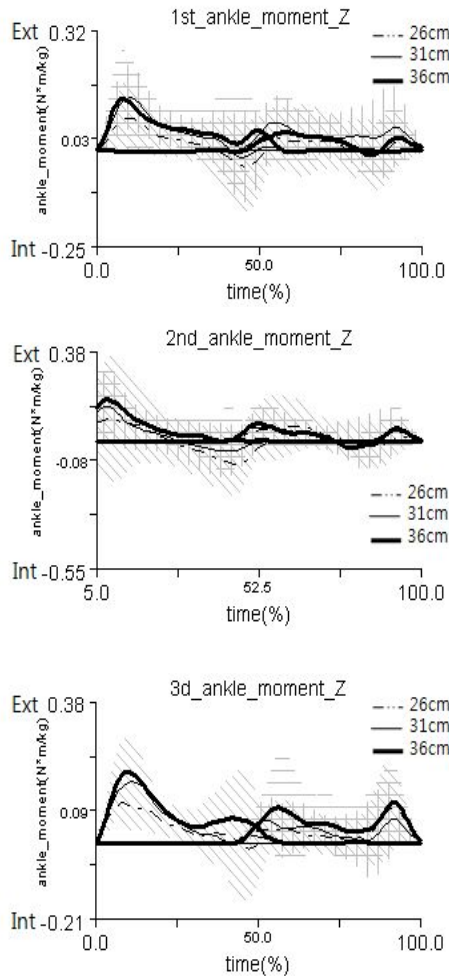


그림 9. 족관절 내외측 모멘트

1) 슬관절 모멘트

<표 3>과 <표 4>는 슬관절의 좌·우측 최대/최소 모멘트를 나타낸다. 좌·우측의 최대모멘트는 임신기간과 관계없이 모든 단너비(임신초기의 우측 단너비 26, 31 cm 제외)에서 국면이 증가 할수록 증가하였다.

좌측의 최대 모멘트와 우측의 최대/최소 모멘트는 현저한 비대칭성을 나타냈다. 그러므로 계단보행을 연구할 때 주로 우측발을 기준으로 좌/우 대칭성을 가정하는 것은 바람직하지 않음을 시사한 것이다.

<그림 10>, <그림 11>과 <그림 12>는 임신시기 별 슬관절의 좌·우측 평균 최대/최소 모멘트를 나타낸다.

임신초기에는 1, 2국면 우측발의 모멘트가 크게 나타

표 3. 슬관절의 좌측 최대/최소 모멘트 (Unit: Nm/kg)

차 단	슬관절					
	P1		P2		P3	
	max	min	max	min	max	min
26	0.67	-0.19	0.96	0.42	1.23	0.08
	±0.33	±0.21	±0.16	±0.22	±0.06	±0.05
31	0.46	-0.23	0.80	0.15	1.00	0.01
	±0.46	±0.30	±0.39	±0.36	±0.52	±0.14
36	0.47	-0.23	0.60	0.21	0.94	0.01
	±0.34	±0.23	±0.42	±0.29	±0.59	±0.16
M	0.53	-0.22	0.79	0.26	1.06	0.03
SD	±0.12	±0.02	±0.18	±0.14	±0.15	±0.04
26	0.52	-0.26	0.94	0.32	1.03	0.08
	±0.42	±0.23	±0.21	±0.34	±0.16	±0.09
31	0.48	-0.30	0.82	0.25	1.14	0.11
	±0.40	±0.27	±0.21	±0.26	±0.24	±0.05
36	0.49	-0.27	0.74	0.27	1.19	0.07
	±0.33	±0.43	±0.29	±0.25	±0.21	±0.08
M	0.50	-0.28	0.83	0.28	1.12	0.09
SD	±0.02	±0.02	±0.10	±0.04	±0.08	±0.02
26	0.79	-0.14	0.85	0.39	1.03	0.06
	±0.35	±0.09	±0.33	±0.21	±0.30	±0.11
31	0.53	-0.23	0.71	0.25	0.92	0.02
	±0.34	±0.19	±0.22	±0.24	±0.52	±0.09
36	0.47	-0.28	0.62	0.12	0.97	0.04
	±0.38	±0.26	±0.29	±0.31	±0.49	±0.07
M	0.60	-0.22	0.73	0.25	0.97	0.04
SD	±0.17	±0.07	±0.12	±0.14	±0.06	±0.02

나고 양발의 차이가 현저하게 나타났으나 임신기간이 경과될수록 양발 모멘트가 작게 나타나고 그 차이도 작

표 4. 슬관절의 우측 최대/최소 모멘트 (Unit: Nm/kg)

		슬관절					
		P1		P2		P3	
차 단		max	min	max	min	max	min
1	26	0.91 ±0.32	-0.06 ±0.05	1.15 ±0.11	0.56 ±0.15	1.09 ±0.23	0.05 ±0.05
	31	1.0 ±0.25	-0.02 ±0.22	0.97 ±0.18	0.45 ±0.08	1.11 ±0.17	0.08 ±0.07
	36	0.94 ±0.43	-0.12 ±0.08	0.99 ±0.28	0.4 ±0.19	1.12 ±0.11	0.04 ±0.06
	M	0.95	-0.07	1.04	0.47	1.11	0.06
	SD	±0.05	±0.05	±0.10	±0.08	±0.02	±0.02
2	26	0.73 ±0.49	-0.14 ±0.13	0.91 ±0.38	0.33 ±0.38	1.0 ±0.25	0.14 ±0.2
	31	0.79 ±0.37	-0.1 ±0.06	0.91 ±0.33	0.37 ±0.24	1.03 ±0.29	0.08 ±0.05
	36	0.82 ±0.36	-0.12 ±0.05	0.96 ±0.29	0.33 ±0.17	1.1 ±0.29	0.10 ±0.21
	M	0.78	-0.12	0.93	0.34	1.04	0.11
	SD	±0.05	±0.02	±0.03	±0.02	±0.05	±0.03
3	26	0.80 ±0.36	-0.15 ±0.09	0.87 ±0.35	0.38 ±0.25	0.92 ±0.44	0.05 ±0.07
	31	0.85 ±0.34	-0.14 ±0.09	0.88 ±0.37	0.41 ±0.16	1.04 ±0.37	0.04 ±0.07
	36	0.62 ±0.5	-0.25 ±0.21	0.74 ±0.34	0.21 ±0.29	1.02 ±0.42	0.05 ±0.16
	M	0.76	-0.18	0.83	0.33	0.99	0.05
	SD	±0.12	±0.06	±0.08	±0.11	±0.06	±0.01

게 나타났었다. 그러나 3국면의 평균 최대/최소 모멘트는 거의 비슷하게 나타났었다. 이러한 현상은 임신부가 임신 기간의 경과와 함께 체중이 늘어나면서 좌·우의 회전 균형을 유지하기 위한 것으로 생각되며 또한 임신부가 태아의 안전을 위하여 의식적으로 보행습관을 외부환경 및 신체변화에 적응하기 때문이라고 생각된다.

Nm/kg

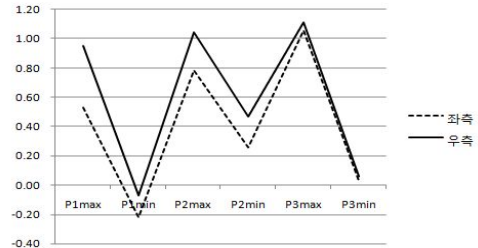


그림 10. 임신 초기의 슬관절 모멘트

Nm/kg

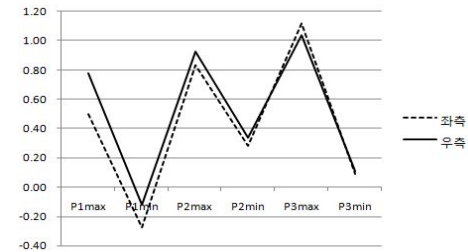


그림 11. 임신 중기의 슬관절 모멘트

Nm/kg

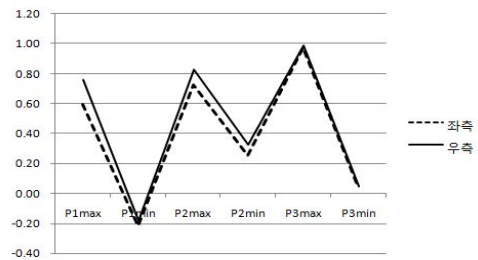


그림 12. 임신 말기의 슬관절 모멘트

V. 결론 및 제언

임신기간의 경과와 계단의 단너비 변화에 따른 임신 부 계단보행의 운동학적 요인 및 하지관절 모멘트의 변화를 비교한 결론은 다음과 같다.

임신기간이 경과됨에 분당 활보장수는 감소한 반면 활보장 주기는 증가하고 단너비가 넓어질수록 속력과

활보장 길이가 증가하였다. 그리고 단너비에 따른 하지 관절모멘트는 각 관절마다 고유한 패턴을 보였으며 고 관절 모멘트는 주로 양발의 비대칭성 패턴을 보인 반면 슬관절 및 족관절은 대칭적인 패턴을 보였다.

결론적으로 여성은 임신과 함께 신체적인 변화로 인하여 계단보행의 패턴변화가 야기되어진다. 이러한 변화에 적합한 임신부 계단보행의 안전성 확보를 위하여 기존의 단너비의 규격을 재고하여 임신부 전용계단의 규격이 새로이 재정의되어야 한다. 그리고 좌/우 관절모멘트가 대칭이 아니므로 계단보행 연구 시 양발의 대칭성 가정은 지양되어야 한다. 임신부는 신체변화에 적응하면서 자신의 고유한 보행패턴을 생성하므로 일반적인 경향을 규명함과 동시에 개인의 특성이 반영되어야 한다.

향후, 계단의 경사도에 따른 관절별 좌·우 모멘트의 차이와 운동학적 요인, 운동역학적 요인(모멘트, 에너지)의 관계 및 상지와 하지의 협응관계 그리고 생리적인 요인을 심층적으로 규명하는 것이 필요하다.

참고문헌

- 삼성출판사 편집부(2001). **임신·출산**. 서울 : 삼성출판사
- 사회복지 통계과(2008). **통계로 보는 여성의 삶**. 서울 : 통계청
- 통계청 인구동향과(2006). **장래인구추계**. 서울 : 통계청
- 금명숙(2003). 임신 9개월, 10개월과 출산 후 하지 관절의 모멘트 분석. **한국체육학회지**, 42(1), 661-671.
- 김용환(2003). 계단의 적정치수 계획에 관한 연구. **한국 주거학회논문집**, 14(5), 105-116.
- 김영수, 강병근(2003). 계단오르기에 있어서 계단의 단너비 차이가 따른 신체적 변화에 관한 연구. **대한 건축학회논문집**, 19(4), 57-66.
- 김용환, 이문보(1997). 계단사고 원인 및 기인요소에 관한 연구. **대한 건축학회논문집**, 3(12), 135-146.
- 전현민, 류지선(2008). 성인 계단보행 시 계단 너비에 따른 하지의 운동역학적 분석. **한국운동역학회지**, 18(4), 161-169.
- Andriacchi. T.P., Galante. J.O., & Fermier. R.W. (1982). The influence of total knee-replacement design on walking and stair-climbing. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 64-A, 1328-1335.
- Andriacchi, T.P., & Mikoz R.P.(1991). Musculoskeletal dynamics, locomotion and clinical applications. In *Basic Orthopaedic Biomechanics* (Edited by V. C. Mow and W. C. Hayes), 51-92, Raven Press, New York.
- David L. K., Jeffrey A. D., & Christopher L. V.(1996). Abduction-adduction moments at the knee during stair ascent and descent. *Journal of Biomechanics*, 29(3), 383-388.
- Dunning, K., LeMasters, G., Levin, L., Bhattacharya, A., Alterman, T., & Lordo, K.(2003). Falls in workers during pregnancy: Risk factors, job hazards, and high risk occupations. *American Journal of Industrial Medicine*, 44(6), 664-672.
- Lymbery, JK., & Gilleard, W.(2005). The stance phase of walking during late pregnancy: temporospatial and ground reaction force variables. *American Podiatr Medicine Association*, 95(3), 247-253.
- Meijer OG, Lamothe CJ, Uegaki K, van Dieën JH, Wuisman PI, de Vries JL, & Beek PJ(2004). Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 19(5), 480-488.
- Nyska, M., Sofer, D., Porat, A., Howard, C. B, Levi, A., & Meizner, I.(1997). Plantar foot pressure in pregnant women. *Island Journal of Medicine Science*, 33(2), 139-146.

투 고 일 : 04월 30일
심 사 일 : 05월 12일
심사완료일 : 06월 15일