

## 주상골 하강이 하지 배열의 임상적 평가에 미치는 영향

김준우 · 이은희<sup>1</sup> · 고경희<sup>2</sup> · 김선엽<sup>3</sup>

우리정형외과 물리치료실  
한마음 재활/스포츠의학 클리닉 물리치료실<sup>1</sup>  
주은라파스요양병원 물리치료실<sup>2</sup>  
대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과<sup>3</sup>

---

### Abstract

## The Effect of Navicular Drop on The Clinical Measures of Lower Extremity Alignment

Jun-woo Kim, Eun-hee Lee<sup>1</sup>, Kyoung-hee Ko<sup>2</sup>, Suhn-yeop Kim<sup>3</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Woori Orthopedic Surgery Clinic*

*Dept. of Physical Therapy, Hanmaum Rehabilitation/Sports Clinic<sup>1</sup>*

*Dept. of Physical Therapy, Jooeunraphas Hospital<sup>2</sup>*

*Dept. of Physical Therapy, College of Health and Sports Science, Daejeon University<sup>3</sup>*

**Purpose** : This study aimed to examine the relationships among five clinical measures for functional alignment of the lower extremity. **Methods** : Thirty healthy subjects (15 males and 15 females) were recruited for the study. The five clinical measures of functional alignment of the lower extremity included navicular drop, quadriceps angle, internal rotation of hip, and anterior and lateral pelvic tilt angles. The level of navicular drop was calculated by the difference between the height of the navicular bone in the sitting (non-weight bearing) and standing (weight bearing) positions. The quadriceps angle and internal rotation of hip were measured using a standard goniometer with photographic markers while the subjects were lying in a prone position on a table with their knee at 90° flexion. Anterior and lateral pelvic tilt angles were determined using a inclinometer. **Results** : Correlation and a simple linear regression analysis were used to assess relationships between the clinical measures. There were significant correlations between navicular drop and quadriceps angle ( $p < .05$ ), between navicular drop and internal rotation of hip ( $p < .05$ ), and between quadriceps angle and internal rotation of hip ( $p < .01$ ). In simple linear regression analysis, the navicular drop appeared to be a factor affecting the quadriceps angle and internal rotation of hip ( $p < .05$ ). The findings suggest that navicular drop has a great impact on lower extremity alignment. **Conclusion** : This study might help us to examine lower extremity function and clarify its role as a potential injury risk factor.

**Key Words** : Hip internal rotation; Navicular drop; Pelvic tilt; Quadriceps angle

---

교신저자 : 김선엽 (대전대학교, 042-253-6218, E-mail: [kimsy@dju.kr](mailto:kimsy@dju.kr))

## I. 서론

인간의 몸은 서로 연결된 여러 분절이 상호작용을 하도록 되어 있다(Khamis와 Yizhar, 2007). 골반에 연결된 하퇴의 뼈들은 보행 시 서로 연관성을 가진다(Knutzen과 Price, 1994). 하지 정렬(lower extremity alignment)과 관련된 요소는 천장관절, 고관절, 슬관절, 족관절, 경골대퇴각, 그리고 하지의 길이 등이 있다(Eng과 Pierrynowski, 1993).

발은 지면에 접촉하여 신체에서 추진력과 지지력 뿐 아니라(Magee, 1997), 서기와 걷기의 기능에 기계적인 이점을 제공하는 중요한 기관이다(Wang과 Crompton, 2004). 발의 회내는 복합적인 세 평면 운동으로 일어나며 뼈의 구조, 인대의 지지, 그리고 발의 외재근과 내재근이 내측 종아치(medial longitudinal arch)를 유지시켜 보행 시 발의 회내를 조절한다(Headlee 등, 2008). 발의 뼈에서 특히 주상골(navicular)은 내측 종아치를 지지하는 주된 구조물이다(Franco, 1987). 거골하관절(subtalar joint)의 회내와 경골의 전방 끌림(tibia anterior translation)에 관한 연구(Trimble 등, 2002)에서 과도한 주상골 하강(navicular drop)은 경골의 전방 끌림을 예측할 수 있는 인자라고 하였다. 과도한 발의 회내는 비접촉성 손상과도 관련이 있다(Arendt와 Dick, 1995). 또한 거골하관절의 과도한 회내로 인한 경골의 과도한 내회전은 전방십자인대(anterior cruciate ligament) 손상을 야기할 수 있다(Loudon, 1996). 주상골 하강검사(navicular drop test)는 발의 회내에 대한 복합적인 측정을 대표하는 임상적 측정방법으로써(Mueller 등, 1993), 발의 회내에 대한 지표로 사용될 수 있다(Vauhnik 등, 2006).

족관절의 위치 및 배열형태는 슬관절의 배열에 영향을 준다(Johanson 등, 1994). 대퇴사두근각(quadriceps angle)은 슬개골 중심과 전상장골극(anterior superior iliac spine)을 연결한 선과 슬개골 중심에서 경골조면(tibial tuberosity)까지 연결한 선이 교차하는 각도로서(Caylor 등, 1993), 체중지지 시 주상골 하강과 서로 연관성을 가진다(Shultz 등, 2006). Livingston과 Mandigo(1999)는 대퇴사두근각이  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 보다 클 경우, 슬관절의 과도한 사용으로 인해 해부학적 손상을 일으킬 수 있다고 하였다. 과도한 대퇴사두근각은 외반슬(genu valgum)을 증가시키며(Woodland와 Francis, 1992), 전방십자인대의 손상을 유발할 수 있다(Hertel

등, 2004). 슬관절의 역학적 골격변형은 골 관절염을 유발한다(Cooke 등, 1989).

3~6세 아동들을 대상으로 한 연구(Zafiropoulos, 2009)에서 평발과 고관절 내회전은 상관관계를 가진다고 하였다. 대퇴골 전경각(anteversion angle of femoral neck)은 고관절의 안정성과 정상 보행에 중요한 요소이다(Gulan 등, 2000). 대퇴골 경(neck)의 축이 앞으로 기울어질수록 대퇴골 전경각은 커진다. 이 각이 커질수록 고관절 내회전이 커지고 고관절의 외전은 감소한다(Arnold 등, 1997).

Khamis와 Yizhar(2007)는 발에서 과도한 회내가 유발되었을 때, 고관절이 내회전되고 정강이와 대퇴가 내회전되면서 전방 골반경사가 일어난다고 하였다. 전방 골반경사는 체간의 중심안정화(core stability)의 감소(Willson 등, 2005)와 요추 전만의 증가와 관련이 있다(Levine와 Whittle, 1996). 좌우 골반 높이의 비대칭은 천장관절의 기능부전으로 발생하며(Cibulka와 Delitto, 1993), 천장관절의 비대칭적 움직임과 발의 과도한 회내는 만성 요통을 유발할 수 있다(Schamberger, 2002).

근골격계의 구조는 기능에 영향을 미친다(Cottingham 등, 1988). 근골격계의 생체역학적 분석은 통증의 원인을 찾는 하나의 방법이다(Mann, 1982). Valmassy(1996)가 제시한 하지와 골반의 생체역학적 분석의 주요 측정 인자로는 기립자세에서의 골반경사각, 제자리걸음 시 골반의 회전, 거골하관절(subtalar joint)의 내번과 외번의 가동범위, 후족에 대한 전족부각(forefoot angle to rear foot) 및 기립자세에서의 종골각(angle of resting calcaneal stance position) 등이 있다.

본 연구에서는 20대 남녀 정상인의 골반과 하지의 생체역학적 특성을 파악하고, 주상골 하강이 대퇴사두근각, 고관절 내회전각, 그리고 골반경사각에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 D 대학교에 재학 중인 건강한 20대 남녀 30명을 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정 과정에서 신경학적인 문제로 인하여 협응 능력이 저하되거나 운동 감각에 결손이 있는 사람이나 발의 구조에 변형이 있는 사람, 기타 질병으로 인해 발이나 하퇴나 골반에

정형 외과적 진단을 받은 사람, 급성 요추부 염좌나 추간판탈출증 등으로 요통을 호소하는 사람은 연구대상자에서 제외하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 표 1에 제시하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

	남(n=15)	여(n=15)	t
연령(세)	21.87±2.80	21.73±1.39	.17
신장(cm)	175.53±6.16	162.80±5.71	5.87*
체중(kg)	68.33±7.51	50.93±5.78	7.11*

\*p<.01.

2. 측정도구

본 연구에서 주상골 하강(ND)을 측정하기 위하여 자를 수직으로 세울 수 있도록 연구자들이 직접 고안한 주상골 하강 측정자를 사용하였다(그림 1-A). ND 검사의 측정자내 신뢰도는 우측 하지에서 .763, 좌측에서 .932로 높은 신뢰도 수준을 보였다. 대퇴사두근각과 고관절 내회전각의 측정은 촬영한 사진을 영상분석 프로그램인 Global Postural System(GPS, Chinesport, Italy)의 일부 구성요소를 사용하여 각도를 측정하였다. 전방 골반경사각과 외측 골반경사각의 측정은 경사각도기인 촉진계(palpatometer)(PALM, Performance attainment associates, St. Paul, MN, USA)을 사용하였다(그림 1-B). 본 연구에서 주상골 하강, 대퇴사두근각, 고관절 내회전각, 골반경사각을 동일한 측정자가 3회 반복 측정하여 계산된 측정자내 신뢰도를 표 2에 나타내었다.

표 2. 측정값의 측정자내 신뢰도 (n=30)

	ND	Q	HIR	PAT	PLT	
우측	.763	.998	.998	.992		
신뢰도	좌측	.932	.998	.999	.993	.948

ND: navicular drop(mm)  
 Q: quadriceps angle(°)  
 HIR: hip internal rotation angle(°)  
 PAT: pelvic anterior tilt angle(°)  
 PLT: pelvic lateral tilt angle(°).

3. 측정방법

1) 주상골 하강 검사(navicular drop test)

주상골 하강 검사는 Brody(1982)에 의해 기술된 측정방법을 이용하였다. 대상자의 양쪽 발을 어깨 넓이로 나란히 놓고, 거골하관절이 중립자세가 되도록 한 뒤

고관절과 슬관절을 90°로 유지하여 앉은 자세를 취하게 했다. 대상자가 앉은 자세에서 검사자는 주상골을 촉진하여 마커로 표시하고 주상골 하강 측정자를 이용하여 좌우 주상골의 높이를 측정했다(비체중부하 자세, 그림 2-A). 검사자는 대상자가 편안하게 선 자세에서 다시 좌우 주상골의 높이를 측정했다(체중부하 자세, 그림 2-B). 이 과정을 3회 반복 측정하였다. 주상골 하강값은 앉은 자세의 주상골 높이에서 선 자세의 주상골 높이를 뺀 값들의 평균으로 하였다.

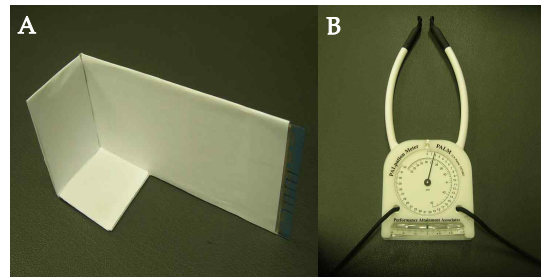


그림 1. 측정도구. A: 주상골 하강 측정자, B: 촉진계.

2) 대퇴사두근각

대퇴사두근각은 경골조면과 슬개골 중심을 연결한 선과 슬개골 중심에서 전상장골극을 연결한 선이 이루는 각도이다(Livingston과 Mandigo, 1997). 검사자는 편평한 바닥에 대상자가 대퇴 대전자(great trochanter of femur) 넓이만큼 양발을 나란히 벌리고 바로 서게 한 뒤, 대상자의 경골조면과 슬개골 중심, 전상장골극을 촉진하여 마커를 부착했다. 대상자와 1 m 떨어진 거리에서 사진을 촬영하였다. 레이저 포인트를 사용하여 사진을 촬영할 때 모든 대상자의 찍는 위치가 같도록 하였다. 촬영한 사진을 GPS 프로그램을 이용하여 대퇴사두근각을 측정하였다(그림 3).

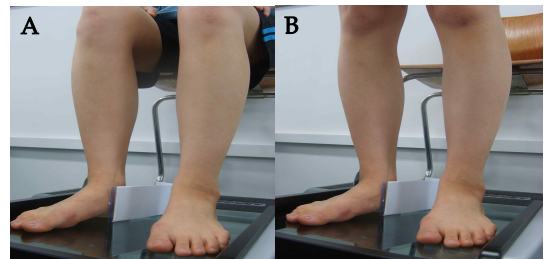


그림 2. 주상골 하강 측정. A: 비체중부하, B:체중부하.

3) 고관절 내회전각

고관절 내회전각을 측정하기 위해 Craig 검사

(Magee, 1992)를 이용하였다. 대상자는 테이블에 엎드려 누운 자세에서 슬관절을 90° 굴곡하였다. 검사자는 경골조면과 경골간부(shaft of tibia) 중간부분을 촉진하여 마커를 부착하였다. 검사자는 대상자가 검사측 고관절을 내회전하는 동안 슬관절이 90°로 유지되도록 하고 비검사측 발목은 고정하였다. 대상자의 슬관절과 1 m 거리의 대퇴골 장축의 연장선상에서 사진을 촬영하였다. 중력방향의 수직선과 경골조면에서 경골간부 중간부분을 연결한 선이 이루는 각도를 GPS 프로그램을 사용하여 분석하였다(그림 4).

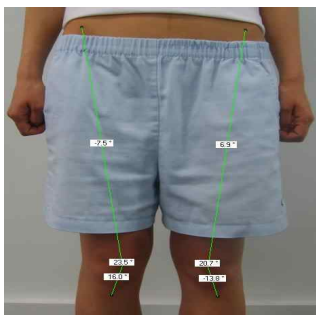


그림 3. 대퇴사두근각 측정.

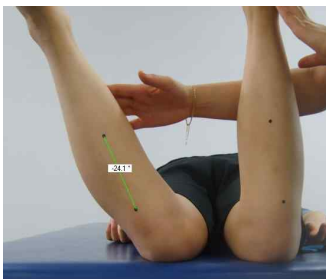


그림 4. 고관절 내회전각 측정.

#### 4) 골반경사각

전방 골반경사각은 수평면에서 전상장골극과 후상장골극을 연결한 선이 이루는 각도이다(Daniels과 Worthingham, 1977). 대상자는 편평한 바닥에 발을 어깨넓이로 하여 바로 선 자세를 취하였다. 전방 골반경사각은 검사자가 대상자의 측면에서 촉진계로 우측의 전상장골극과 후상장골극을 촉진하여 측정하였고, 좌측의 전방 골반경사각도 동일하게 측정하였다(그림 5-A). 외측 골반경사각은 검사 대상자의 뒤에서 촉진계로 양쪽 장골능을 촉진하여 골반이 좌우로 기울어진 각도를 측정하였다(그림 5-B)(Preece 등, 2008). 골반경사각은 측정 간 체자리 걸음을 5회 이상 실시하였고,

각각 3회 반복 측정된 값의 평균으로 하였다.

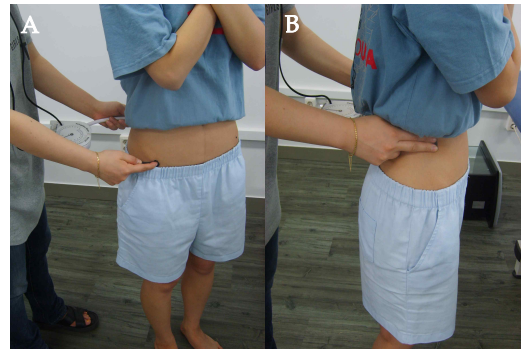


그림 5. 골반경사각 측정. A: 전방, B: 외측.

#### 4. 분석방법

연구 대상자들의 일반적 특성과 측정 요소별 특성을 알아보기 위해 기술통계를 이용하였다. 주상골 하강, 대퇴사두근각, 고관절 내회전각, 그리고 전방과 외측 골반경사각을 측정된 자료를 이용하여 피어슨 상관관계 분석(pearson's correlation analysis)을 하였고, 주상골 하강의 정도가 대퇴사두근각, 고관절 내회전각, 전방과 외측 골반경사각에 미치는 영향을 알아보기 위해 단순 선형 회귀분석(simple linear regression analysis)을 하였다. 수집된 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS version 12.0을 이용하였고, 유의수준  $\alpha=.05$ 로 정하였다.

### III. 결과

남자 대상자(15명)의 좌우측 하지, 그리고 여자 대상자(15명)의 좌우측 하지에서의 각 측정 요소는 유의한 차이는 없었다(표 3). 측정 요소별 남녀의 좌우측의 차이는 고관절 내회전각과 대퇴사두근각에서 유의하게 나타났다( $p<.01$ ), 주상골 하강과 전방 골반경사각과 외측 골반경사각에서는 유의하지 않았다(표 3). 좌우측의 주상골 하강은 각각 좌우측의 대퇴사두근각과 고관절 내회전각이 유의한 상관관계를 보였다( $p<.05$ ).

좌우측의 대퇴사두근각은 각각 좌우측의 고관절 내회전각과 높은 상관관계를 보였다( $p<.01$ ). 그러나 좌우측 모두에서 주상골 하강과 대퇴사두근각, 그리고 고관절 내회전각은 전방 골반경사 또는 외측 골반경사와 유의한 상관관계가 없었다(표 4와 표 5).

단순 선형회귀분석의 결과, 주상골 하강이 대퇴사두

근각과 고관절 내회전각에 영향을 주는 요인으로 나타났고( $p < .05$ ), 골반경사각은 통계적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ). 대퇴사두근각의  $R^2$  값은 좌우측 모두 15.2%의 설명력을 보였고, 고관절 내회전각의 경우  $R^2$  값은 좌우측에서 각각 17.3%와 13.4%의 설명력을 보였다(표 6).

표 3. 연구대상자의 측정 요소별 특성 비교

평가 항목	남(n=15)	여(n=15)	t
ND(mm)	우측 4.04±1.22 좌측 4.13±1.20 t -0.40	4.67±1.50 4.91±2.06 -0.72	-1.25 -1.26
Q(°)	우측 11.99±4.36 좌측 10.57±6.20 t 1.37	23.40±2.66 23.23±5.79 .14	-8.65* -5.78*
HIR(°)	우측 25.15±9.27 좌측 25.84±8.54 t -0.46	43.85±13.51 44.96±11.39 -0.84	-4.42* -5.20*
PAT(°)	우측 9.29±3.37 좌측 9.42±3.78 t -0.35	11.14±3.69 10.76±3.24 .83	-1.44 -1.04
PLT(°)	-0.08±1.10	.39±1.01	-1.21

\* $p < .01$ .

표 4. 우측 측정 요소 간 피어슨 상관계수 (n=30)

	Q	HIR	PAT	PLT
ND	.390*	.366*	.121	-.169
Q		.564**	.349	.122
HIR			.161	.012
PAT				-.178

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

표 5. 좌측 측정 요소 간 피어슨 상관계수

	Q	HIR	PAT	PLT
ND	.390*	.416*	.049	-.201
Q		.656**	.352	.031
HIR			.160	.090
PAT				-.101

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

표 6. 주상골 하강 수준이 하지 배열의 측정 요소에 미치는 영향에 대한 단순 선형회귀분석 (n=30)

		우측	좌측
Q	B	19.251	19.994
	표준오차	8.601	8.909
	Beta	.390	.390
	t	2.24*	2.24*
	$R^2$	.152	.152
HIR	B	39.378	33.823
	표준오차	18.951	13.979
	Beta	.366	.416
	t	2.08*	2.42*
	$R^2$	.134	.173
PAT	B	3.156	1.018
	표준오차	4.905	3.900
	Beta	.121	.049
	t	.64	.26
	$R^2$	.029	.002
PLT	B	-1.307	-1.251
	표준오차	1.438	1.154
	Beta	-.169	-.201
	t	-.91	-1.08
	$R^2$	.029	.040

PLT: (+: 우측이 높음, -: 좌측이 높음).

\* $p < .05$ .

#### IV. 고찰

##### 1. 연구방법에 대한 고찰

주상골 하강 검사는 발의 회내 정도를 평가하는 방법으로 Brody(1982)에 의해 처음으로 기술되었다. 본 연구에서는 주상골의 높이를 측정하기 위해 눈금자가 표시된 인덱스 카드(index card)를 사용하지 않고 대상자의 발에 주상골의 위치를 표시한 후, 눈금자를 수직으로 세울 수 있게 만든 주상골 하강 측정자를 사용하여 대상자가 앉은 자세와 선 자세를 취할 때 연구자가 바로 주상골 높이를 읽을 수 있도록 하였다.

대퇴사두근각 측정은 해부학적으로 연구 대상자의 전두면에서 이루어진다(Ando 등, 1993). 대퇴사두근각의 측정에서는 슬개골 중심과 경골조면의 중심을 정확히 측정하는 것이 중요하다. France와 Nester(2001)는 대퇴사두근각의 측정오차를 5° 이하로 줄이기 위해서는 이들 중심의 오차가 2 mm 이하가 되어야 한다고 하였다. 본 연구에서는 이러한 중심점의 변화를 막기 위

해 연구자가 직접 각도기로 측정하지 않고, 슬개골의 중심과 경골조면의 중심, 그리고 전상장골극의 중심에 마커를 표시하고 사진을 찍어 GPS 프로그램으로 각도를 측정하였다.

고관절 내회전각의 측정은 대퇴골 전경각의 정도를 측정하는 방법인 Craig 검사(Magee, 1992)를 이용하였다. 대퇴골의 전경각은 고관절 내회전과 양의 상관관계가 있다(Gulan 등, 2000).

골반경사각을 측정하는 방법으로는 경사각도기(Inclinometer)를 사용하는 것 외에 방사선 촬영으로 사진을 분석하는 방법이 있다(Gilliam 등, 1994). 본 연구에서 경사각도기는 Petrone 등(2003)의 연구에서 신뢰도가 입증된 측정계를 이용하였다.

## 2. 연구결과에 대한 고찰

Allen과 Glasoe(2000)는 건강한 정상인의 주상골 하강값의 범위를 6 mm에서 9 mm로 보고 있다. 본 연구에서는 좌우측 평균±표준편차는 남자 4.13±1.20과 4.04±1.22, 여자 4.91±2.06과 4.67±1.50로 비교적 낮은 편이었다. 주상골 하강은 대퇴사두근각, 고관절 내회전각과 유의한 상관관계를 나타냈다( $p < .05$ ). Zafiroopoulos(2009)가 제시한 평발과 고관절 내회전각의 피어슨 상관계수는 .728로 높은 관련성을 보였다. 본 연구에서는 주상골 하강과 고관절 내회전각의 피어슨 상관계수는 좌우 각각 .416( $p < .05$ )과 .366( $p < .05$ )이었다.

대퇴사두근각은 남자보다 여자가 더 크다는 것이 많은 연구자들의 일치된 주장이지만 정상치 범위는 연구자들마다 차이가 있었다. Nguyen과 Shultz(2007)은 남자와 여자의 대퇴사두근각의 정상치 최대각을 각각 17° 와 22°라고 하였다. 본 연구에서도 여성이 남성보다 유의하게 컸으며( $p < .01$ ), 선행 연구에서 제시한 정상치 범위와 유사하였다.

대퇴골 전경각은 출생 시 30°~40°이지만 성장하면서 점차 줄어들어 성인의 경우 평균적으로 남자는 8°, 여자는 14°이다(Gulan 등, 2000). Zafiroopoulos(2009)의 151명의 평발 대상자에 대한 연구에서, 대퇴골 전경각과 양의 상관관계를 보이는 고관절 내회전각의 평균은 69.9°이었다. 본 연구에서는 여성이 남성보다 고관절 내회전각이 유의하게 높았으나( $p < .01$ ), 남녀 모두 Didia 등(1987)이 제시한 최대 정상치인 50° 미만이었다.

본 연구에서 전방 경사각은 Nguyen과 Shultz(2007)

가 제시한 정상 평균치로 남자 9°, 여자 12° 에 근접한 수치를 보이고 있다. 전방과 외측 골반경사각은 주상골 하강, 대퇴사두근각, 고관절 내회전각과 상관관계 분석에서 유의한 관계가 나타나지 않았다( $p > .05$ ). 본 연구의 제한점은 측정 요소들의 검사자 간 신뢰도가 제외되어 있어 측정 신뢰도에 대한 추가적인 연구가 필요하며, 연령대가 20대인 학생들을 연구 대상으로 하였으므로 연구결과를 모든 연령대로 일반화하기에는 한계가 있다.

## V. 결론

본 연구는 건강한 남녀 30명을 대상으로 주상골 하강이 대퇴사두근각, 고관절 내회전각, 전방 골반경사각, 외측 골반경사각에 미치는 영향과 이들의 상호 연관성을 알아보기 위한 상관관계 분석과 단순 선형회귀분석으로 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 좌우측 모두에서 주상골 하강, 대퇴사두근각, 고관절 내회전각은 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다( $p < .05$ ).
2. 좌우측 모두에서 주상골 하강은 전방 골반경사각, 외측 골반경사각과의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ).
3. 좌우측 모두에서 대퇴사두근각과 고관절 내회전각은 높은 상관관계를 보이며 통계적으로 유의했다( $p < .01$ ).
4. 좌우측 모두에서 대퇴사두근각과 고관절 내회전각은 전방 골반경사각, 외측 골반경사각과 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p > .05$ ).
5. 단순 선형회귀분석의 결과 좌우측 모두에서 주상골 하강이 대퇴사두근각과 고관절 내회전각에 미치는 영향은 통계적으로 유의했고( $p < .05$ ), 골반경사각에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ). 이상의 결과로 주상골 하강과 대퇴사두근각, 고관절 내회전각은 상호 연관성이 있고, 주상골 하강이 대퇴사두근각과 고관절 내회전각에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

## 참고문헌

Allen MK, Glasoe WM. Metrecom Measurement of Navicular Drop in Subjects with Anterior

- Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train.* 2000;35(4):403–406.
- Ando T, Hirose H, Inoue M, et al. A new method using computed tomographic scan to measure the rectus femoris–patellar tendon Q–angle comparison with conventional method. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(289):213–219.
- Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med.* 1995;23(6):694–701.
- Arnold AS, Komattu AV, Delp SL. Internal rotation gait: a compensatory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39(1):40–44.
- Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am.* 1982;13(3):541–558.
- Caylor D, Fites R, Worrell TW. The relationship between quadriceps angle and anterior knee pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17(1):11–16.
- Cibulka MT, Delitto A. A comparison of two different methods to treat hip pain in runners. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17(4):172–176.
- Cooke TD, Pichora D, Siu D, et al. Surgical implications of varus deformity of the knee with obliquity of joint surfaces. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(4):560–565.
- Cottingham JT, Porges SW, Richmond K. Shifts in pelvic inclination angle and parasympathetic tone produced by Rolfing soft tissue manipulation. *Phys Ther.* 1988;68(9):1364–1370.
- Daniels L, Worthingham C. *Therapeutic Exercise for Body Alignment and Function.* Philadelphia, WB Saunders, 1977.
- Didia BC, Omu ET, Obuoforibo AA. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in Nigerian population. *Foot Ankle.* 1987;7(5):285–289.
- Eng JJ, Pierrynowski MR. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther.* 1993;73(2):62–68.
- France L, Nester C. Effect of errors in the identification of anatomical landmarks on the accuracy of Q angle values. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 2001;16(8):710–713.
- Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Phys Ther.* 1987;67(5):688–694.
- Gilliam J, Brunt D, Macmillan M, et al. Relationship of the pelvic angle to the sacral angle: Measurement of clinical reliability and validity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(4):193–199.
- Gulan G, Matovinović D, Nemeč B, et al. Femoral neck anteversion: Values, development, measurement, common problems. *Coll Antropol.* 2000;24(2):521–527.
- Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, et al. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18(3):420–425.
- Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. *J Sports Sci Med.* 2004;3(4):220–225.
- Johanson MA, Donatell R, Wooden MJ, et al. Effects of three different posting methods on controlling abnormal subtalar pronation. *Phys Ther.* 1994;74(2):149–158.
- Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture.* 2007;25(1):127–134.
- Knutzen KM, Price A. Lower extremity static and dynamic relationships with rearfoot motion in gait. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1994;84(4):171–180.
- Levine D, Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24(3):130–135.
- Livingston LA, Mandigo JL. Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 1999;14(1):7–13.
- Livingston LA, Mandigo JL. Bilateral within–subject Q angle asymmetry in young adult females and males. *Biomed Sci Instrum.* 1997;33:112–117.
- Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in fe-

- male athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24(2):91-97.
- Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment.* 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders, 1997.
- Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment.* Philadelphia, WB Saunders, 1992.
- Mann RA. Biomechanical approach to the treatment of foot problems. *Foot Ankle.* 1982;2(4):205-212.
- Mueller MJ, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1993;83(4):198-202.
- Nguyen AD, Shultz SJ. Sex differences in clinical measures of lower extremity alignment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(7):389-398.
- Petrone MR, Guinn J, Reddin A, et al. The Accuracy of the Palpation Meter(PALM) for Measuring Pelvic Crest Height Difference and Leg Length Discrepancy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(6):319-325.
- Post WR. Patellofemoral pain: Let the physical exam define treatment. *Phys Sports Med.* 1998;26(1):68-78.
- Preece SJ, Willan P, Nester CJ, et al. Variation in pelvic morphology may prevent the identification of anterior pelvic tilt. *J Man Manip Ther.* 2008;16(2):113-117.
- Schamberger W. *The malalignment syndrome: Implications for medicine and sport,* 1st ed. Churchill Livingstone, 2002.
- Shultz SJ, Carcia CR, Gansneder BM, et al. The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *J Athl Train.* 2006;41(3):251-259.
- Trimble MH, Bishop MD, Buckley BD, et al. The relationship between clinical measurements of lower extremity posture and tibial translation. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 2002;17(4):286-290.
- Valmassy RL. *Clinical biomechanics of the lower extremities, Biomechanical principles of running injuries,* 1st ed. St. Louis, Mosby Year Book, 1996.
- Vauhnik R, Turk Z, Pihl IA, et al. Intra-rater reliability of using the navicular drop test for measuring foot pronation. *Hrvat. Športskomed. Vjesn.* 2006;21(1):8-11
- Wang WJ, Crompton RH. Analysis of the human and ape foot during bipedal standing with implications for the evolution of the foot. *J Biomech.* 2004;37(12):1831-1836.
- Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(5):316-325.
- Woodland LH, Francis RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *Am J Sports Med.* 1992;20(2):208-211.
- Zafiroopoulos G, Prasad KS, Kouboura T, et al. Flat foot and femoral anteversion in children—A prospective study. *The Foot.* 2009;19(1):50-54.
- 논문투고일 : 2010년 4월 16일  
 논문심사일 : 2010년 5월 19일  
 게재확정일 : 2010년 5월 25일

