

세로발활 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따른 하지의 근활성도 비교

김은영¹, 김연주^{2*}, 김근조³

¹구미1대학 물리치료과, ²대구대학교 물리치료학과, ³김천대학교 물리치료학과

The Comparison of Lower Extremity Muscle Activities according to Different Longitudinal arch and Treadmill Inclination

Eun-Young Kim¹, Yeon-Ju Kim^{2*} and Keun-Jo Kim³

¹Dept. Physical Therapy GUMI college, ²Dept. Physical Therapy Daegu University,

³Dept. Physical Therapy Gimcheon University

요 약 본 연구는 세로발활 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따른 하지의 근활성도를 비교하여 효율적인 보행 운동에 관련 기초자료를 제시하고자 하였다. 하지에 정형외과적 및 관절가동범위에 제한이 없는 학생 17명을 대상으로 세로발활 높이를 정상발과 편평발로 나누어 경사도 0°, 오르막 5°, 10°, 15°, 내리막 5°, 10°, 15°에서 넙다리 곧은근, 넙다리 두갈래근, 앞정강이근, 장딴지근 가쪽과 안쪽 5개 근육의 근활성도를 측정하였다. 경사도 비교 결과 통계학적으로 유의하였고($p < .05$), 0°과 내림 15°에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 경사도와 세로발활 높이 차이에 대한 상호작용 효과는 없었다. 근활성도 비교결과 통계학적으로 유의하였고, 근육과 세로발활 높이 차이에 대한 상호작용 효과가 있었다($p < .05$). 개체 내 대비검정 결과 넙다리 곧은근과 장딴지근 안쪽근, 넙다리 두갈래근과 장딴지근 안쪽근에서 유의한 차이가 있었고, 장딴지근 가쪽과 안쪽근에서 상호작용 효과가 있음을 알 수 있었다. 세로발활 높이 차이 간에는 통계학적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 이러한 결과로 미루어 볼 때 정상발과 편평발은 하지 근활성도에서 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 앞으로는 본 연구의 제한점을 보완하여 좀 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

Abstract The purpose of this study was to compare the lower extremity muscle activities according to the different longitudinal arch and treadmill inclination and to provide basic data on treadmill walking exercise. The selected 17 subjects who had not lower extremity injury and ROM limitation were recruited in this study. The longitudinal arch was divided into normal foot and flat foot. The inclinations of the treadmill were 0°, up hill 5°, 10°, 15°, down hill 5°, 10° and 15°. The electromyography was used to analyze the muscle activity of rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior, gastrocnemius lateralis and medialis. There were significant differences between the inclination 0° and down hill 15°. There was no interactive effect of treadmill inclination on the longitudinal arch. The activity difference of lower extremity muscle was not conspicuous. There existed the interactive effect between the longitudinal arch and muscle activity. The contrast test within subjects showed positively in the rectus femoris and gastrocnemius medialis, biceps femoris and gastrocnemius medialis. The different longitudinal arch did not influence on the effect($p > .05$). There was significant difference between the normal foot and the flat foot. So it is necessary to carry out the long term study.

Key Words : Longitudinal arch, Treadmil inclination, Muscle activity

*교신저자 : 김연주(sajapt1@hanmail.net)

접수일 11년 08월 24일

수정일 11년 09월 19일

게재확정일 11년 10월 06일

1. 서론

사람을 비롯한 지구에 살고 있는 발을 가진 모든 동물들은 걷기도 하고 뛰기도 한다. 하지만 사람에게 발의 기능적인 구조는 두 발로 이동을 하기 위해 적응되어 있고, 발의 정렬은 일어서기와 보행에 결정적인 역할을 하게 된다[1,2].

발의 기능은 크게 체중지지, 운동성과 지렛대, 완충 작용을 한다. 서 있을 때 체중은 세로발활(종족궁, longitudinal arch)을 따라서 분산 되도록 되어 있고 발의 발뒤꿈치뼈와 발허리뼈의 등근 부분에 위치한 지방패드와 두꺼운 피부가 체중을 지탱하게 되고 전족부의 압력은 2, 3번째 발허리뼈머리에서 많이 지탱한다. 이 압력이 서 있을 때보다는 걸거나 뛸 때 더 많아진다. 발의 다양한 관절은 움직임은 크지 않지만 여러 면에서의 움직임을 통하여 지면에 닿아 있는 부분의 특성과 형태에 따라서 쉽게 적응 할 수 있는 구조로 되어 있으며 보행을 할 때나 점프 및 체중 지지를 할 때 지렛대의 역할을 하게 되어 효율적으로 움직임을 만들어 낼 수 있다. 또한 발에 있는 인대는 발로 가는 힘과 비틀림을 방지하며, 섬유성 형태의 족저근막은 발바닥에서 완충 작용을 해 주고, 손상을 받지 않도록 유지시켜 주는 구조이다[3].

사람의 발의 형태는 오목발(요족, cavus), 정상발 그리고 평발(편평족, pes planus)로 나누어 볼 수 있다[4]. 그 중 편평족은 내측 세로발활의 동적, 정적인지지 구조의 손상으로 인해서 발생하게 되는 증상이 나타나고, 진행성의 발 변형으로 무너진 내측 세로발활, 뒤꿈치 가쪽변짐, 전족부의 벌림, 아킬레스건의 단축과 전족부의 뒤침이 특징적으로 나타난다[5,3]. 이러한 편평족의 변형은 소아기에 시작하는 것이 보통이나 사춘기에 들어서면서 그 증세가 발생하는 일이 흔하며 보행이나 기립시 자발통과 피로를 동반하거나 스포츠 및 다른 과도한 운동시에 그 기능을 저하시킨다[6].

편평족에 관한 자료는 일반적으로 인구의 약 1-20% 정도에서 편평족이 나타나며 정확한 원인은 아직 밝혀지지 않았으나 유전적인 요인과 후천적인 요인, 마비, 사고나 비만 등에 의해서 내측 세로발활이 무너지게 될 때 발생될 수 있다[7-9].

Lauren 등[10]은 발 형태학과 하지 상해 사이의 관련성은 아직 불명확하다고 하였으나, Ledoux 등[11]은 오목발과 평발은 발의 상해가 일어날 수 있는 빈도가 높다고 하였다. 그러므로 보행이나 달리기 추진을 원활하게 해주는 생체방어기구로 중요한 역할을 하는 안쪽 세로발활은 높이에 따라 보행에 미치는 영향도 다를 것으로 보인다.

정상적인 보행이나 병적보행은 지면위에서나 트레드밀에서 분석한다. 지면위에서 보행분석은 보다 자연스러운 걸음을 분석할 수 있으나 많은 제한 때문에 트레드밀에서의 보행 분석이 많이 사용된다[12]. 트레드밀은 바닥의 회전 벨트가 자동으로 돌아가면서 사람이 그 위에서 걷거나 달리는 동작을 수행하도록 고안된 운동기구이다. 트레드밀을 이용하여 회전속도나 경사도를 변경하여 운동 부하를 조정할 수 있어서 운동부하를 정확하게 파악할 수 있을 뿐만 아니라 반복 측정 시 동일한 양의 부하를 가할 수 있다는 장점 때문에 각종 실험에 주로 사용되어 왔다[13]. 트레드밀을 이용한 연구에는 속도나 경사도에 따라 달리기 동작을 분석한 연구[14-16], 트레드밀 보행 시 경사도와 속도에 따라서 하지 관절의 각도와 각속도를 연구[17], 트레드밀 경사도와 발목관절 관절가동범위에 관한 연구[13, 18-20] 트레드밀 속도에 따른 족저압에 관한 연구 등이 있다[20-23].

하지만 생체방어기구로 중요한 역할을 하는 세로발활 높이와 트레드밀을 이용한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 보행 운동 시 주요하게 작용하는 근육들의 근활성도를 트레드밀의 경사도와 세로발활 높이 차이에 따라 측정하여 보다 효율적인 보행 운동에 관한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 G대학교에 재학 중인 남자 8명, 여자 9명 총 17명을 대상으로 하지에 정형외과적 및 관절가동범위에 제한이 없는 자를 무작위 선별하여 실시하였다. 연구를 실시하기 전 모든 학생들에게 연구 목적과 방법에 대해 사전에 숙지시키고 자발적인 동의를 얻었다.

2.2 연구도구

본 연구에서는 트레드밀과, 다리 근육의 근활성도를 측정하기 위해 무선 8채널 표면근전도 2400T G2 EMG기구(Noraxon U.S.A. Inc)를 사용하였으며 프로그램은 Noraxon Myoresearch XP Master Edition 1.06.64를 사용하였다.

2.3 연구절차

2.3.1 세로발활 높이 측정방법

발바닥(주상골, navicular) 하강 검사의 측정을 위해 먼저 실험자를 의자에 앉힌 후 목말미 관절의 중립자세를

취한 뒤 발배뼈 결절 부분을 촉진하여 표시하였다. 그 후 목발밑 관절의 중립상태를 유지한 채로 이완된 상태에서 체중을 실으며 천천히 기립한 후 다시 발배뼈 결절을 촉진하여 표시하였다[24]. 앉은 상태에서 표시한 표시 점과 선 상태에서 표시한 표시 점의 높이를 비교하였다. 대상자들은 주로 사용하는 발을 기준으로 3회 측정하여 평균 값을 기준으로 5-9mm 사이이면 정상 발, 10mm이상이면 편평발로 분류하였다[25].

2.3.2 근전도 부착

실험실의 온도는 25±1℃로 일정하게 유지하고, 피부 저항을 감소시키기 위하여 면도기로 털을 제거 후 알코올 솜으로 부착부위를 깨끗이 닦았다. 전극은 넵다리곧은근(대퇴직근, rectus femoris), 넵다리두갈래근(대퇴이두근, biceps femoris), 앞정강이근(전경골근, tibialis anterior), 장딴지근가쪽과 안쪽(비복근, gastrocnemius)에 부착하여 근활성도를 측정하였다.

2.3.3 측정방법

대상자들은 트레드밀 위에서 맨발로 정상보행속도인 1.2m/s 속도로 실험을 실시하였다. 기울기는 0°, 오르막(up hill) 5°, 10°, 15°, 내리막(down hill) 5°, 10°, 15°로 설정하여, 각각의 경사도에 대해 대상자들이 적응할 수 있도록 충분히 보행연습을 시킨 후 평상시처럼 자연스러운 보행이 되었을 때 30초 동안의 값을 측정하였다.

2.4 자료처리

수집된 자료의 통계 분석은 SPSS Window 12.0 프로그램을 이용하여, 연구대상자들의 일반적인 특성과 경사도와 세로발할 높이에 따른 근 활성도의 평균과 표준편차를 산출하였다.

경사도와 세로발할 높이에 따른 근 활성도의 변화는 이요인 분산분석을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의 수준 α 는 0.05로 하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 17명으로 남자 8명(47.1%), 여자 9명(52.9%)이었고, 평균연령은 23.88세로 23세 이하 9명(52.9%), 24~26세 5명(29.4%) 그리고 27세 이상이 3(17.7%)이었다. 체질량지수(BMI)는 평균 21.82로 22이하 12명(70.6%), 23~26이 3명(17.7%) 그리

고 27이상이 2(11.8%)이었다. 세로발할 높이 차이는 0.9cm 이하는 7명(41.2%), 1.0cm 이상은 10명(58.8%)이었다[Table 1].

[표 1] 연구대상자의 일반적인 특성
[Table 1] General characteristics of subjects (n=17)

변수	범주	수	퍼센트(%)
성별	남자	8	47.1
	여자	9	52.9
나이(세)	≤23	9	52.9
	24~26	5	29.4
	27≤	3	17.7
	평균±표준편차: 23.9±2.9		
체중(kg)	≤55	5	29.4
	56~74	8	47.7
	75≤	4	23.5
	평균±표준편차: 62.8±11.6		
신장(cm)	≤160	2	11.8
	161~170	8	47.1
	171≤	7	41.2
	평균±표준편차: 169.0±6.0		
BMI	≤22	12	70.6
	23~26	3	17.7
	27≤	2	11.8
	평균±표준편차: 21.8±3.8		
세로발할높이 차이	≤0.9	7	41.2
	1.0≤	10	58.8

3.2 세로발할 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따른 근활성도 변화

세로발할 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따른 각 근육의 근활성도를 알아본 결과 평균과 표준편차는 [Table 2]와 같다.

3.3 세로발할 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따른 각 근육의 근활성도 비교 분석

경사도에 대한 Mauchly의 구형성 검정 결과 ($p<.05$), 구형성 가정이 성립되지 않아 다변량 검정 분석 결과 Wilks의 람다에서 검정통계량 ($p<.05$)이 통계학적으로 유의하였다(표 3)[Table 3]. 경사도와 세로발할 높이 차이 간의 Wilks의 람다에서의 유의확률($p>.05$)이 유의하지 않아 상호작용 효과가 없음을 알 수 있었다. 경사도에 따른 비교 결과 0°과 내림 15° 각도에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$)[Table 4]. 근육에 대한 Mauchly의 구형성 검정 결과($p>.05$), 구형성 가정이 성립되어 개체-내 효과 검정 결과($p<.05$)가 통계학적으로 유의하였다

[표 2] 세로발할 높이와 트레드밀 경사도 차이에 대한 근활성도 변화

[Table 2] Variation of muscle activities according to different longitudinal arch and treadmill inclination

(평균±표준편차)(단위 μV)

세로발할 높이	경사도	대퇴사두근	대퇴이두근	전경골근	장딴지근 가쪽	장딴지근 안쪽	
정상	중립	0	26.73±5.97	19.86±2.27	30.01±4.08	39.04±5.67	35.14±4.04
		5	23.47±4.57	21.72±3.40	32.47±3.73	46.99±4.55	40.70±6.77
	오름	10	25.80±4.84	22.46±2.75	37.69±2.58	54.04±5.95	51.46±8.82
		15	29.16±4.50	26.21±3.02	49.21±3.17	63.24±8.58	54.49±4.28
	내림	5	40.51±8.30	37.26±10.45	38.89±10.18	72.57±24.85	32.99±3.49
		10	42.03±9.43	31.00±7.16	31.10±3.97	63.29±16.17	30.24±3.50
편평족	중립	0	22.27±5.64	22.91±3.59	26.35±3.13	23.38±1.73	48.08±10.16
		5	23.67±7.36	30.76±7.37	29.55±2.00	31.43±1.67	59.35±10.90
	오름	10	22.96±3.86	28.19±4.79	35.21±4.50	42.32±3.34	63.47±10.87
		15	28.46±3.71	38.61±9.69	43.96±4.58	55.34±3.61	67.14±8.97
	내림	5	26.57±7.02	23.00±3.13	28.71±4.87	24.10±2.40	44.35±9.16
		10	34.70±5.48	26.56±3.85	35.52±6.00	28.95±3.28	46.10±9.75
	15	36.82±7.25	32.52±5.35	39.18±6.94	33.59±5.21	43.67±9.47	

[표 3] 경사도에 대한 다변량 검정

[Table 3] Multivariate test on inclination

	효과	값	F	가설자유도	오차자유도	유의확률
경사도	Pillai의 트레이스	.95	32.53	6.00	10.00	.00*
	Wilks의 람다	.05	32.53	6.00	10.00	.00*
	Hotelling의 트레이스	19.52	32.53	6.00	10.00	.00*
	Roy의 최대근	19.17	32.53	6.00	10.00	.00*
경사도×세로발할 높이 차이	Pillai의 트레이스	.31	.76	6.00	10.00	.62
	Wilks의 람다	.69	.76	6.00	10.00	.62
	Hotelling의 트레이스	.46	.76	6.00	10.00	.62
	Roy의 최대근	.46	.76	6.00	10.00	.62

*p<.05

[표 4] 개체-내 대비 검정

[Table 4] Test of within-subjects contrasts on inclination

소스	경사도	제III유형제곱합	자유도	평균제곱	F	p
경사도	중립 0 vs 내림각 15	1546.53	1	1546.53	13.74	.00*
	오름각 5 vs 내림각 15	421.27	1	421.27	2.67	.12
	오름각 10 vs 내림각 15	8.27	1	8.27	.05	.83
	오름각 15 vs 내림각 15	698.98	1	698.98	3.39	.09
	내림각 5 vs 내림각 15	77.84	1	77.84	.43	.54
	내림각 10 vs 내림각 15	73.98	1	73.98	1.64	.22
경사도×세로발할 높이 차이	중립 0 vs 내림각 15	21.14	1	21.14	.19	.67
	오름각 5 vs 내림각 15	134.00	1	134.00	.85	.37
	오름각 10 vs 내림각 15	64.75	1	64.75	.39	.54
	오름각 15 vs 내림각 15	151.37	1	151.37	.73	.41
	내림각 5 vs 내림각 15	523.33	1	523.33	2.87	.11
	내림각 10 vs 내림각 15	7.41	1	7.41	.16	.69

*p<.05

[Table 5]. 각 근육과 세로발할 높이 차이 간의 유의확률 ($p < .05$)이 유의하여 상호작용이 있음을 알 수 있었다. 근육별 비교 결과 넙다리곧은근과 장딴지근안쪽근에서 유의 한 차이가 있었고, 넙다리두갈래근과 장딴지근 안쪽근에서 유의 한 차이가 있었다. 장딴지근가쪽과 안쪽근에서 세로발할 높이 차이에 따른 상호작용이 있음을 알 수 있었다[Table 6]. 개체-간 효과 검정 결과 유의 하지 않았다 ($p > .05$)[Table 7].

4. 논의

신체에 반복적인 고강도의 힘은 조직의 손상을 일으키고 수행능력을 감소시키게 된다. 역동적이고 기능적인 활동을 하는 동안 부하를 조절하고 충분히 압력을 분산시

키는 능력은 손상을 예방할 수 있다. 이러한 역할에 결정적인 영향을 미치는 부분은 발의 목발밑 관절의 옆침이다[26]. 목발밑 관절의 옆침은 발허리뼈 관절을 열리게 하고, 세로발할 높이를 낮아지게 하여 체중 부하 시에 발의 유연성을 제공해 주고 충격을 흡수한다. 그러나 목발밑 관절과 세로발할 높이의 비정상적인 작용에 의하여 발의 정상적인 기능이 손상되고 과도한 옆침이 나타나며, 이러한 편평족은 다양한 하지의 손상을 유발하게 된다. 또한 옆침이 부족하거나 뒤침이 나타나는 요족도 발목관절의 움직임이 고정되어 있기 때문에 정상적인 충격흡수를 하지 못하게 되어서 손상의 위험을 증가시킨다[27].

본 연구에서는 세로발할 높이와 트레드밀 경사도 차이에 따라 보행 시 하지 근육의 근활성도를 측정하여 보다 효율적인 보행 운동에 관한 기초자료를 제시하고자 하였다.

본 연구에서는 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 앞정강

[표 5] 근육에 대한 개체-내 효과 검정
[Table 5] Test of within-subjects effects on muscle

효과		제III유형제공합	자유도	평균제공	F	p
근육종류	구형성 가정	34531.18	4	8632.79	6.27	.00*
	Greenhouse-Geisser	34531.18	2.47	13962.62	6.27	.00*
	Huynh-Feldt	34531.18	3.20	10802.60	6.27	.00*
	하한값	34531.18	1.00	34531.18	6.27	.02*
근육종류×세로 발할 높이 차이	구형성 가정	21055.49	4	5263.87	3.82	.01*
	Greenhouse-Geisser	21055.49	2.47	8513.75	3.82	.02*
	Huynh-Feldt	21055.49	3.20	6586.92	3.82	.01*
	하한값	21055.49	1.00	21055.50	3.82	.07

* $p < .05$

[표 6] 개체-내 대비 검정
[Table 6] Test of within-subjects contrasts on muscle

소스	근육종류	제III유형제공합	자유도	평균제공	F	p
근육종류	넙다리곧은근 vs 장딴지근 안쪽	4325.72	1	4325.72	10.21	.01*
	넙다리두갈래근 vs 장딴지근 안쪽	5544.36	1	5544.36	17.06	.00*
	전경골근 vs 장딴지근 안쪽	2050.51	1	2050.51	2.89	.11
	장딴지근 가쪽 vs 장딴지근 안쪽	2.05	1	2.05	.00	.96
근육종류×편 평족유무	넙다리곧은근 vs 장딴지근 안쪽	1345.59	1	1345.59	3.18	.10
	넙다리두갈래근 vs 장딴지근 안쪽	570.08	1	570.08	1.75	.21
	앞정강이근 vs 장딴지근 안쪽	1038.21	1	1038.21	1.46	.25
	장딴지근 가쪽 vs 장딴지근 안쪽	5731.66	1	5731.66	7.63	.02*

* $p < .05$

[표 7] 개체-간 효과 검정
[Table 7] Test of between-subjects effects

소스	제III유형제공합	자유도	평균제공	F	p
세로발할높이	38.43	1	38.43	.32	.58

* $p < .05$

이근, 장딴지근가쪽과 안쪽 모두 5개의 근활성도를 측정하였다. 결과 정상발에서는 모든 근육이 오르막 경사도에서 근활성도가 증가하는 것을 볼 수 있었고, 특히 오르막 경사 15°에서 근활성도가 가장 높게 나타났다. 이는 한상완[28]과 김병곤 등[29]의 연구 결과와 일치하다. 나무영 등[30]의 고관절 각도에 따른 근전도 분석에 의한 대퇴사두근의 근활성도 분석 연구에서 고관절의 각도가 90도에서 160도 까지 증가됨에 따라 대퇴사두근의 근활성도가 증가됨이 보고되어있다. 또한 고관절 각도의 변화가 슬관절 신전근인 대퇴사두근의 근활성도에 영향을 미친다고 하였다[31]. 또한 내리막 경사도에서는 대부분이 증가하였으나 큰 변화는 없었다. 또한 세로발활 높이 차이에 따라 경사도에 대한 근활성도를 비교한 결과 장딴지근가쪽근이 0°, 오르막 경사도 5°, 10°, 내리막 경사도 5°, 10°, 15°에서 편평발의 근활성도가 정상발에 비해 낮게 나타났다.

Nachbauer와 Nigg[9]에 의하면 세로발활이 높은 발보다 편평발에서 목발밑관절의 큰 움직임이 관찰되었다고 하였다. 윤흥기[32]는 편평족과 정상발의 힘 값을 측정된 결과 편평족은 보행 시 내측 전, 중족부의 힘 값이 증가하고 반면에 외측 전, 중족부와 내측, 외측 뒤꿈치의 힘값은 현저하게 감소한다고 하였다. 이것들을 종합해볼 때 장딴지근은 목발밑 관절을 뒤침시키고 넙다리뼈의 가쪽 돌림을 도와주는 역할을 하므로 보행 시 정상발에 비해 장딴지근의 안쪽 근활성도가 높게 나타난 것으로 사료된다. 하지만 본 연구는 건강한 대학생을 대상으로 실시한 결과 조건에 부합한 대상자가 적고 연구기간이 짧아 일반화시키기에는 부족한 점이 많은 제한점을 갖고 있다.

이렇듯 정상발과 편평발의 다른 근활성도 변화로 인해 보행의 변화가 나타날 수 있고 이로 인해 하지의 여러 가지 변화가 나타날 수 있을 것이다. 따라서 앞으로는 이러한 제한점들을 보완하고, 좀 더 장기간에 걸쳐 편평발의 종류에 따른 연구를 통해 보행 시 하지의 손상과의 상관관계를 알아보고 치료 시 적용할 수 있도록 하는 연구가 필요할 것이다.

5. 결론

본 연구는 트레드밀 보행에서 세로발활 높이 와 경사도 차이에 따라 하지의 근활성도를 알아보기 위하여 대학 17명을 대상으로 연구를 실시하였다. 세로발활 높이 차이가 0.9cm 이하는 정상발, 1.0cm 이상은 편평발로 분류하였고, 경사도는 0°, 오르막 경사 5°, 10°, 15° 그리고 내리막 경사 5°, 10°, 15°의 각도로 넙다리 곧은근, 넙

다리 두갈래근, 앞정강이근, 장딴지근 가쪽, 장딴지근 안쪽 모두 5개 근육의 근활성도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 세로발활 높이 내 경사도에 따른 근활성도를 비교 해본 결과 통계학적으로 유의하였고($p < .05$), 개체내 대비검정결과 경사도 0°과 내리막 15°에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 경사도와 세로발활 높이 차이에 대한 상호작용 효과는 없었다($p > .05$).
2. 세로발활 높이 내 근육에 따른 비교 결과 통계학적으로 유의하였고($p < .05$), 개체내 대비 검정 결과 넙다리곧은근과 장딴지안쪽근, 넙다리두갈래근과 장딴지 안쪽근에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 또한 근육과 세로발활 높이 차이에서 상호작용이 있음을 알 수 있었다($p < .05$). 특히 장딴지가쪽근과 장딴지안쪽근에서 유의한 차이가 있었다.
3. 세로발활 높이 차이 간의 개체-간 효과 검정결과 통계학적으로 유의하지 않았다($p > .05$).

이러한 결과로 미루어 볼 때 정상발과 편평발은 하지 근활성도에서 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 앞으로는 본 연구의 제한점을 보완하여 좀 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] Donatelli R., "The biomechanics of the foot and ankle" Philadelphia: F.A. Davice company, 1996.
- [2] Wang W. J., & Crompton R. H., "Analysis of the human and ape foot during bipedal standing with implication for the evolution of the foot", J Biomech, Vol. 37, No. 12, pp. 1831-1836, 2004.
- [3] Richie D. H., Jr., "Biomechanics and clinical analysis of the adult acquired flatfoot", Clin Podiatr Med Surg, Vol. 24, No. 4, pp. 617-644, 2007.
- [4] Kim H. W., Park J., Kang E. S., Park H. W. "The pediatric flatfoot: It's differential diagnosis and management", J of Korean Society of Foot Surg, Vol. 5, No. 1, pp. 91-102, 2001.
- [5] Arangio G. A., Reinert K. L., & Salathe E. P. "A biomechanical model of the effect of subtalar arthroereisis on the adult flexible flatfoot", Clin Biomech(Bristol, Avon), Vol. 19, No. 8, pp. 847-852, 2004.
- [6] Cailliet R. "Foot and ankle pain" F. A; Davis Co., Philadelphia, 1962.
- [7] Sun S. K., Jung D. C. Ko K. J., Kim J. S., Lee K. G.,

- Choi W. J. Lee H. S. Gu M. J., Cho S. H., Hwang J. H. "A comparison of physical fitness in people with normal foot and pes planus", *J of Korea Sports Research*, Vol. 17, No. 6, pp. 687-694, 2006.
- [8] Dunn J. E., Link C. L., Felson D. T., Crincoli M. G., Keysor J. J., & Mckinlay J. B., "Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults", *Am J Epidemiol*, Vol. 159, No. 5, pp. 491-498, 2004.
- [9] Magee D. J., "Orthopedic physical assessment", Philadelphia: W.B. Saunders, 2008.
- [10] Lauren E., Leslie L., Roger D., Joshua B., "Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football", *Journal of Science and Medicine in Sport*, Vol. 10, No. 5, pp. 311-319, 2007.
- [11] Ledoux W., Shfer J., Ahroni J., "Biomechanical differences among pes cavus, neutrally aligned, and pes planus feet in subjects with diabetes", *Foot & Ankle*, Vol. 24, No. 11, pp. 845-850, 2003.
- [12] Stoquart G., Detrembleur C., Lejeune T., "Effect of speed on kinematic, kinetic, electromyographic and energetic reference values during treadmill walking", *Neurophysiol Clin.*, Vol. 38, No. 2, pp. 105-116, 2008.
- [13] Yoon N. S., Yi K. O., Kim J. Y. "The kinematic and kinetic analysis of treadmill gait with various inclination and speed", *The Journal of Korean Society of Aerobic Exercise*, Vol. 5, No. 1, pp. 49-68, 2001.
- [14] Bergmann G., Graichen F., Rohlmann A., "Hip joint loading during walking and running measured in two patients", *J Biomech*, Vol. 26, No. 8, pp. 969-990, 1993.
- [15] Buczek F. L., Cavanagh P. R., "Stance phase knee and ankle kinematics and kinetics during level and downhill running", *Med Sci Sports Exerc*, Vol. 22, No. 5, pp. 669-677, 1990.
- [16] Williams KRA, "Biomechanical evaluation of distance running efficiency", Unpublished doctoral thesis, The Pennsylvania state University, University park. 1980.
- [17] Cho K. K., Kim Y. S. "Analysis of kinematics in gait motions on different grades and speeds of treadmill gait", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 11, NO. 2, pp. 175-191.
- [18] Yoon N. S., Yi K. O., Kim J. Y., Mun M. S., Yang G. T. "Comparison analysis of the angle variation patterns and DRM on treadmill walking by slope", *Korean Alliance of Health Physical Education Recreation and Dance*, Vol. 39, No. 1, pp. 569-579, 2000.
- [19] Kim Y. H., Yang G. T., Mun M. S. "Motion analysis of treadmill walking with various slopes at a normal speed", *J of KOSOMBE*, Vol. 18, No. 2, pp. 71-77, 1997.
- [20] Kim T. H., Kim B. G. "The change of plantar pressure and range of motion of ankle joint according to treadmill gradients", *Korean J Orthop Manu Ther*, Vol. 14, No. 1, pp. 39-47, 2008.
- [21] Warren G. L., Maher R. M., Higbie E. J., "Temporal patterns of plantar pressures and lower-leg muscle activity during walking: effect of speed", *Gait Posture*, Vol. 19, No. 1, pp. 91-100, 2004.
- [22] Segal A., Rohr E., Orendurff M., et al., "The effect of walking speed on peak plantar pressure", *Foot Ankle Int*, Vol. 25, No.12, pp. 926-933, 2004.
- [23] Kernozek T. W., LaMott E. E., Dansisak M. J., "Reliability of an in-shoe pressure measurement system during treadmill walking", *Foot Ankle Int*, Vol. 17, No. 4, pp. 204-209, 1996.
- [24] Shultz S. J., Carcia C. R., Gamseder B. M., Perrin D. H., "The independent and Interactive Effects of Navicular Drop and Quadriceps Angle on Neuromuscular Responses to a Weight-Bearing Perturbation", *Journal of Athletic Training*, Vol. 41, No. 3, pp. 251-259, 2006.
- [25] Cote K. P., Brunet M. E., Gansneder B. M., & Shultz S. J., "Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability", *J Athl Train*, Vol. 40, No. 1, pp. 41-46, 2005.
- [26] Hargrave M. D., Carcia C. R., Gansneder B. M., & Shultz S. J., "Subtalar Pronation Does Not Influence Impact Forces or Rate of Loading During a Single-Leg Landing", *J Athl Train*, Vol. 38, No. 1, pp. 18-23, 2003.
- [27] Khamis S., & Yizhar Z., "Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position", *Gait Posture*, Vol. 25, No. 1, pp. 127-134, 2007.
- [28] Han S. W. "The effect of forward walking and backward walking on quadriceps muscles with treadmill inclination: surface electromyographic analysis", *Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, Vol. 12, No. 1, pp. 63-70, 2005.
- [29] Kim B. G., Gong W. T., Jung Y. W. "The myoelectrical activities of trunk muscle and quadriceps femoris according to treadmill gait different inclination and speeds", *Korean J Orthop Manu Ther*, Vol. 13, No. 1, pp. 44-57, 2007.
- [30] Na Y. M., Lim K. B., Kim H. S., Ji S. W. "The myoelectrical activities of quadriceps femoris according

to hip joint angle by electromyographic analysis" The Korean Society of Sports Medicine, Vol. 20, No. 1, pp. 201-208, 2002.

- [31] Mender H. M., "Effect of stabilization of maximum isometric knee extensor force", Phys Ther, Vol. 47, No. 5, pp. 374-379, 1967.
- [32] Yoon H. K. "Changes in dynamic pedobarography and 3-dimensional gait analysis subtalar arthrodesis in pes planovalgus", Department of Medicine The Graduate School Yonsi University A Doctoral Degree, 2005.

김 근 조(Keun-Jo Kim)

[정회원]



- 2001년 2월 : 계명대학교 대학원 공중보건학과 (보건학 박사)
- 1992년 9월 ~ 현재 : 김천대학교 물리치료학과 부교수

<관심분야>

물리치료학, 정형도수치료학

김 은 영(Eun-Young Kim)

[정회원]



- 2010년 8월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 구미1대학 물리치료과 전임교수

<관심분야>

물리치료학, 정형도수치료학

김 연 주(Yeon-Ju Kim)

[정회원]



- 2011년 8월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2008년 ~ 2010년 8월 : 안동과학대학 물리치료과 전임강사
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 재활과학대학 물리치료학과 외래강사

<관심분야>

물리치료학, 운동치료학