

# 신발굽 높이와 Wedge 위치 변화가 하지 근활성도에 미치는 영향

## Effect on the Lower Extremity Muscle Activity According to the Heel Height and Wedge Position

이현주, 김소정, 김순중, 김혜지, 박보람, 박소영, 유정화, 태기식\*

H. J. Lee, S. J. Kima, S. J. Kimb, H. J. Kim, B. R. Park, S. Y. Park, J. H. Yu, K. S. Tae

### 요 약

본 연구는 30명의 여성에게 내·외측 wedge 삽입과 함께 flated heel 또는 5cm heel을 착용하도록 한 후, 넙다리내갈래근 중 안쪽빗넓은근(VMO)과 가쪽넓은근(VL)의 근활성도를 측정하여 비교하였다. 연구 결과 내외측 wedge 모두에서 flated heel 군에서는 가쪽넓은근이, 5 cm heel 군에서는 안쪽빗넓은근의 근활성도가 높게 나타났으며 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 근활성도비(% VMO/VL) 또한 5cm heel 군에서 유의하게 높게 나타났다. 이는 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도에 영향을 미치는 외적 변수가 wedge의 내외측 위치보다는 힐의 높이에 의함을 알 수 있었다. 차후 무릎통증이나 무릎 불안정성으로 인한 하지 재활훈련 또는 하지보조기 제작 시에 하지 근육의 선택적 활성화를 유도하기 위한 변수로써 heel 높이를 고려할 수 있을 것이다.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the change of the electromyographic activity in vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis (VL), also vastus medialis oblique/vastus lateralis ratios after wearing wedged flated or 5cm heel shoes. The subjects were 30 healthy women who randomly assigned to two group, divided by flated or 5cm heel group. They were asked to perform squat exercise in two postures using medial and lateral wedged shoes. In two groups, EMG activity of VMO and VL was significant difference between the flated heel and 5cm heel ( $p<.01$ ). This study showed that 5cm heel could selectively more active VMO than flated heel. It should be considered the heel height as the parameter when the patient with lower extremity problem undergo rehabilitation exercise or design of orthoses for the selective muscle activity of knee pain or knee instability.

**Keyword** : Electromyography, Heeled Shoes, Vastus Lateralis, Vastus Medialis Oblique, Wedge

### 1. 서론

무릎관절은 근골격계 질환 중에서도 가장 흔하게 손상 받는 곳으로, 그 중 무릎넙다리 통증증후군(PFPS: patellofemoral pain syndrome)은 손상 정도에 따라 장기간의 재활치료를 요한다[1]. 특히 무릎넙다리 통증증후군은 일반인들을 포함하여 신체 활

접 수 일 : 2014.11.12

심사완료일 : 2014.11.18

게재확정일 : 2014.11.20

이현주 : 건양대학교 물리치료학과 교수

leehj@konyang.ac.kr (주저자)

김소정 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

taskho@naver.com (공동저자)

김순중 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

S2oonjong@nate.com (공동저자)

김혜지 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

hyeji0189@naver.com (공동저자)

박보람 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

delete0o0@naver.com (공동저자)

박소영 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

qkrthdud888@naver.com (공동저자)

유정화 : 건양대학교 물리치료학과 학사과정

yujh0927@naver.com (공동저자)

\*태기식 : 건양대학교 의공학부 교수

tae@konyang.ac.kr (교신저자)

동이 많은 사람들에게 많이 발생하며, 그 중에서도 10대에서 30대 중반까지의 여성이 남자보다 더 많이 발생하는 것으로 보고된다[2]. 무릎뼀다리 통증 증후군은 뼀굽이 무릎(genu valgus)과 같은 비정상적인 해부학적 요인, 단축된 뼀뼀다리근(hamstring)과 같은 구조적 이상, 무릎뼀가 움직이는 경로의 부적절한 등을 포함하는 무릎뼀다리의 부정렬에 의하며, 뼀다리 도르래 고랑의 문제나 뼀다리 가쪽 및 안쪽 근육 힘의 불균형과 같은 비정상적인 해부학적 구조가 무릎뼀다리 부정렬의 중요한 원인으로 작용될 수 있다[3].

일반적으로 무릎뼀다리 통증증후군의 증상을 감소시키기 위해서는 뼀다리네갈래근(quadriceps) 중 안쪽뼀넓은근(vastus medialis oblique)의 선택적인 강화가 매우 중요한데, 이는 무릎을 움직일 때 안쪽뼀넓은근에 의한 무릎뼀 고정 작용에 의해 올바른 움직임을 유도할 수 있기 때문이다[4]. 안쪽뼀넓은근의 활성도를 높이기 위한 재활 프로그램으로써 엉덩관절을 모으는 동작이나 발을 내반 또는 외반시키기도 하였으나 이는 뼀다리네갈래근 각도를 증가시켜 무릎뼀다리 통증증후군의 원인이 될 수 있다고 보고하였다[5]. 등척성 고관절 모음을 포함한 열린 사슬운동(open kinetic chain exercises)과 닫힌 사슬운동(closed kinetic chain exercise)을 비교한 선행 연구에 의하면, 닫힌 사슬운동은 안쪽뼀넓은근과 가쪽뼀넓은근의 비율을 증가시켰지만 열린 사슬운동에서는 그 비율이 증가되지 않았다고 보고하였다[6]. 또 다른 연구에서는 정상인을 대상으로 스쿼트 운동(squat exercise)을 시행한 연구에서는 안쪽뼀넓은근과 가쪽뼀넓은근의 비율이 가장 이상적인 1:1의 비율로 나타났다고 보고하였다[7, 8].

Wedge를 이용하여 안쪽뼀넓은근의 활성도를 유도하기도 하는데, 선 자세와 걸을 때 골격계의 정렬(skeletal alignment) 상태를 향상시키는데 주목적이 있다[8]. 발에 과도한 앞침(pronation)이 나타나는 류마티스형 관절염환자에게 깔창(insole)을 적용하였을 때 보행주기의 입각기 동안 발의 가쪽뼀집(eversion)과 안쪽돌림(internal rotation)을 감소시켜 올바른 무릎정렬을 유도하였다고 보고하였다[9]. Jung은 정상인을 대상으로 wedged in-sole 각도에 따른 정규화된 각 근육의 근전도 신호량(%MVC)에서 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다[10]. 반면 Yoo 등의 연구에서는 정상인을 대상으로 wedge를 적용하지 않았을 때와 medial wedge를 적용하였을 때를 비교한 결과, wedge를 적용하였을 때 안쪽뼀넓은근/가쪽뼀넓은근 근활성도의 비가 유의하게 증가하였다고 하였다[11].

힐은 그 높이에 따라 발목관절에 발바닥 굽힘을 야기하고, 체중분포를 앞쪽으로 집중시켜 정상 신체 배열을 변화시키는데, 보상작용으로써 허리에 과도한 압입음(lordosis)을 유도하여 요통을 유발시킨다[12]. 또한 하이힐을 착용한 상태에서 보행 시 에너지 소모량을 증가시키고, 근 피로를 가중시키며, 발목관절의 안정성을 유지하는 근육에 불균형을 야기한다[13]. 그러나 힐의 높이에 따라 하지 근육에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 드물다.

Wedge가 발바닥의 좌·우 높이 변화에 따라 하지의 근활성도에 변화를 준다면, 힐은 앞·뒤 높이 변화에 따라 하지 근활성도에 긍정적이거나 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 또한 무릎의 안정성에 영향을 미치는 안쪽뼀넓은근과 가쪽뼀넓은근의 활성도에도 변화를 유도할 수 있다.

따라서 본 연구는 무릎 정렬과 무릎뼀 움직임을 위해 내·외측 wedge를 사용과 함께 힐 높이에 따른 하지의 근활성도 변화를 연구함으로써 재활치료 및 하지 보조기 설계를 위한 근거자료를 마련하고자 하였다.

## 2. 본론

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 건강한 20대의 여성으로 'flated heel'군, '5cm heel'군으로 나누어 실험에 참가하였다(표 1).

표 1. 대상자의 일반적 특성 (N=30)

	flated heel	5cm heel
Age (yr)	21± 1.29	22± 1.09
Height (cm)	159.54± 3.48	160.32± 2.84
Weight (kg)	54.93 ± 5.01	55.01± 4.75
Shoes size (mm)	232.78± 2.53	232.97± 2.57

대상자 모집은 재학 중인 여학생 61명을 대상으로 설문조사를 실시하여 가장 많은 발사이즈인 230-235mm인 30명을 최종 대상자로 선정하였다. 본 연구의 대상자는 실험 참가에 동의했으며, 발목, 무릎 관절 가동범위가 정상이며, 발의 기형이 없는 자로 구성되었다. 연구에 참여한 대상자의 배제기준은 일주일 중 3일 이상 5cm heel을 하루에 5시간 이상 착용으로 인해 하이힐에 대한 습관화가 된 자이거나 또는 서있는 동안 30분 이내에 무릎에 통증이 유발되거나 무릎이나 발목과 관련된 의학적 진단을 받은 자로 하였다.

## 2.2 실험도구 및 측정방법

### 2.2.1. 근전도(EMG)

근육의 근활성도 측정을 위해 근전도(Noraxon, USA)를 사용하여 자료를 수집 및 저장하였다. 근육의 근활성도 측정값을 정량화하기 위해 최대 수의적 등척성 수축 (MVIC; Maximal Voluntary Isometric Contraction)을 측정 하였다. 표본 주파수 (sampling rate)는 1500Hz, 대역통과 필터 (band pass filter)는 20-500Hz, 노치 필터 (notch filter)는 60Hz였다. 측정 및 자료처리는 MR-XP 1.07 Master Edition 프로그램을 이용하였다.



그림 1. 근전도 부착위치

전극 부착부위는 이전의 연구를 참고하여 안쪽넓은근은 무릎뼈의 안의 위쪽으로 4cm, 안쪽으로 3cm 지점에, 가쪽넓은근은 무릎뼈 가쪽 위 모서리의 위쪽 10cm, 가쪽으로 6-8cm 지점에 전극을 부착하였다[14], (그림 1).

### 2.2.2. Wedge

Wedge는 대상자의 발허리뼈 길이에 맞추고, 발바닥 중간까지 오도록 제작하여 그 부위에 부착하였다(그림 2).



(a) medial wedge      (b) lateral wedge

그림 2. 실험에서 사용된 wedge

## 2.3 실험방법

그림 3은 본 연구의 실험단계를 보여준다.

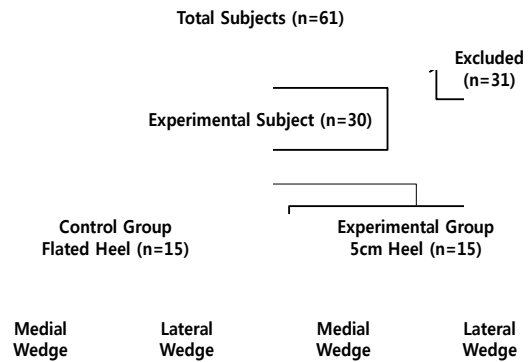


그림 3. 실험진행 과정

실험이 시작되기 전에 연구대상자에게 실험절차에 대해 충분히 설명하여 이해시킨 후 서면동의서를 작성하도록 하였다. 측정하는 측의 다리는 대상자에게 공을 차도록 한 뒤, 공을 차는 우세 측 다리로 정하였다. 측정하는 중에 대상작용을 방지하고 데이터의 오류를 최소화하기 위하여 사전에 스쿼트 자세를 5회씩 실시 한 후 실험에 참여하였다.

대상자는 근전도의 전극 부착을 위해 반바지를 착용하였으며, 전극 부착 부위를 제모한 후 소독약을 문힌 솜으로 닦아내어 노이즈(noise)를 최소화하였다.

측정 대상자는 ‘flated heel 집단’과 ‘5cm heel 집단’으로, 두 집단에 무작위로 배정되었으며, 스쿼트 동작 시 안쪽 번짐(inversion)과 가쪽번짐(eversion)의 순서에 따른 영향을 배제하기 위해 두 종류의 카드를 준비한 뒤 무작위로 선택하는 방법을 이용하였다.

최대등척성수축 (MVC; Maximal Voluntary Contraction) 측정 시 대상자는 의자에 앉아 엉덩관절을 90도 굽힘하고 무릎관절을 80도 펴 한 후 몸통을 고정하여 최대로 수축값을 측정하였다.

MVC 측정은 총 3회 실시하였으며 최대 힘을 유지하는 것을 돕기 위하여 언어적 피드백을 주었다. 수집된 데이터의 평균값을 분석에 이용하였다. 각 측정 간 최소 3분의 휴식시간을 주어서 근피로를 최소화하였다.

스쿼트 자세는 어깨 넓이만큼 양발을 벌리고 양팔을 앞으로 가볍게 뻗은 후, 스쿼트를 실시하도록 했다. 이때 굽힌 무릎이 엄지발가락보다 앞으로 나오지 않도록 하며, 무릎 굽힘 각도는 최대로 근 활성이 일어나는 60도로 하였다[19]. 스쿼트 자세에서 무릎의 각도는 각도계(goniometer)를 사용하여 고정하였다.

스쿼트 자세 시 측정은 무릎을 60도 굽힌 후 5초간 자세를 유지하였으며, 3회 반복 하였다. 5초 중

앞, 뒤 1초를 제외한 남은 3초의 평균값을 분석에 이용했다. 각 동작 사이 휴식시간은 30초로 하였다 (그림 4).



그림 4. 스쿼트 자세

### 2.4. 분석방법

Wedge의 위치에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽빗근의 근활성도, 그리고 안쪽빗넓은근/가쪽빗근의 비를 비교하기 위해 독립 t검정(independent t-test)을 시행하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준  $\alpha=0.01$ 로 정하였고, 수집된 자료는 상용통계프로그램인 윈도우 SPSS version 18.0을 이용하여 분석하였다.

## 3. 결과

### 3.1 Wedge 착용 및 굽 높이에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비교

Flated heel 그룹에서는 내외측 Wedge 모두에서 가쪽넓은근의 근활성도가 안쪽빗넓은근의 근활성도보다 높게 나타났고, 5cm heel 그룹에서는 안쪽빗넓은근의 근활성도의 값이 높았으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.01$ ), (표 2).

표 2. Wedge 위치와 heel 높이에 따른 VMO와 VL 근 활성도 비교

Group	Wedge	Muscle	Mean±SD
Flated heel	Lateral	VMO	48.68±12.26*
		VL	50.49±15.21*
	Medial	VMO	48.66±13.10*
		VL	51.00±16.14*
5cm heel	Lateral	VMO	62.43±30.70*
		VL	46.01±18.45*
	Medial	VMO	59.89±30.27*
		VL	47.07±17.99*

VMO: Vastus medialis Oblique, VL: Vastus lateralis  
\* $p<0.01$

### 3.2. 굽 높이에 따른 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성비 비교

안쪽빗넓은근/가쪽빗넓은근비(%)는 flated heel을 착용하였을 때보다 5cm heel을 착용하였을 때 내외측 wedge 모두에서 유의하게 높게 나타났다( $p<0.05$ )

표 3. Heel 높이에 따른 VMO/VL 비(%) 비교

Ratio	Wedge	Group	Mean±SD
VMO/VL (%)	Lateral	Flated heel	1.02±0.29*
		5cm heel	1.40±0.49*
	Medial	Flated heel	0.99±0.24*
		5cm heel	1.32±0.53*

VMO: Vastus medialis Oblique, VL: Vastus lateralis  
\* $p<0.05$

## 4. 고찰

무릎넙다리 통증증후군은 직접적인 외상이 없더라도 안쪽빗넓은근의 불충분한 활성화, 뒤넙다리근의 약화, 넙다리네갈래근 또는 엉덩정강근막띠(iliotibial band)의 부족한 유연성 등에 의한 무릎넙다리 비정렬(patellofemoral malalignment)이 원인이 되어 발생한다고 하였다[15, 16]. 무릎넙다리 통증증후군을 위한 운동은 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화에 초점을 맞추어야 하며, 임상에서도 무릎뼈 끝림체계의 균형을 위해 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화를 목표로 하고 있다.

이를 위해 본 연구에서는 wedge를 적용한, flated heel 또는 5cm heel의 굽을 착용한 상태에서 스쿼트 자세로 최대 등척성수축 시 안쪽빗넓은근, 가쪽넓은근의 근활성도(%MVC)의 변화와 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성도(%MVC)의 비를 알아보고자 하였다.

연구 결과 flated heel에서는 가쪽넓은근의 근활성도가, 5cm heel에서는 안쪽빗넓은근의 근활성도가 통계학적으로 의미 있는 높은 값을 나타내었다. 또한 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근비 값에서도 5cm heel을 착용하였을 때 통계학적으로 유의하게 높은 값을 나타내었는데, 이는 안쪽빗넓은근의 활성화에 영향을 미치는 외적 변수가 wedge의 내·외측 높이 변화보다는 하이힐의 높이 즉, 전·후 위치 변화에 의한 발목관절 불안정 때문이라고 생각된다[17].

신발 굽 높이에 따른 생체역학적 변화는 정적 균형능력에 영향을 미치는데, Kim[18]의 연구에서 3cm 굽에서 7cm 굽보다 안정적인 균형능력을 보였다. 또한 Opila-Correia[19]는 신체중심이 이상적 정렬로

정의된 국한 영역을 벗어나서 움직이면 안정 자세로 회복하기 위하여 더 많은 근육의 활동을 필요로 하고, 이러한 상황에서 보상적 자세전략이 지지 기저면 내의 안정적 자세로 무게 중심을 돌아오게 하기 위해 쓰인다고 하였다. 본 연구에서도 스쿼트 자세에서 flated heel 군에서 보다 5cm heel 군에서 안쪽빗넓은근이 더 활성화 되었는데, 이는 불안정한 발목으로 저하된 균형능력을 보상하기 위해서 무릎 안정화 전략이 촉진되었기 때문이라고 생각된다.

그러나 Park 등[20]의 연구에서와 같이 높은 굽신발의 장기 착용으로 하지의 대퇴곧은근(rectus femoris)과 대퇴곧래근(biceps femoris)이 신경생리학적 적응현상을 보이는 습관화된 경우는 다른 결과가 나올 수 있음을 배제할 수 없다.

### 5. 결론

본 연구는 flated heel 집단과 5cm heel집단으로 나누어, 닫힌 사슬 운동자세인 스쿼트(Squat) 자세에서 무릎을 60도 굽힌 자세를 5초간 유지하였을 때 medial 및 lateral wedge 적용에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도, 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성도(%MVC) 비가 받는 영향을 알아보고자 하였다.

1. Wedge 종류에 상관없이 flated heel 그룹은 가쪽넓은근의 근활성도 값이 높았고, 5cm heel 그룹에서는 안쪽빗넓은근의 근활성도의 값이 유의하게 높았다( $p<.01$ ).
2. Lateral wedge나 medial wedge를 착용하는 것에 상관없이 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성비는 5cm heel 그룹에서 더 높았고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다( $p<0.5$ ).

본 연구결과, flated heel 보다 5cm heel을 착용함으로써 안쪽빗넓은근의 선택적으로 높은 활성도를 나타내었다. Wedge 위치에 따른 선택적 하지 근육 강화에 대한 일관적인 결과를 위해 보강 연구와 단계적 하이힐의 높이에 따른 근활성도의 차이와 불안정성에 영향을 미치는 근육들에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구를 통해 차후 무릎통증이나 무릎 불안정성으로 인한 하지 재활훈련이나 하지보조기 제작 시에 하지 근육의 선택적 활성화를 유도하기 위한 변수로써 heel 높이를 고려할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] S.A. Almeida, K.M. Williams, R.A. Shaffer, and S.K. Brodine, "Epidemiology Patterns of Musculoskeletal Injuries and Physical Training," *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 31, no. 8, pp.1176-82, 1999
- [2] D.K. Lichota, "Anterior Knee Pain: Symptom or Syndrome," *Current Women's Health Reports*, vol. 3, no. 1, pp.81-86, 2003
- [3] Y.J. Hung, and M.T. Gross. "Effect of foot position on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during lower-extremity weight-bearing activities," *J. Orthop Sports Phys Ther.*, vol. 29, no. 2, pp.93-102, 1999
- [4] J.E. Earl, R.J. Schmitz, and B.L. Arnold, "Activation of the VMO and VL During Dynamic Mini-squat Exercises With and Without Isometric Hip Adduction," *J. Electromyography and Kinesiology*, vol. 11, pp. 381-386, 2001
- [5] W.G. Yoo. Activation of knee muscles on various decline boards and postures during single leg decline squat exercise, *The Graduate School, Yonsei University*. 2004
- [6] P.W. Hodges, and C.A. Richardson, "The Influence of Isometric Hip Adduction on Quadriceps Femoris Activity," *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 38, pp. 210-213, 1993
- [7] K.R. Coqueriro, D. Bevilaqua-Grossi, F. Berzin, A.B. Soares, C. Candolo, and V. Monteiro-Pedro, "Analysis on the Activation of the VMO and VL Muscles During Semisquat Exercises With and Without Hip Adduction in Individuals With Patellofemoral Pain Syndrome" *J. Electromyography and Kinesiology*, Vol. 15, pp.596-603, 2005
- [8] S.B. Seo, S.R. Kang, C.H. Yu, J.Y. Min, and T.K. Kwon. "Effect of Muscle Activation Change of Lower Limb According to Whole Body Vibration Different Squat Exercises," *J. Rehabil Eng & Assistive Technol.*, vol. 8, no. 1, pp.33-40, 2013
- [9] G.F. Kogler, F.B. Veer, and S.E. Solomonidis,

"The Influence of Medial and Lateral Placement of Orthotic Wedges on Landing of the Plantar Aponeurosis," J. Bone Joint Surg Am., vol. 81, no. 10, pp.1403-1413, 1999

[10] J. Woodburn, D.E. Turner, P.S. Helliwell, and S. Barker. "A Preliminary Study Determining the Feasibility of Electromagnetic Tracking for Kinematics at the Ankle Joint Complex" Rheumatology, vol. 38, no. 12, pp.1260-8, 1999

[11] D.Y. Jung. Wedged insole 각도가 슬관절 내번 토크와 근활성도에 미치는 영향, 연세대학교 대학원, 석사학위논문, 2003

[12] W.G. Yoo, H.J. Lee, and C.H. Yi, "Effects of Medial, Lateral Wedge and Difference of Quadriceps Angle on Vastus Medialis Oblique/Vastus Lateralis Muscle Activity Ratios," Phys Ther Korea, vol. 12, no. 2, pp. 11-19, 2005

[13] C.J. Barton, J.A. Coyle, and P. Tinley. "The Effect of Heel Lifts on Trunk Muscle Activation During Gait: A Study of Young Healthy Females," J. Electromyography and Kinesiology, vol. 19, no. 4, pp.598-606, 2009

[14] A. Gefen, M. Megido-Ravid, and Y. Itzchak, "Analysis of Muscular Fatigue and Foot Stability During High-heeled Gait" Gait & Posture, vol. 15, no. 1, pp.56-63, 2002

[15] S.M. Cowan, K.L. Bennell, P.W. Hodges, and K.M. Crossley, J. McConnell. "Delayed Onset of Electromyographic Activity of Vastus Medialis Obliquus Relative to Vastus Lateralis in Subjects with Patellofemoral Pain Syndrome" Arch Phys Med Rehabil, Vol. 82, No. 2, pp. 183-9. 2001

[16] D. Caylor, R. Fites, and T.W. Worrell. "The Relationship Between Quadriceps Angle and Anterior Knee Pain Syndrom" J Orthop Sports Phys Ther., Vol 17, No. 1, pp. 11-6, 1993

[17] S.W. Chai, K.Y. Park, and Y.S. Kim. "The Effects of Functional Foot Orthotics on the Balance According to Foot Shape," J. Rehabil Eng & Assistive Technol., vol. 5, no. 1, pp. 47-52, 2011

[18] Y. Kim, "Changes of Balance Ability by Different Heel Heights in Healthy Women," 대 불대학교대학원 연구논문집, vol. 3, pp.415-428, 2004

[19] K.A. Opila-Correia. "Kinematics of High-heeled Gait with Consideration for Age and Experience of wearers," Arch Phys Med Rehabil., vol.. 71, pp.905-909, 1990

[20] E. Park, W. Kim, G. kim, and S. Cho, "Effects of High-heel Shoes on EMG Activities of Rectus Femoris and Biceps Femoris," KAUTPT, vol. 6, pp.32-42, 1999



**이 현 주**

2000년 연세대학교 재활학과 졸업(학사)  
 2002년 연세대학교 대학원 재활학과 졸업(석사)  
 2004년 연세대학교 대학원 재활학과(박사수료)  
 2010년 - 현재 건양대학교 물리치료학과 조교수

관심분야 : 노인 물리치료, 재활보조공학, 헬스케어공학, 원격재활



**김 소 정**

2015년 건양대학교 물리치료학과 졸업(학사)

관심분야 : 운동처방, 운동치료학



**김 순 중**

2015년 건양대학교 물리치료학과 졸업(학사)

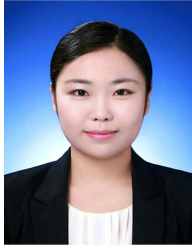
관심분야 : 모자보건, 물리적 인자치료



**김 혜 지**

2015년 건양대학교 물리치료학과 졸업(학사)

관심분야 : 스포츠 재활, 재활보조공학



**박 보 램**

2015년 건양대학교 물리치료  
학과 졸업(학사)

관심분야 : 동작분석, 인간공학



**박 소 영**

2015년 건양대학교 물리치료  
학과 졸업(학사)

관심분야 : 동작분석, 재활보조공학



**유 정 화**

2015년 건양대학교 물리치료  
학과 졸업(학사)

관심분야 : 스포츠 재활, 재활보조공학



**태 기 식**

1998년 건국대학교 의용생  
체공학과 졸업(학사)

2000년 가톨릭대학교 대학  
원 의과학협동과정  
졸업(석사)

2006년 연세대학교 대학원  
의공학협동과정 졸업  
(박사)

2007년 - 현재 건양대학교  
의공학부 부교수

관심분야 : 재활공학, 생체역학, 인체동작분석  
의료기기 임상시험, 헬스케어공학