

# 불안정지지면 훈련을 통한 발목관절위치감각 변화와 동요면적 변화간의 상관관계

하나라\* · 김명철\*\* · 한슬기\*\*\*

## The Correlation Between Changes of Ankle Joint Position Sense and Sway Area Through Unstable Surface Training

Na-Ra Ha\* · Myung-Chul Kim\*\* · Seul-Ki Han\*\*\*

### 요 약

본 연구는 불안정지지면 훈련을 통한 발목관절위치감각의 변화와 동요면적 변화간의 상관관계를 알아보고자 실시하였다. 건강한 성인 남녀 48명을 대상으로 무작위로 불안정지지면군(n=24)과 안정지지면군(n=24)으로 나누어 동일한 운동 프로그램을 적용하여 주 3회씩 6주 동안 실시하였다. 불안정지지면군은 균형운동 패드에서, 안정지지면군은 단단한 지면에서 운동을 실시하였다. 운동 전·후에 발목관절위치감각의 변화와 동요면적의 변화를 알아보았다. 그 결과, 불안정지지면군에서 발목관절위치감각 오차와 동요면적은 유의하게 감소하였다( $p<.05$ ). 그리고 불안정지지면군에서만 발목관절위치감각 오차의 변화량과 동요면적 변화량간의 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 본 연구는 불안정지지면에서의 고유수용성감각 운동을 통해 발목관절위치감각 변화와 동요면적 변화간의 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

### ABSTRACT

This research was conducted to see the correlation between changes of ankle Joint Position Sense and Sway Area through Unstable Surface training. For the study, 48 healthy males and females were randomly divided into an unstable surface group(n=24) and a stable surface group(n=24). Then, they were asked to carry out the same exercise program three times a week for six weeks. The unstable surface group and stable surface group performed the exercise program on the balance exercise pad and on the hard ground, respectively. As a result, the unstable surface group displayed significantly reduced error of ankle joint position sense and sway area( $p<.05$ ). Moreover, a significant correlation between variances of ankle joint position sense and sway area was only found in the unstable surface group. In conclusion, this study demonstrated that there was a significant correlation between changes of ankle joint position sense and sway area through proprioceptive sense training on the unstable surface.

### 키워드

Ankle Joint Position Sense, Balance, Proprioceptive Training, Stable Surface, Unstable Surface  
발목관절위치감각, 균형, 고유수용성감각 훈련, 안정지지면, 불안정지지면

\* 을지대학교 물리치료학과(hnr12@hanmail.net)

\*\* 교신저자(corresponding author) : 을지대학교 물리치료학과(ptkmc@eulji.ac.kr)

\*\*\* 을지대학교 물리치료학과(01095584468@nate.com)

접수일자 : 2013. 07. 03

심사(수정)일자 : 2013. 08. 23

게재확정일자 : 2013. 09. 23

## I. 서론

균형은 기저면 내에서 무게중심을 유지하고, 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로[1], 수의 동작 시 자세를 조절하면서 외부요동에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적 과정이다[2]. 특히, 균형에 있어 발목관절은 운동의 초기나 적은 동요에 제일 먼저 나타나는 자세조절 전략이 시행되는 부분이다[3]. 더 나아가 발목관절은 보행 시 충격을 흡수하고 신체의 전진을 제공하는 1차적인 기능을 하는 등[4] 보행과 균형 유지에 있어 필수적인 중요 구조이다[5]. 이러한 발목의 관절구조물과 주변인대 및 근육 등에는 상당히 많은 감각신경 수용기가 분포하여 고유수용성 감각을 중추에 전달하는 역할을 한다[6].

이와 같이 통합된 고유수용성 감각은 사지의 움직임과 위치를 감지하는 역할을 하며[7], 손상 시 자세조절과 보호반사능력, 관절의 운동능력 그리고 자세동요에 대응하는 균형능력이 저하된다[8]. 이에 대해 불안정지지면에서의 훈련은 발목관절의 위치감각 증진에 효과적이고[9] 균형능력증진에도 효과적이다[10]. 그러나 많은 선행연구들에서는 불안정지지면 훈련을 통한 발목관절위치감각의 증진으로 인해 균형능력이 증진되었는지 확인할 수 없었고, 발목관절위치감각과 균형능력간의 상관관계를 밝힌 연구는 아직 미흡한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 불안정지지면에서의 훈련이 발목관절의 위치감각과 균형능력의 증진에 효과적인지 확인하고 발목관절의 위치감각과 균형능력 간에 상관관계가 있는지 알아보려고 한다.

## II. 연구 방법

### 2.1. 연구대상

본 연구의 대상자는 성남시에 소재하고 있는 E대학교에 재학 중인 20대의 건강한 성인을 대상으로 하였다. 구체적인 연구대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 걷기와 서기에 영향을 주는 근골격계, 신경계 질환이나 손상이 없는 자

- 2) 최근 3개월 이내에 정기적인 운동을 시작하지 아니한 자
- 3) 시력 또는 안뜰계(Vestibular System) 질환으로 일상생활에서 넘어짐에 대한 경험이 없는 자
- 4) 본 연구에 자발적으로 동의한 자

본 연구에 참가한 연구대상자들의 일반적인 특성은 [Table 1]과 같다.

표 1. 대상자들의 일반적 특성  
Table 1. General characteristics of subjects

	USG(n=24)	SSG(n=24)
Gender (male/female)	10/14	10/14
Age(year)	22.75±3.00 <sup>1)</sup>	22.54±1.96
Height(cm)	169.17±8.91	166.79±8.81
Weight(kg)	61.08±11.48	61.63±11.72

<sup>1)</sup>Mean±SD

USG: Unstable Surface Group

SSG: Stable Surface Group

### 2.2. 연구계획

본 연구는 2012년 9월 17일부터 11월 2일까지 총 6주간 성남시에 소재하는 E대학교에서 48명을 대상으로 실시하였다.

연구대상자는 컴퓨터 난수표를 이용하여 불안정지지면군(USG, Unstable Surface Group)과 안정지지면군(SSG, Stable Surface Group)으로 구분하여 운동프로그램을 진행하였다.

### 2.3. 운동방법

본 연구의 운동방법은 균형능력을 향상시키기 위해 Dean과 이지연[11], [12] 등의 운동프로그램을 참고하였고, 효과적으로 운동하기 위해 다양한 자세에서 실시하였다[13]. 불안정지지면군과 안정지지면군의 전반적인 운동프로그램은 동일하며, 단지 불안정지지면군은 불안정한 지지면에 대한 감각을 제공하기 위해 균형운동 패드(Aeromat, Balance Block)위에서 운동을 실시하였고, 안정지지면군은 요철이 없는 단단한 콘크리트 바닥에서 동일한 균형운동을 실시한 것이 두 그룹 간에 차이점이었다.

본 연구의 운동프로그램은 주 3회씩 6주 동안 총 18회가 진행되었으며, 매회 준비운동 5분과 정리운동

5분을 포함하여 총 40분간 진행되었다.

본 연구에서 진행한 구체적인 운동프로그램은 Table 2와 같다.

표 2. 고유수용성감각 운동 프로그램  
Table 2. Proprioceptive exercise program

Item	Method	Time
Standing	Standing	5 min
Stepping	Stepping when hip&knee joint is at 90 degrees	5 min
Turning	Turn around in a full circle. Then turn a full circle in the other direction	5 min
One leg standing	Standing on one leg in hold 30seconds	5 min
Heel off	Heel lift up to 1/2 of maximum	5 min
Sitting to standing	Sit to 1/2 of maximum. then stand up.	5 min

## 2.4. 측정방법

### 2.4.1. 관절위치감각(Joint Position Sense)

관절위치감각을 측정하기 위해 Biometrics(Biometrics Ltd, UK)동작분석 시스템을 사용하였다. 이 장비는 관절 각도의 아날로그 신호를 디지털화하는 기본 장치(Base Unit)와 관절 운동 각도를 측정하는 전자 측각기(Electrogoniometer)로 구성되어 있다. 추출된 데이터는 개인용 컴퓨터에 내장된 디지털 신호 분석 프로그램(DataLINK PC Software2.00, 소프트웨어)을 사용하여 계산되어 표시된다.

관절위치감각 검사방법은 먼저 연구대상자가 전체 관절가동범위를 움직이고, 측정자는 가동범위내의 임의지점을 수동으로 움직여 3초간 유지한 후 연구대상자에게 위치를 기억하도록 하였다. 이후 가동범위의 끝부분으로 이동한 후 연구대상자 스스로 설정각도를 재현하도록 하여 측정하였다. 측정 시 시작자세는 발등굽힘과 발바닥굽힘에서 각각 2회씩 총 4회 실시한 평균값과 기준값 간의 오차의 절대값을 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 측정값으로 사용하였고 안쪽번짐, 가쪽번짐에서 각각 2회씩 총 4회 실시한 평균값과 기

준값 간의 오차의 절대값을 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 측정값으로 사용하였다.

### 2.4.2. 동요면적(Sway Area)

균형능력을 알아보기 위한 동요면적의 측정은 platform 형태의 족저압력 분석 장치(FDM-S: Zebris Medical GmbH, Germany)를 사용하였다. 본 장비는 2560개의 센서가 부착되어 있는 압력판을 감응기로 사용하여 압력중심점의 이동을 계산하여 동요면적을 추출할 수 있는 장비이다.

연구대상자는 족저압력 분석 장치에 맨발로 바르게 서서 30초간 유지하였다. 이때 눈을 감고 안대를 착용하였으며, 총 3회에 걸쳐 측정하여 평균값을 이용하였다.

## 2.5. 분석방법

본 연구의 결과처리는 IBM SPSS Statistics 20.0을 사용하여 분석하였다. 그룹별 운동 전과 후의 유의한 차이를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였고, 운동 전 그룹 간 동질성을 알아보고 그룹 간 차이를 알아보기 위해 운동 전과 후의 변화량은 독립표본 t-검정을 사용하여 분석하였으며, 발목관절의 관절위치감각 변화량과 동요면적의 변화량 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다. 통계적학 검정을 위한 유의수준  $p=.05$ 로 하였다.

## III. 연구 결과

### 3.1. 발목관절위치감각 오차의 변화

훈련 전 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차와 안쪽-가쪽 번짐 관절위치감각 오차는 두 그룹 간 차이가 없었다( $p>.05$ ). 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차는 두 그룹 모두 훈련 전에 비해 훈련 후에 감소하였으나( $p<.05$ ), 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 오차는 불안정지지면군에서만 훈련 전에 비해 훈련 후에 감소하였다( $p<.05$ ).

훈련에 따른 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차의 변화량은 그룹 간에 차이가 없었으며( $p>.05$ ), 훈련에 따른 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 오차의 변화량은 불안정지지면군이 안정지지면군에 비해 더 감소하

였다( $p<.05$ )[Table 3].

**3.2. 동요면적의 변화**

훈련 전 동요면적은 두 그룹 간 차이가 없었다 ( $p>.05$ ). 훈련 전에 비해 훈련 후에 동요면적은 두 그룹 모두 감소하였으나 불안정지지면군에서만 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).

훈련에 따른 동요면적의 변화량은 그룹 간에 유의한 차이가 있었으며, 불안정지지면군이 안정지지면군에 비해 더 감소하였다( $p<.05$ )[Table 3].

**3.3. 발목관절 관절위치감각 오차의 변화와 동요면적 변화간의 상관관계**

훈련 전 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차와 동요면적 간 상관관계에서 두 그룹 모두 유의한 상관관계를 보이지 않았으며( $p>.05$ ), 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 오차와 동요면적 간 상관관계에서도 두 그룹 모두 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $p>.05$ ).

발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차의 변화량과 동요면적의 변화량 간 상관관계에서는 불안정지지면군에서만 유의한 상관관계를 보였으며( $r=.574, p<.05$ ), 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 오차의 변화량과 동요면적의 변화량 간 상관관계에서도 불안정지지면군에서만 유의한 상관관계를 보였다( $r=.642, p<.05$ )[Table 4].

표 3. 훈련 전, 후 관절위치감각과 동요면적 비교  
Table 3. A comparison of JPS and sway area between pre-post

		USG(n=24)	SSG(n=24)	t
DP	pre	6.20±3.60	6.12±3.66	-.08
	post	4.21±3.62	4.19±2.82	-.03
	diff <sup>2)</sup>	1.99±2.30	1.93±3.12	-.07
	t	4.24**	3.03**	
	IE	pre	6.38±3.47	5.28±3.85
	post	3.23±2.89	6.02±4.17	2.69*
	diff	3.16±2.34	-.74±4.00	05**
	t	6.61**	-.91	
SA	pre	51.56±19.14	41.79±20.23	-1.72

post	22.22±9.62	33.96±14.55	3.30**
diff	29.34±21.95	7.83±19.16	.35**
t	6.55**	2.00	

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$ , <sup>1)</sup>Mean±SD, <sup>2)</sup>diff: post - pre

USG: Unstable Surface Group

SSG: Stable Surface Group

DP: Dorsi-Plantar flexion Joint Position Sense

IE: Inversion-Eversion Joint Position Sense

SA: Sway Area

표 4. 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각과 동요면적간의 상관분석

Table 4. Pearson correlation analysis between inversion-eversion joint position sense and sway area

		SA(USG)	SA(SSG)
DP	pre	-.151 <sup>1)</sup>	.014
	diff	.574**	-.230
IE	pre	-.155	-.010
	diff	.642**	-.361

\* $p<.05$  \*\* $p<.01$ , <sup>1)</sup>coefficient of correlation

USG: Unstable Surface Group,

SSG: Stable Surface Group

DP: Dorsi-plantar flexion

IE: Inversion-eversion

**IV. 고 찰**

본 연구는 균형패드를 이용한 불안정지지면훈련이 발목위치감각과 균형능력에 미치는 영향을 알아보고 이들 간의 상관관계를 알아보고자 실시하였다.

Denegar와 Miller[14]는 발목관절의 고유수용감각이 정상기능을 유지할 때, 발목의 정적 안정성과 동적 안정성이 유지되며 균형능력 또한 향상된다고 하였다.

Irion[15]은 불안정한지지면 운동이 안정지지면에서의 운동보다 자세조절과 동적 균형을 촉진시킨다고 하였으며, Bruhn 등[16]은 불안정지지면에서 운동 후 힘 발달 속도(RFD: Rate of Force Development)와 자세 안정성이 개선되었다고 하였다. 하지만 이와 같은 연구를 통해서도 고유수용성감각과 균형능력 사이

에 관련이 있다는 이론적 추론이 가능할 뿐 직접적으로 확인된 연구는 미흡하였다. 본 연구는 이에 대한 실험적 근거를 제시하기 위해 이들 간의 상관관계를 알아보았다.

Hoffman과 Gregory[17]는 28명의 정상성인을 대상으로 균형 판을 이용하여 하루에 10분씩 주3회 10주간 훈련을 시행한 연구에서 불안정지면에서의 동요 정도가 의미 있게 감소하였다고 하였고, Cox 등[18]은 정상성인을 대상으로 하루 5분간 고유수용성 감각 증진운동을 6주간 시행 한 결과 자세균형조절 능력평가에서 운동 전,후 유의한 차이가 없었다고 보고한 바 있다. 이는 운동량의 시간이 5분으로 비교적 짧아 나타난 결과라고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 이를 바탕으로 고유수용성감각 증진운동을 40분간에 걸쳐 주 3회 6주간 진행하였다.

균형운동에 사용되는 도구로 밸런스 패드를 이용하여 뇌졸중환자를 대상으로 운동을 실시한 결과 균형능력이 향상되었다고 보고된 바 있으며[19], 여대생을 대상으로 바이오퍼드백 훈련을 실시한 결과 균형능력, 전정감각 및 고유수용성 감각이 향상되었다고 하였다[20]. 그리고 체중 이동에 효과적인 밸런스 볼을 이용하여 뇌졸중환자에게 운동을 적용한 결과 동적균형이 유의하게 개선되었다고 하였다[21]. 이러한 균형능력 향상을 위한 여러 가지 중재 방법 중에서 본 연구에서는 휴대가 간편하고 임상에서 균형운동에 흔히 쓰는 균형운동 패드(Aeromat, Balance Block)를 이용하였다.

정경심[21]은 뇌졸중 환자의 고유수용성 감각의 변화에서 자세의 오차 각도를 측정 한 결과 안정지면군에 비해 불안정지면군에서 오차 각도가 더 많이 감소하였다고 보고하였다. 권대규 등[22]은 고령자 자세균형 효과에 관한 연구에서 불안정지면에서의 훈련 시 자세균형 제어능력이 향상되었다고 하였으며, 임규봉은[23] 퇴행성관절염 환자들을 대상으로 불안정지면 위에서의 운동이 균형회복에 도움이 되었다고 보고하였다. 이에 본 연구에서 안정지면군에서는 발등-발바닥 굽힘 관절위치감각과 동요면적이 유의하게 감소하였지만 불안정지면은 이를 포함하여 안쪽-가쪽 변짐 관절위치감각과 동요면적도 유의하게 감소되었고 그룹 간 변화량 비교를 통해서도 발등-발바닥 굽힘 관절위치감각 오차의 변화량과 동요면적이 불안

정지면군이 안정지면군에 비해 더 크게 향상되었음을 알 수 있었다. 이를 통해 안정지면에서의 운동도 일정부분 효과적이지만 불안정지면에서 운동이 발목의 관절위치감각과 균형능력의 향상에 더 효과적임을 확인할 수 있었다[24]. 이러한 결과는 일발적인 유산소 및 저항운동이 근 활성화와 근 비대에 효과적임에 반해[25], 균형운동 패드와 같은 불안정지면 운동은 고유수용성 감각, 촉각, 전정 감각을 자극하고 자세반응과 균형반응을 효과적으로 유도함으로써 나타나는 결과라고 생각한다.

본 연구에서는 상관분석을 통해 안정지면군의 경우 발등-발바닥 굽힘 관절위치감각과 동요면적이 감소하였으나 발등-발바닥 굽힘 관절위치감각과 동요면적 간에 충분한 상관관계가 확인되지 않아서 안정지면에서의 운동 시 균형능력의 증진에 발목관절 관절위치감각의 향상이 기여하지 못하였음을 알 수 있었다. 한편, 불안정지면군의 경우에는 동요면적 변화량과 발등-발바닥굽힘 관절위치감각, 안쪽-가쪽 변짐 관절위치감각의 변화량 간에 충분한 양의 상관관계가 확인되어 불안정지면에서의 운동이 관절위치감각과 균형능력을 향상시켰을 뿐만 아니라 이 둘 사이에 영향을 주었음을 확인 할 수 있었다. 이에 대해 본 연구에서는 상관분석을 실시한 결과 불안정지면에서 동요면적 변화량이 발목관절위치감각 변화량과 유의한 상관관계가 있었음을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자가 E대학교의 건강한 성인남녀로 한정적이고, 고유수용성감각과 동요면적의 변화에 상관관계가 있었지만 동요면적에 영향을 미치는 모든 요인을 확인하는 것에 대한 어려움이 있었다.

그러나 본 연구는 불안정지면과 안정지면에 대한 연구를 함께 실시하여 각 그룹의 변화량에 대한 상관분석을 실시하고, 불안정지면에서의 운동 시 관절위치감각과 균형능력 간에 분명한 상관관계를 규명하였기에 기존에 이론적으로만 추측하던 사실을 실험적인 근거를 제시했다는 것에 의의가 있다. 향후에는 제한점을 보완하여 균형능력에 영향을 미치는 여러 가지 요인을 확인하고 균형능력 증진 전략에 대한 다양한 방법과 연구가 이루어지기를 기대한다.

## V. 결론

본 연구는 고유수용성감각운동을 통해 발목관절의 관절위치감각과 동요면적 간의 상관관계를 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 발등-발바닥굽힘 관절위치감각 오차는 두 그룹 모두 감소되었다( $p < .05$ ).
- 2) 안쪽-가쪽번짐 관절위치감각 오차는 불안정지지면에서만 감소되었다( $p < .05$ ).
- 3) 동요면적은 불안정지지면에서만 감소되었다. ( $p < .05$ ).
- 4) 발목관절 관절위치감각 오차의 변화량과 동요면적 변화량 간에 상관관계는 불안정지지면군에서만 유의한 상관관계를 보였다( $p < .05$ ).

이상의 결과를 볼 때 불안정지면에서의 고유수용성감각 운동을 통해 향상되는 발목관절의 위치감각과 동요면적 간에 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

## 참고 문헌

- [1] Romero-Franco, N., Martinez-Lopez E., Lomas-Vega R. et al. "Short-term effects of proprioceptive training with unstable platform on athletes", *Stabilometry, J Strength Cond Res*, 2012.
- [2] Prata, M. G., Scheicher, M. E. "Correlation between balance and the level of functional independence among elderly people", *Sao Paulo Med J*, Vol. 130, No. 2, pp. 97-101, 2012.
- [3] Shumsway-cook A. Woollacott MH. "Motor control: translating research into clinical practice", 3rd ed, Philadelphia, Williams&Wilkins, Vol. 3, No. 83, 2007.
- [4] Y. M. Kim, "The Relationship between Strength Balance and Joint Position Sense Related to Ankle Joint in Healthy Women", Catholic University of Daegu, Academic thesis, 2011.
- [5] K. H. Cho, S. K. Bok, Y. J. Kim et al. "Effect of lower limb strength on falls and balance of the elderly", *Ann Rehabil Med*, Vol. 36, No. 3, pp. 386-393, 2012.
- [6] Bernell, K. L., Hinman, R. S., Metcalk, B. R. "Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis", *Journal of orthopedic research*, 21, pp. 792-797, 2003.
- [7] J. W. Park, "Effects of shoulder range of motion and pain on Joint position sense", *Journal of Korea sports research*, Vol. 18, No. 6, pp. 443-50, 2007.
- [8] Callaghan MJ., selfe J., McHenry A. et al. "Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome", *Manual Therapy*. Vol. 13, No. 3, pp. 192-199. 2008.
- [9] Y. J. Jeong, "The Effects of Altered Surface conditions on Balance Ability for the Patients with Hemiplegia", *The journal of Korean Society of Physical Therapy*, Vol. 29, No. 75, pp. 67-74, 2008.
- [10] Gruber M, Gruber SB, Taube W et al. "Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans", *J Strength Cond Res*, Vol. 21, No. 1, pp. 274-282, 2007.
- [11] Dean CM, Richards CL, Malouin F., "Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke", *Arch Phys Med Rehabil*, 81, pp. 409-147, 2000.
- [12] J. Y. Lee, H. L. Roh. "Comparison of balance ability between stable and unstable surfaces for chronic stroke patients", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 12, No. 8, pp. 3587-3593, 2011.
- [13] M. C. Kim, W. C. Lee, S. K. Han, "Effective of change obesity index by specific posture exercise using the vibrator", *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol. 8, No. 5, pp. 757-762, 2013.
- [14] Denegar C, Miller SJ. "Can chronic ankle instability be prevented?", *Rethinking Management of Lateral Ankle Sprains, Athl Train*, Vol. 12, No. 4, pp. 430-435, 2002.
- [15] Irion JM. "Use of the gym ball in rehabilitation of spinal dysfunction", *J Am Orthopedic Phys Ther Clin*, Vol. 1, No. 2, pp. 375-398, 1992.
- [16] Bruhn S., Kullmann N., Gollhofer A. "The

effects of a sensorimotor training and a strength training on a postural stabilization, maximum isometric contraction and jump performance”, Int J Sports Med, Vol. 25, No. 1, pp. 56-60, 2004.

- [17] Hoffman M. Gregory PV. “The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. J Sports Phys Ther, 21, pp. 90-93, 1995.
- [18] Cox ED., Lephart SM., Irrgnag JJ. “Unilateral training of non injured individuals and the effect on postural sway, J Sports Rehabil, Vol. 2, pp. 87-96, 1993.
- [19] J. H. Lee, “Comparison of Balance Ability between Stable and Unstable Surfaces for Chronic Stroke Patients”, Journal of academia-industrial technology , Vol. 12, No. 8, pp. 3587-3593, 2011.
- [20] J. H. Kim, S. M. Jeong, H. S. Park, “The effect of 3 balance training programs on improving capabilities of balancing among some female students”, The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 8, No. 4, pp. 619-629, 2013.
- [21] K. S. Jeong, “The effects of weight shifting training on an unstable surface on onset latency of trunk muscles, balance performance, and proprioception for patients with chronic stroke”, Graduate School of Sahmyook University, 2009.
- [22] D. G. Kwon, Y.G. Park, D. W. Kim et al. “Analysis on the Training Effect of Postural Control for the Elderly Adults Using an Unstable platform”, The Korea Society Mechanical Engineers, 5, pp. 96-97, 2008.
- [23] G. B. Yim, “The Effect of Balance and Pain in the Osteoarthritis Patients after Bio-feedback and Strengthening Exercises”, Graduate School of Daegu University, 2008.
- [24] Sekendiz B., Cug M., Korkusuz F. “Effects of swiss ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women, J strength cond Res, Vol. 24, No. 11, pp. 3032-40, 2010.
- [25] B. H. Lee, J. Y. Yoo, J. K. Jeong, “Changes in muscle activity and thickness of resistance exercise added aerobic exercise and pure resistance exercise”, The Journal of the Korea

Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 8, No. 5, pp. 763-769, 2013.

## 저자 소개

### 하나라(Na-ra Ha)



2010년 한국국제대학교 물리치료학과 졸업

2010년~현재 한림대학교병원 통증치료실 근무

2012년~현재 을지대학교 보건대학원 물리치료학과 석사과정 재학

※ 관심분야 : 심폐물리치료, 정형물리치료

### 김명철(Myung-Chul Kim)



2003년 대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과 졸업(이학석사)

2007년 대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과 졸업(이학박사)

2007년 수원여자대학 물리치료학과 교수

2009년~현재 을지대학교 물리치료학과 교수, 학과장

※ 관심분야 : 신경계물리치료, 노인물리치료

### 한슬기(Seul-Ki Han)



2009년~현재 대전요양병원 수중운동팀 근무

2012년 을지대학교 보건대학원 물리치료학과(물리치료학석사)

2012년~현재 을지대학교 일반대학원 보건학과 박사과정 재학

2012년~현재 대전보건대학교 물리치료학과 겸임교수

※ 관심분야 : 수중운동, 역학

