

## 불안정 지지면과 안정 지지면에서의 만성 뇌졸중 환자의 균형 능력 비교

이지연<sup>1</sup>, 노효련<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>안동과학대학 물리치료과, <sup>2</sup>강원대학교 작업치료학과

### Comparison of Balance Ability between Stable and Unstable Surfaces for Chronic Stroke Patients

Ji-Yeun Lee<sup>1</sup> and Hyo-Lyun Roh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Andong Science Collage

<sup>2</sup>Department of Occupational Therapy, Kangwon National University

**요 약** 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 하여 불안정한 지지면과 안정 지지면에서의 균형 훈련이 균형능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 한다. 이 연구의 대상자는 만성 뇌졸중 환자 30명(남: 16, 여: 14)으로 안정 지지면 군과 불안정 지지면 군으로 무작위로 배분하여 주 5회 6주 동안 실시하였다. 균형증진 운동은 선행 연구를 참조하여 수정 보완한 것으로 6가지의 운동으로 구성하였다. 대상자들의 균형능력의 측정은 기능적 기립 균형 검사, 기능적 전방 팔 뻗기 검사, 실행능력 지향형 운동성 평가를 이용하였다. 기능적 기립 균형검사와 실행능력 지향형 운동성 평가에서는 안정지지면 운동군과 불안정 지지면 운동군 두 군에서 향상되었다. 기능적 전방 팔 뻗기 검사에서는 불안정 지지면 군에서만 향상되었다. 따라서, 안정 지지면에서의 운동도 만성 뇌졸중 환자의 균형능력 향상을 시키지만 불안정 지지면 운동군에서의 균형운동이 균형 능력 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다.

**Abstract** This study was to investigate the balancing and clinical abilities using stable and unstable surface of stroke patients who surface changes in balance of body. The subjects of this study were 30 stroke patients(16 males and 14 females). They were separated into two groups and did balance reinforcing exercise on stable and unstable surfaces for five times a week for six weeks. To evaluate their balancing ability, they performed functional standing balance test, functional forward arm stretching test. performance-oriented mobility assessment was performed. The balancing exercises were modified from preceding studies and consisted of 6 difference exercises. The functional standing test with open and close eyes and performance-oriented mobility assessment, the unstable surface exercise group and the stable surface exercise group improved significantly. The forward arm stretching test was the unstable surface exercise group improved. This study found that the balancing exercise on unstable surface was more effective than on stable surface for stroke patients. Thus, exercise on unstable surface has more positive effects on the improvement of balancing abilities of stroke patients.

**Key Words** : Balance, Stroke, Stable surface, Unstable surface

### 1. 서론

뇌졸중 환자는 감각, 운동, 인지 능력 및 감정 장애 등의 문제가 결합되어 나타나고[1] 외부의 흔들림(perturbation)에 대해 자세를 안정시킬 수 있는 균형 능력도 감소한다[2]. 균형은 일정성(steadiness), 대칭성(symmetry), 동적 안정성(dynamic stability)의 3가지 특성

을 가지고 있는데, 편마비 환자는 이러한 균형의 3가지 특성의 변화 정도에 따라 몸의 동요 정도도 변화하고 행동의 정확성이 떨어져 균형 유지가 어렵다[3]. 뇌졸중 환자는 같은 연령의 정상인에 비해 선 자세에서의 자세동요가 2배 정도 빠르고 평균 속도 모멘트는 4배 정도 증가하는 것으로 알려져 있다[4]. 이러한 뇌졸중 환자의 균형을 회복하는 것은 낙상과 같은 이차적 손상을 예방하고

\*교신저자 : 노효련(hyolyun2000@yahoo.co.kr)

접수일 11년 06월 20일

수정일 (1차 11년 08월 03일, 2차 11년 08월 10일)

게재확정일 11년 08월 11일

일상생활로 복귀를 위한 중요한 과정이다[5].

균형조절 요인은 근골격계 요인과 신경학적 요인으로 구분할 수 있다[6]. 근골격계 요인은 자세정렬, 근골격계의 유연성 등을 포함하고[5], 신경학적 요인은 반응에 대한 감각처리 및 운동 출력기전을 포함하는 것으로 감각처리과정에는 시각, 전정, 고유수용계가 포함되며, 운동 출력기전에는 운동계획, 운동프로그램, 운동출력, 근력, 지구력이 포함된다. 근골격계 요인과 신경학적 요인이 효과적으로 작용할 때 자세반응은 좋은 균형조절을 만들어 내지만, 한 요인이라도 손상을 입게 되면 균형조절의 손실을 가져온다[7]. Shumway-Cook과 Woollacott(2007)[8]에 의하면 자세조절은 지지면과 접촉하고 있는 발로부터 체성감각(somato sensory) 정보에 의존하고 있다고 하였다. 불안정 지지면을 제공하여 외적인 동요를 증가시키면 자세정위(postural orientation) 능력은 효과적으로 변화하고, 감각계 및 운동계는 더욱 빨리 수정할 수 있게 되어 자세 조절을 할 수 있는 자세전략(postural strategy)에 도움을 준다. 불안정한 지지면과 안정한 지지면은 서로 다른 체성감각을 자극한다. 따라서, 불안정한 지지면에서 기립 균형을 이루는 노력 자체만으로도 다양한 반작용력(reaction force)을 갖게 하고 건, 인대, 그리고 관절의 수용기를 모두 활성화시킬 수 있다[9].

뇌졸중 환자의 균형 능력을 증진시키기 위하여 운동학습 접근(motor learning approach)을 기초로 한 과제 지향적 훈련[10], 근력 강화운동[11]과 시각적 피드백 훈련[12], 바이오 피드백 훈련 등[13]과 같은 여러 가지 중재 방법들이 적용되어 왔고, 일부 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 뇌졸중 환자는 인지 및 감각·지각 등 다양한 장애를 동반하고 있으므로[13], 이러한 다양한 뇌졸중의 증상에 상응하는 다양하고 효과적인 중재 방법에 대한 연구는 지속적으로 필요하다. 최근에는 지지면을 변화시킴으로서 자세 조절을 요구하는 불안정 지지면에서의 치

료적 접근이 이루어지고 있다.

이에 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 불안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련이 안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련과 비교하였을 때 균형 능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 한다. 이를 통하여 뇌졸중 환자를 위한 효과적인 균형훈련의 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 대전에 소재한 D병원에 입원하여 물리치료를 받는 편마비 30명이었다. 대상자들은 아래의 기준에 부합하였다. 발병 후 6개월 이상이면서[14] Brunstrom (1970)이 분류한 편마비 환자 회복기에서 4등급 이상인 환자를 대상으로 하였다[15]. 10 m 이상 독립보행이 가능하고, 시각적인 문제가 없으며, 당뇨병과 같은 내과 질환과 정형 외과적 문제가 없으면서 의사소통이 가능한 대상자 중 실험중간에 퇴원 예정이 없는 환자를 대상으로 하였다. 이들에게 본 연구에 대하여 충분히 설명한 후에 환자 및 보호자의 실험 참가 동의를 작성하였다.

### 2.2 연구방법

연구 대상자들을 불안정 지지면 운동 그룹과 안정 지지면 운동 그룹으로 무작위로 분류하였고 운동은 총 40분으로 동일하게 구성하였고, 2010년 1월부터 2월까지 총 6주간 주 5회씩 총 30회 실시하였다.

균형강화 운동은 Verhagen 등(2005)[16]과 Dean 등(2000)[17]의 운동 프로그램을 참조하여 수정 보완하였으며 표 1, 그림 1~6, 감각자극이 잘 받아들여지도록 맨발로 실시하였다.

[표 1] 운동 프로그램

[Table 1] Exercise program

Exercise	Program	반복횟수
Exercise1	앉아서 깍지 끼우고 팔 뻗기: 양 발을 골반 넓이만큼 벌린 후 무릎이 90°가 되는 높이에 앉은 후, 양손으로 깍지를 끼고 환측 방향으로 팔 뻗기를 한다. 이때 불안정 지지면 그룹은 밸런스 패드를 깔고 앉는다.	5 set
Exercise2	서 있기: 선 자세에서 눈을 뜨고 제자리에 서 있다.	5 set
Exercise3	제자리 걷기: 대상자는 발바닥이 떨어지도록 제 자리 걸음을 한다.	5 set
Exercise4	뒤꿈치 들고 서 있기: 뒤꿈치를 들고 서 있기를 반복한다.	5 set
Exercise5	선 자세로 깍지 끼우고 팔 뻗기: 선 자세에서 양손으로 깍지를 끼운 다음 상·하·좌·우로 팔 뻗기를 한다.	5 set
Exercise6	선 자세에서 양쪽 무릎을 구부렸다 펴기: 양쪽 무릎을 동시에 약 30°정도 구부렸다 펴준다. 이 때, 상체가 구부러지지 않도록 주의한다.	5 set



[그림 1] 운동 1  
[Fig. 1] Exercises 1



[그림 2] 운동 2  
[Fig. 2] Exercises 2



[그림 3] 운동 3  
[Fig. 3] Exercises 3



[그림 4] 운동 4  
[Fig. 4] Exercises 4



[그림 5] 운동 5  
[Fig. 5] Exercises 5



[그림 6] 운동 6  
[Fig. 6] Exercises 6

[그림 1~6] 운동 프로그램  
[Fig. 1~6] Exercise program

운동은 세트 당 10회 5세트를 실시하였다. 운동 수행 시 대상자의 안전사고를 위하여 약간의 보조는 허용하였다. 불안정 지지면을 제공하기 위하여 미끄럼 방지처리된 Balance pad(50×41×7cm, 0.8kg, Airex)를 사용하였다. 안정지지면은 바닥이 고른 일반적인 물리치료실 환경을 이용하였다.

### 2.3 측정도구

본 연구는 불안정한 지지면과 안정한 지지면에서의 균형 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 균형능력과 운동성을 평가하였다.

균형능력을 평가하기 위하여 Good balance system을 이용하여 전체 동요 정도(total sway level)와 기능적 전방 팔 뻗기 검사(forward arm stretching test; FRT)를 실시하였고, 운동성과 낙상위험도를 평가하기 위하여 실행능력 지향형 운동성평가(performance-oriented mobility assessment; POMA)를 실시하였다.

Good balance system(Metitur Ltd, Jyväskylä, Finland)은 동적, 정적 균형의 평가와 훈련이 가능한 장비이다. 이 장비의 힘판(force platform)은 삼각형(800×800×800mm)으로 구성되어 있다. 평균속도 모멘트(mean velocity moment; mm/s)를 이용하여 전체 동요 정도(total sway level)를 측정하였다[18]. 균형 측정 시에 대상자가 발 뒤꿈치간의 거리를 5~6cm 길이를 유지하면서 가장 자연스럽게 편안한 자세로 힘판 위에 서도록 하였다. 각 측정 시마다 의자에 앉아 1분간 휴식을 취하도록 하였다[19]. 각 검사는 30초 동안 측정하였으며 먼저 눈을 뜨고 3회 측정 후 눈을 감고 3회 측정하였다. 또한 피 검사자에게 측정 시 발생하는 오차를 감소시키기 위해 사전에 측정 방법을 충분히 숙지시켰다.

기능적 전방 팔 뻗기 검사(FRT)는 동적인 균형능력을 평가하는 방법이다. 편평한 마루에서 제자리 서 있기를 한 후 대상자는 다리를 어깨만큼 벌리고 편하게 선 상태로 팔꿈치를 펴고 견축 어깨를 90° 굴곡한 상태로 발목 관절만을 이용하여 최대한 앞으로 몸을 이동시켜 평행하

게 뻗었을 때 가운데 손가락 끝까지의 거리를 측정하였다. 한번 연습 후 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 이 때 대상자가 넘어지거나 균형을 잃기 전에 5초를 넘지 않게 보조해 주었다.

실행능력 지향형 운동성 평가(POMA)는 노인들의 운동성과 낙상 위험도를 평가하기 위한 도구로, 임상적으로 쉽게 사용할 수 있다[20]. 측정 항목으로는 균형점수(16점)와 보행점수(12점)로 나누어져 있으며, 전체 점수는 28점이다. 25~28점은 낙상위험도가 낮고, 19~24점은 중등도의 낙상 위험도가 있으며, 19점 미만은 낙상 위험도가 높은 것을 나타낸다.

### 2.4 자료분석

수집된 자료는 SPSS 12.0 for window를 이용하여 처리하였다. 운동 전후의 차이를 알아보기 위하여 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test)과 각 군의 변화량과 변화율을 비교하기 위해 비모수 검정인 만-휘트니 검정(Mann-Whitney U test)을 실시하였다. 유의 수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다.

[표 2] 대상자의 일반적 특성  
[Table 2] General characteristics of subjects

Variable		Stable surface group(n=15)	Unstable surface group(n=15)
sex	male	8	8
	female	7	7
Age(yr)		56.60±9.40	55.06±10.88
Height(cm)		163.99±7.14	168.25±9.11
Weight(kg)		63.81±6.11	65.928±8.91
Duration		10.7±5.12	11.2±1.32
Affected side	Rt	9	9
	Lt	6	6
Cause	hemorrhage	9	11
	infarction	6	4

[표 3] 안정 지지면군과 불안정 지지면군의 비교  
[Table 3] A comparison of subjects between unstable & stable group (M±SD)

		stable Group	unstable Group	Z	P
		Pre test			
	POMA	16.53±4.72	18.33±4.95	.910	.363
	FRT	18.60±6.55a	20.46±7.64	.625	.532
Velocity	Eyes open	32.04±19.18	34.31±23.56	.341	.733
Moment	Eyes close	43.95±27.69	47.82±29.53	.568	.570

## 3. 연구결과

### 3.1 연구 대상자의 일반적 특성 및 병력 특성

안정 지지면 운동군과 불안정 지지면군의 대상자들의 일반적인 특성은 아래와 같다[표 2].

### 3.2 중재 전 실험군과 대조군의 비교

두 군의 중재 전 실행능력 지향형 운동성 평가, 전방 팔 뻗기 검사, 균형능력을 분석하였다. 두 군 간에 유의성이 없는 것으로 나타나, 동질성이 확보되었다[표 3].

### 3.3 균형 운동 전후의 실행능력 지향형 운동성 평가

실행능력 지향형 운동성 평가에서 안정 지지면 운동군은 19점 미만으로 낙상위험도가 높았고, 불안정 지지면 운동군은 균형훈련 이전에는 낙상위험도가 높았으나 균형훈련 이후에 21.07±4.27점으로 중등도의 낙상위험도를 가지고 있는 것으로 나타났다.

균형운동 전후의 실행능력 지향형 운동성 평가는 안정 지지면 운동군(p<.05)과 불안정 지지면 운동군에서 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<.01)[표 4].

[표 4] 실행능력 지향형 운동성평가 변화 비교  
[Table 4] A comparison of changes POMA (unit:score, M±SD)

Group	Pre	Post	Z	P
stable Group	16.53±4.72	17.13±4.56	2.013*	.044
unstable Group	18.33±4.95	21.07±4.27	3.198**	.001

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

### 3.4 균형운동 전후의 전방 팔 뻗기 검사

균형증진 운동 전후의 전방 기능적 팔 뻗기는 안정 지지면 운동군에서는 통계적인 유의성이 나타나지 않았고 불안정 지지면 운동군에서 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<.05). 따라서 전방 팔 뻗기는 불안정 지지면군에

서 증가하였다[표 5].

[표 5] 전방 팔 뻗기 검사 비교

[Table 5] A comparison of FRT (M±SD)

Group	Pre	Post	Z	p
stable Group	18.60±6.55 <sup>a</sup>	20.06±6.87	-1.905	.057
unstable Group	20.46±7.64	25.00±7.46	-2.720 <sup>**</sup>	.007

\*\*p<.01

### 3.5 균형운동 전·후의 속도 모멘트의 비교

눈뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 안정 지지면 운동군과 불안정 지지면의 평균속도 모멘트 값은 통계적으로 유의하게 감소하였다(p<.01). 따라서 안정지지면 운동군과 불안정 지지면군에서 균형능력이 증진한 것으로 나타났다[표 6].

[표 6] 속도 모멘트 비교

[Table 6] A comparison of Velocity Moment (M±SD)

Group	Pre	Post	Z	P	
Eye open	stable Group	32.04±19.18	22.93±19.43	3.233 <sup>**</sup>	.001
	unstable Group	34.31±23.56	30.40±21.65	3.294 <sup>**</sup>	.001
Eye close	stable Group	43.95±27.69	38.99±22.77	3.351 <sup>**</sup>	.001
	unstable Group	47.82±29.53	35.35±27.44	3.237 <sup>**</sup>	.001

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

## 4. 고찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 불안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련이 안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련과 비교하였을 때 균형 능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 실시하였다.

본 연구에서도 대상자들은 19점 미만으로 낙상위험도가 높게 나타났으나, 균형증진 훈련 후에 불안정 지지면 운동군에서 낙상 위험도가 중등도로 낮아졌다. 또한 실행 능력 지향형 운동성 평가에서는 두 그룹에서 운동성이 증가하였다. Haart 등(2004) [21]은 좌우측 양쪽 힘판(dual-plate force platform)을 이용하여 뇌졸중 환자에게서 내·외측의 자세 동요(postural sway)를 나타내게 하면, 기립 균형을 강화시킬 뿐 아니라 회복에 긍정적인 영향

을 준다고 하였고, Matsusaka 등(2001)[22]은 기능적 족관절 불안정성 환자를 대상으로 균형 원판 훈련과 촉각을 동시에 주는 훈련을 시행하여 신체의 동요 정도가 정상화되는 기간이 단축된다고 하였다. 이는 본 연구에서 실행능력의 증가를 통한 낙상위험도의 감소와 운동성 증가와 유사한 결과를 나타내어 본 연구 결과가 지지되었다.

본 연구에서 안정지지면 운동군과 불안정 지지면 운동군 둘 다에서 시야 차단 유무와 관계없이 전체 동요 정도(total sway level)가 감소하고 기능적 전방 팔뻗기에서는 불안정 지지면 운동군에서 증가하여 뇌졸중 환자의 균형이 향상되었다. 따라서, 안정지지면 운동군과 불안정 지지면군 둘 다에서 균형능력이 향상되었으나 불안정 지지면군에서 균형 향상 능력 정도가 더 높은 것으로 나타났다. Di fabio 와 Badke(1990)[23]은 불안정 지지면에서 운동을 시킨 후 시각을 차단했을 때, 운동을 시키기 전보다 기립 균형 능력이 향상된다고 하여 본 연구에서 시각 차단 후 전체 동요정도와 감소하여 균형능력이 증가한 것과 유사한 결과였다. Bruhn 등(2006)[24]은 고강도 근력강화 운동은 운동 뉴런의 역학적 효율성을 개선시키고, 불안정한 지지면에서 균형 운동은 중추신경계에 대한 구심성 입력을 변화시킨다고 하였다. Irión(1992)[25]은 불안정한 지지면에서의 훈련이 안정한 면에서의 훈련보다 자세조절과 동적 균형을 촉진시킨다고 하였다. 이는 본 연구에서의 전후방 팔 뻗기 정도가 증가하여 동적 균형 능력이 증가한 것과 유사한 결과를 나타내어 본 연구 결과가 지지되었다.

본 연구를 통하여 불안정 지지면에서의 균형훈련이 안정지지면에서 균형훈련보다 균형향상에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 불안정 지지면을 사용하는데 따르는 안전성과 대상자 선택에 대한 충분한 고려가 필요한 것으로 보여진다. 또한 균형 조절 기전은 매우 복잡적으로 상호작용하므로 균형에 대한 평가도 이러한 요인들을 고려한 접근이 필요하다고 보여진다.

## 5. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 불안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련이 안정한 지지면 조건에서의 균형 훈련과 비교하였을 때 균형 능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 실시하였다. 그 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

첫째, 실행능력 지향형 운동성 평가에서는 안정 지지면 운동군과 불안정 지지면 운동군 모두 운동 후에 향상되었으나 불안정 지지면 운동군에서 향상 정도가 높았다.

둘째, 기능적 전방 팔 뻗기 검사는 불안정 지지면 운동군에서 향상되었다.

셋째, 시각을 사용했을 때나 차단했을 때 모두 안정지지면 운동군과 불안정 지지면 운동군에서 균형 능력이 향상되었다.

이상의 결론을 종합하여 볼 때, 뇌졸중 환자의 균형 강화 운동에 있어 안정 지지면 운동보다 불안정 지지면 운동이 균형 능력을 향상시키는데 효과적이라 할 수 있다.

## References

- [1] Hocherman S, Dickstein R, Pillar T., "Platform training and postural stability in hemiplegia", Arch Phys Med Rehabil, 65, 10, pp. 588-592, 1984.
- [2] Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al., "Foot ground pressure pattern of standing hemiplegia patient", Phys Ther, 64, 1, pp. 19-23, 1984.
- [3] Elbert T, Pantev C, Wienbruch C, et al., "Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players", Science, 270, 5234, pp. 305-307, 1995.
- [4] Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K., "Postural instability in patients with chronic stroke", Restor Neurol Neurosci, 25, 2, pp. 101-108, 2007.
- [5] Horak FB., "Clinical measurement of postural control in adults", Phys Ther, 67, pp. 1881-1885, 1987.
- [6] Lee HS, Choi HS., "A Literature Review on Balance Control Factors", Jour Kore Acade Univer Trained Physi Thera, 3, 3, pp. 82-91, 1996.
- [7] Shumway-Cook A, Horak FB., "Assessing the influence of sensory interaction of balance Suggestion from the field", Phys Ther, 66, 10, pp. 1548-1550, 1986.
- [8] Shumway-Cook A, Woollacott MH., "Motor control: translating research into clinical practice", 3rd ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, pp. 3-83. 2007.
- [9] Lee SH, "The Differences between Aero step Exercises and Weight training on Posture, Physical Fitness, Balance, and Hormone Levels in the Elderly", Ewha Womans University, master's thesis, 2007.
- [10] Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al., "Functional reach : anew clinical measure of balance", Journal of Gerontology, 45, 6, pp. 192-197, 1990.
- [11] Weiss A, Suzuki T, Bean J, et al., "High intensity strength training improves strength and functional performance after stroke", Am J Phys Med Rehabil, 79, 4, pp. 369-376, 2000.
- [12] Lee DY, Lee HH, Song CH., "The Effect of Visual Feedback Training on Standing Balance and Motor Function in Chronic Stroke Patients" Korea sport research, 18, 4, pp. 287-297, 2007.
- [13] Cho MS, Lee DY., "The Effect of Standing Balance and Ambulation, Activities of Daily living Using Bio-feedback training with Weight bearing in the less than 3 months and more than 6 months groups Hemiparesis Patients", Jour Special Education & Rehabilitation Science, 46, 3, pp. 123-142. 2007.
- [14] Bach-y-Rita P., "Process of recovery from stroke. in : Brandstater ME, Basmajian Jv, eds. Stroke Rehabilitation", Baltimore, William & Wilkins, 1987.
- [15] Brunnstrom, S., "Movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological approach". NewYork, Harper & Row, 1970.
- [16] Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, et al., "The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance", Clin Biomech, 20, 10, pp. 1094-1100, 2005.
- [17] Dean CM, Richards CL, Malouin F., "Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke", Arch Phys Med Rehabil, 81, pp. 409-417, 2000.
- [18] Bogle TLD, Newton RA., "Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons", Phys Ther, 76, 6, pp. 576-585, 1996.
- [18] Pandyan AD, Price CI, Rodgers H, et al., "Biomechanical examination of a commonly used measure of spasticity", Clin Biomech, 16, 10, pp. 859-865, 2001.
- [19] Faber MJ, Bosscher RJ, van Wieringen PC., "Clinimetric Properties of the performance-oriented mobility assessment", Phys Ther, 86, 7, pp. 944-954, 2006.
- [20] Granacher U, Gollhofer A, Strass D., "Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men", Gait and Posture, 24, 4, pp. 459-466, 2006.
- [21] Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC., "Recovery of standing balance in postacute stroke patients: A rehabilitation cohort study", Arch Phys Med Rehabil, 85, 6, pp. 886-895, 2004.
- [22] Matsusaka N, Yokoyama S, Tsursaki T, et al.,

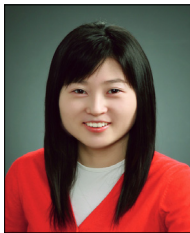
"Effects of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle", Am J Sports Med, 29, 1, pp. 25-30, 2001.

- [23] Di fabio RP, Badke MB., "Relationship of sensory organization to balance function in patients with hemiplegia", Phys Ther, 70, 9, pp. 542-548, 1990.
- [24] Bruhn S, Kullmann N, Gollhofer A., "Combinatory effects of high-intensity-strength training and sensorimotor training on muscle strength", Int J Sports Med, 27, 5, pp. 401-406, 2006.
- [25] Irion JM., "Use of the zymball in rehabilitation of spinal dysfunction, J Am Orthopaedic Phys Ther Clin. 1, 2, pp. 375-98, 1992.

---

**이 지 연(Ji-Yeun Lee)**

[정회원]



- 2007년 2월 : 연세대학교 보건과 학과 (보건 학사)
- 2009년 8월 : 을지대학교 보건대학원 (보건학 석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 일반대학원 박사과정
- 2011년 3월 ~ 현재 : 안동과학대학 물리치료과 교수

<관심분야>

재활, 수중 물리치료, 자세조절

---

**노 효 련(Hyo-Lyun Roh)**

[정회원]



- 2001년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 (이학석사)
- 2008년 2월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2008년 3월 ~ 2009년 2월 : 충북 영동대학교 작업치료학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 작업치료학과 교수

<관심분야>

아동치료, 신경계치료, 중독재활