

## 동작관찰훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형능력에 미치는 영향

최효승<sup>1</sup>, 남기원<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동신대교 디지털콘텐츠학과, <sup>2</sup>동신대학교 물리치료학과

### The Effect of Action Observation Training on Balance in Patients with Chronic Stroke

Hyo-Seung Choi<sup>1</sup>, Ki-Won Nam<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Dongshin University

<sup>2</sup>Department of Digital Content, Dongshin University

**요약** 본 연구의 목적은 동작관찰훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 연구기간은 2013년 7월 8일부터 8월 10일까지 수행하였다. 연구대상자들은 무작위로 풍경사진관찰군(n=20)과 동작관찰군(n=20)으로 나누었다. 두 군은 각각 5분 동안 풍경사진 및 균형과 관련된 동작을 동영상으로 관찰하였다. 영상관찰 후, 두 군 모두 10분 동안 균형훈련을 받았다. 훈련 세션은 2회 반복하여 하루 30분, 주 3회, 6주 동안 실시하였다. 그 결과, 풍경사진관찰군에 비해 동작관찰군에서 정적 및 동적균형이 유의하게 증가함을 확인할 수 있었다(p<.05). 결론적으로, 동작관찰과 균형훈련의 결합은 만성 뇌졸중 환자의 균형회복에 도움을 줄 것으로 생각된다.

**Abstract** This study examined the effects of action observations on the balance of patients with chronic stroke. The study period was between July 8, 2013 and August 10 2013. The participants were divided randomly into either the landscape picture observation group (n=20) and the action observation group (n=20). Each group observed the landscape pictures and video-recorded action-related balance for 5 minutes, respectively. Both groups had a balance training session for 10 minutes after the picture and video observations. The balance training sessions were repeated twice a day, three times a week for 6 weeks. As a result, significant improvement was noted in the action observation group than the landscape picture observation group for static balance and dynamic balance (p<.05). Consequently, the combination of action observation and balance training is believed to help improve the balance recovery for patients with chronic stroke.

**Key Words** : Action observation training, Balance, Chronic stroke, Mirror neuron

#### 1. 서론

뇌졸중은 급성 신경학적 결함에 의해 갑작스럽게 발병하는 특징이 있으며[1], 신경학적 손상으로 인해 인지 기능 저하, 감각과 운동기능 상실, 언어기능 장애 등이 발생되고 관절가동범위 제한, 근력약화, 근긴장도 변화, 비정상적인 자세반응 등으로 인해 기능과 균형능력을 현저하게 저하시킨다[2-5].

균형능력 저하는 운동회복을 방해하고 일상생활로의

복귀를 어렵게 만들며 낙상의 위험을 증가시켜 [6] 골절과 연부조직 손상과 같은 이차적인 합병증을 유발하게 된다[7,8].

균형 조절능력은 기능적인 움직임과 일상생활 유지에 필수적인 요소로 뇌졸중 환자의 균형능력을 증진시키기 위해 신경생리학적 치료[9], 트레드밀 체중지지 훈련[10], 시각 되먹임 훈련[11] 등 다양한 방법이 적용되고 있지만 잔존 운동능력이 좋지 않은 환자들은 치료사의 도움없이 환자가 스스로 수행하기 어려운 실정이다.

\*Corresponding Author : Ki-Won Nam(Dongshin Univ.)

Tel: +82-61-330-3396 email: [nkw1212@hanmail.net](mailto:nkw1212@hanmail.net)

Received March 24, 2014

Revised (1st May 2, 2014, 2nd May 20, 2014, 3rd June 2, 2014)

Accepted June 12, 2014

이러한 제한점을 극복하기 위해 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련이 대안적 방법으로 제시되고 있다[12]. 거울신경세포란 특정 동작을 수행하거나 다른 사람이 수행하는 동작을 관찰할 때 동일한 뇌영역에서 활성화되는 세포들을 말하며[13], 기능적자기공명영상[14], 뇌파측정기[15]를 이용하여 인간 거울신경세포시스템의 활성화를 확인하였다. Grezes와 Decety[16]는 동작관찰 후 관찰한 동작과 같은 동작을 실제로 수행했을 때 전운동영역, 두정엽, 기저핵, 대상회 및 소뇌에서 거울신경세포가 활성화됨을 보고하였다.

동작관찰훈련은 거울신경세포시스템에 근거를 두고 있으며[17], 치료사의 도움없이 환자 스스로 다른 사람이나 영상 속의 동작을 관찰하고, 관찰한 동작을 모방하여 반복적으로 훈련하는 방법으로 동작 관찰 시에도 실제 동작 수행과 비슷하게 운동시스템이 활성화됨을 입증하였다[18,19].

이처럼 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련은 자폐아동[20], 파킨슨병[21], 근골격계 환자[22] 등 다양한 질환에 적용되고 있으며, 특히 뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 연구에서 Franceschini 등[23]과 Lee와 Kim[24]은 동작관찰 훈련 후 상지의 기능향상을 보고하였고, Liepert 등[25]과 Kim 등[26]은 손기능의 향상을 보고하였다. 또한 하지기능과 관련된 연구에서 Kang[27]은 동작관찰 보행훈련 후 보행에 관한 시·공간적 지표가 향상됨을 보고하였다. 하지만 이러한 연구들은 대부분 거울신경세포를 근거로 연구가 이루어지기는 했으나 뇌졸중 환자의 상지기능 향상과 관련되어 있으며 뇌졸중 환자의 일상생활에 필수적인 요소인 동적 및 정적 균형 능력과 관련된 동작관찰에 대한 연구는 부족하여 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 균형과 관련된 목적있는 동작을 관찰하고 관찰한 동작을 실제로 훈련해 정적 및 동적 균형능력이 미치는 영향을 알아봄으로서 균형능력이 저하되어 있는 뇌졸중 환자에 대한 동작관찰훈련의 효과를 알아보고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상자

본 연구는 광주광역시 소재의 Y병원에 입원중인 만성 뇌졸중 환자 40명을 대상으로 2013년 7월 8일부터 8월 10

일까지 실시하였으며, 대상자를 무작위로 20명씩 배정하여 풍경사진관찰군(I)과 동작관찰군(II)으로 나누었다. 연구대상자는 다음의 조건을 충족시키는 자를 대상으로 하였다.

- 1) 뇌졸중 진단을 받은 지 6개월 이상인 자
- 2) 치료사의 지시를 이해하고, 따를 수 있는 자
- 3) 하지에 정형외과적 질환이 없는 자
- 4) 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자
- 5) 보조도구 사용여부와 상관없이 10 m 보행이 가능한 자
- 6) 본 연구의 참가에 동의한 자

### 2.2 동작관찰 훈련 및 치료적 훈련 방법

풍경사진관찰 및 동작관찰을 통한 훈련은 6주간, 주 3회, 하루 30분씩 실시하였다. 환자의 기능적 상태에 맞게 난이도를 고려하여 일일 최대 2가지 균형훈련과제를 선택하여 실시하였으며, 각 대상자들은 치료실 책상에 앉아 앞쪽에 설치된 모니터를 통해 해당 영상을 관찰하였다.

Crosbie 등[28]의 연구와 마찬가지로 5분간 관찰한 후 10분간 균형훈련을 받았고, 동작관찰군은 균형 훈련과 관련된 동영상을 5분간 관찰한 후 10분간 관찰한 동작을 모방해 반복적으로 관찰한 동작을 훈련받았으며, 두 군 모두 15분씩 총 두 세션을 실시하였으며, 풍경사진관찰군은 산, 해변, 전원과 같은 정적인 풍경사진을 관찰한 후 동작관찰군과 같은 균형 훈련을 받았다.

동작관찰훈련에 사용된 과제들은 일상생활에서 흔히 수행하는 과제들로 구성하였다[Table 1].

[Table 1] The tasks used during action observation training

The contents of the action observation tasks
1. Stair up & down
2. Cross the obstacles
3. Move to put the stuff on the floor
4. Move to put the stuff in the tray
5. Walking sideways
6. Foot cross and walking sideways
7. Walk a zigzag
8. Raising heel

### 2.3 측정장비 및 도구

#### 2.3.1 정적균형 측정

선 자세에서 정적균형의 양적능력을 평가하기 위해 Ha 등[29]이 신뢰도를 입증한 Good balance system(GBS)

(Metitur Ltd, Finland)을 사용하였다(측정자 내 신뢰도  $r=.69-.93$ , 측정자 간 신뢰도  $r=.85-.98$ ). GBS는 측정 대상자의 체중 중심부에서 중력 방향으로 힌판에 형성되는 압력중심을 따라 동선이 그려지며, 좌·우측 동요거리와 전·후측 동요거리를  $x$ ,  $y$ 축으로 하여 각 축 값에 평균속도를 측정하여 좌·우측 속도(mm/s), 전·후측 속도(mm/s)를 계산하고,  $x$ 축과  $y$ 축으로 움직인 동선거리(mm)의 총면적에 평균속도를 측정하여 mm/s단위로 환산한 결과 값인 속도 모멘트를 구할 수 있다. 본 실험에서는 정적 균형평가를 위해 힌판에 올라서서 30초 동안 눈을 뜨고, 양발서기 자세에서  $x$ 축,  $y$ 축 평균속도와 속도 모멘트를 측정하였다. 오차를 줄이기 위해 한 사람의 측정자가 2회 반복 측정된 후 평균 점수를 이용하였다. 정적균형능력은 실험전, 실험 3주 후, 실험 6주 후에 각각 측정하였다.

**2.3.2 동적균형 측정**

대상자의 동적균형 능력을 측정하기 위해 Timed Up and Go test(TUG)를 실시하였다. 팔걸이가 있는 의자에 앉아 출발신호와 함께 일어나 3 m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법으로, 측정자는 초시계로 3회 측정하여 평균값을 기록하였다. TUG의 측정자 내 신뢰도  $r=.99$ , 측정자 간 신뢰도  $r=.98$ 로 보고되고 있다[30]. 동적균형능력은 실험전, 실험 3주 후, 실험 6주 후에 각각 측정하였다.

**2.4 자료분석**

본 연구의 자료 분석을 위해 SPSS ver. 17.0 버전을 사용하였다. 정규성 분포의 검정을 위해 Shapiro-wilk 정규성 검정을 실시하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계로 분석하였다. 각 군 내에서 측정시기에 따른 차이를 비교하기 위해 반복측정분산분석을 실시하였고, 다중 비교를 위해 Bonferroni multiple comparisons test을 실시하였다. 각 집단 간의 차이 비교는 측정 시기별로 독립표본  $t$ -검정을 사용하였으며, 통계학적 유의수준  $\alpha=.05$ 로 하였다.

**3. 결과**

**3.1. 대상자의 일반적인 특징**

본 연구에 참여한 풍경관찰군(I)과 동작관찰군(II)의 일반적인 특징은 다음과 같다[Table 2].

**[Table 2] General characteristics of subjects**

	I(n=20)	II(n=20)
Age(years)	58.92±9.50	59.00±10.51
Sex(M/F)	12/8	11/9
Height(cm)	162.75±8.87	167.50±5.27
Weight(kg)	68.50±6.20	63.92±5.73
Affected side(L/R)	7/13	5/15
Duration(month)	23.75±8.20	24.50±10.37

All values showed mean±SD

I : landscape picture observation group

II : action observation group

**3.2 동작관찰훈련이 정적균형에 미치는 효과**

**3.2.1 x-축 평균속도**

뇌졸중 환자를 대상으로 풍경사진관찰(I)과 동작관찰(II)이 정적균형능력의 양적 변화를 알아 보기위해 GBS를 이용해 양발로 선자세에서  $x$ 축 평균속도를 측정하였다. 시간경과에 따른 각 군내의 차이를 비교하기 위해 반복측정분산분석을 실시한 결과, 두 군 모두 6주 후에 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). 군 간 차이를 비교하기 위해 독립표본  $t$ -검정을 실시한 결과, 6주 후에 동작관찰군에서 유의한 향상이 나타났다( $p<.05$ )[Table 3].

**[Table 3] The comparison of x-axis mean velocity (unit : mm/s)**

	Pre	3 weeks	6 weeks	p
I	11.18±5.00	10.30±5.39	8.88±4.96	.002
II	11.00±3.48	9.73±1.89	6.70±2.96	.005
p	.920	.733	.037	

All values showed mean±SD

I : landscape picture observation group,

II : action observation group

**3.2.2 y-축 평균속도**

뇌졸중 환자를 대상으로 풍경사진관찰(I)과 동작관찰(II)이 정적균형능력의 양적인 변화를 알아 보기위해 GBS를 이용해 양발로 선자세에서  $y$ 축 평균속도를 측정하였다. 시간경과에 따른 각 군내의 차이를 비교하기 위해 반복측정분산분석을 실시한 결과, 풍경사진관찰군에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나( $p>.05$ ), 동작관찰군에서는 6주 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 군 간 차이를 비교하기 위해 독립표본  $t$ -검정을

실시한 결과, 6주 후에 동작관찰군에서 유의한 향상이 나타났다( $p < .05$ )[Table 4].

[Table 4] The comparison of y-axis mean velocity (unit : mm/s)

	Pre	3 weeks	6 weeks	p
I	16.84±6.30	16.07±7.54	14.98±8.53	.365
II	15.71±5.45	15.23±4.27	10.18±4.64	.016
p	.173	.169	.049	

All values showed mean±SD  
 I : landscape picture observation group  
 II : action observation group

### 3.2.3 속도 모멘트

뇌졸중 환자를 대상으로 풍경사진관찰(I)과 동작관찰(II)이 정적균형능력의 양적인 변화를 알아 보기위해 GBS를 이용해 양발로 선자세에서 속도 모멘트를 측정하였다. 시간경과에 따른 각 군내의 차이를 비교하기 위해 반복측정분산분석을 실시한 결과, 풍경사진관찰군에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나( $p > .05$ ), 동작관찰군에서는 6주 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 그룹 간 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 실시한 결과, 6주 후에 동작관찰군에서 유의한 향상이 나타났다( $p < .05$ )[Table 4].

[Table 5] The comparison of velocity moment (unit : mm/s)

	Pre	3 weeks	6 weeks	p
I	55.43±12.56	51.72±14.52	44.64±14.85	.051
II	50.63±14.55	45.73±17.32	32.55±11.73 <sup>##</sup>	.001
p	.351	.215	.039	

All values showed mean±SD  
 I : landscape picture observation group  
 II : action observation group

### 3.3 동작관찰훈련이 동적균형에 미치는 효과

뇌졸중 환자를 대상으로 풍경사진관찰(I)과 동작관찰(II)이 동적균형능력의 양적인 변화를 알아 보기위해 TUG를 측정하였다. 시간경과에 따른 각 군내의 차이를 비교하기 위해 반복측정분산분석을 실시한 결과, 풍경사진관찰군에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나( $p > .05$ ), 동작관찰군에서는 6주 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 그룹 간 차이를 비교하기 위해 독립표본

t-검정을 실시한 결과, 6주 후에 동작관찰군에서 유의한 향상이 나타났다( $p < .05$ )[Table 6].

[Table 6] The comparison of Time Up and Go test. (unit : sec)

	Pre	3 weeks	6 weeks	p
I	49.98±16.57	46.48±15.93	44.72±14.63	.365
II	43.16±14.72	36.33±16.22	32.86±14.52	.002
p	.081	.074	.029	

All values showed mean±SD  
 I : landscape picture observation group  
 II : action observation group

## 4. 고찰

균형이란 중력 변화에 대해 신체를 직립 자세로 유지하는 능력으로 지지하고 있는 관절, 기저면과 연결된 신체 분절들을 제어하는 능력을 의미하며[31], 균형을 유지하기 위해서는 연결된 신체 분절 간의 상호제어가 중요하다[32]. 선자세에서 균형조절은 기능적인 움직임과 일어서기, 이동, 걷기, 방향 전환, 계단 오르기 등의 일상생활을 위해 필수적인 요건이다[33]. 하지만 대부분의 뇌졸중 환자들은 발병 이후 다양한 이유로 인해 선자세에서 균형 제어와 마비측으로의 체중이동 능력이 감소해 일상생활 수행이 어렵게 된다. 임상에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형능력을 향상시키기 위해 다양한 치료 방법들이 이용되고 있다.

거울신경시스템에 근거하여 동작관찰 시 활성화되는 뇌 영역과 관찰한 동작을 실제로 수행할 때 활성화되는 뇌 영역이 동일함을 보고한 이후[34], 이를 근거로 최근 들어 거울신경시스템을 이론적 배경으로 한 동작관찰훈련이 주목받고 있다.

Celnik 등[35]은 뇌졸중 환자를 대상으로 주방 활동을 담은 영상을 관찰한 후 이를 모방하도록 하여 일상생활 수행이 향상되었다고 보고하였다. 동작관찰훈련과 관련된 뇌 영상연구에서 Ertelt 등[36]은 뇌졸중 환자를 대상으로 손과 팔 동작을 보여주는 동작관찰훈련 후 상지 기능 향상과 fMRI 상에서 양쪽 복측전운동영역, 양쪽 상측 두회, 보완운동영역, 연상회의 활성화도가 증가됨을 보고했다. 또한 Gangitano 등[37]은 손 동작을 관찰하는 동안 관찰된 동작을 실제 시행했을 때 관여하는 근육들에서

운동유발전위의 진폭이 증가하였음을 보고하였다.

동작관찰훈련은 뇌졸중 환자의 운동기능 증진 이외에도 뇌졸중 환자의 인지기능 향상[19], 파킨슨병 환자의 비정상 보행 개선[21], 근골격계 환자인 하지 수술 환자의 근력 회복에도 이용되고 있다[22]. 하지만 뇌졸중 환자를 대상으로 연구한 동작관찰의 효과는 주로 상지기능 위주의 연구였으며 하지기능에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 6주간 영상을 이용하여 풍경사진과 동작관찰 후 운동치료를 적용하여 정적 및 동적균형능력에 미치는 영향을 알아보았다. 정적 균형능력의 평가는 Good balance system 장비를 이용하였고, 동적 균형능력의 평가는 Time Up and Go test 를 실시하였다.

본 연구에서는 훈련방법과 동작관찰을 결합하면 운동수행 향상에 좀 더 효과적이라는 선행연구[38,39]를 바탕으로 영상 관찰 후 수행하는 운동 프로그램과 같은 동작으로 구성된 영상을 관찰하도록 하였고, 그 결과 풍경사진관찰 후 운동을 실시한 군에 비해 동작관찰 후 운동을 실시한 군에서 정적 및 동적 균형능력의 향상을 확인할 수 있었으며 선행연구들과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

Garrison 등[40]은 동작관찰훈련의 효과를 높이기 위해서는 관찰한 동작을 모방하려는 의도를 가지고 관찰하는 것이 중요하다고 하였으며, Buccino 등[41]은 입의 동작들 중 씹는 동작이나 말하는 동작 같은 의미있는 동작을 관찰하는 동안에는 거울신경시스템이 활성화되었지만 짓는 소리와 같이 의미없는 동작을 관찰할 때에는 거울신경시스템이 활성화되지 않아 관찰자의 운동투사영역으로 정보가 투사되지 않을 때는 거울신경시스템이 활성화되지 않음을 시사했다. 본 연구에서도 실제 움직임과는 관련이 없는 단순한 풍경영상을 관찰한 군에 비해 움직임과 관련된 의미있는 동작을 관찰한 후 그 동작을 모방하는 운동을 실시한 군에서 긍정적인 결과를 보였다.

본 연구 결과는 환자치료 시 동작을 관찰하고 그 동작을 따라하면 운동상상과 운동모방을 통해 이전의 경험을 상기하게 되며, 치료효과에 긍정적으로 작용한다는 Page 등[42]의 연구와 일치하며, 동작관찰훈련은 동적균형과 보행속도, 분속수를 향상시키고 마비측 하지의 단하지 지지기를 늘인다는 연구[43]와도 유사한 결과를 얻었다.

본 연구 결과와 동작관찰의 효과를 연구한 선행연구의 결과들을 종합해보면 동작관찰훈련은 운동모방과 운

동수행에 효과적임을 알 수 있었으며, 본 연구의 제한점은 뇌 손상 부위별로 비교분석하지 못하였고, 직접 뇌활성도 부위를 확인하지 못했으며 추가적인 연구를 통해 동작관찰용 영상을 표준화하는 과정도 필요할 것으로 생각된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 동작관찰훈련이 만성 뇌졸중환자의 균형능력에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 동작관찰훈련은 정적 및 동적균형 향상에 도움이 됨을 알 수 있었으며, 실제 임상에서 환자들이 치료를 받기 위해 대기하는 시간에 미리 동영상을 활용한 동작관찰을 통해 치료효과를 상승시킬 수 있을 것으로 생각된다.

## References

- [1] C. M. Dupre, R. Libman, S. I. Dupre, J. M. Katz, I. Rybinnik, T. Kwiatkowski, "Stroke chameleons". *J Stroke Cerebrovasc Dis.* Vol.14, No.1, pp. 3374-3378, 2014.
- [2] N. Smania, A. Picelli, M. Gandolfi, A. Fiaschi, M. Tinazzi, "Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study", *Neurol Sci*, Vol.29, pp. 313-319, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10072-008-0988-0>
- [3] C. M. Said, P. A. Goldie, E. Culham, W. A. Sparrow, A. E. Patla, M. E. Morris, "Control of lead and trail limbs during obstacle crossing following stroke", *Phys Ther*, Vol.85, pp. 413-427, 2005.
- [4] I. V. Bonan, F. M. Colle, J. P. Guichard, E. Vicaut, M. Eisenfisz, P. Tran Ba Huy, A. P. Yelnik, "Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.85, pp. 268-273, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2003.06.017>
- [5] S. Lamb, L. Ferrucci, S. Volapto, L. Fried, J. Guralnik, "Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke", *Stroke*, Vol.34, pp. 494-501, 2003.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000053444.00582.B7>
- [6] S. F. Tyson, M. Hanley, J. Chillala, A. Selley, R. C. Tallis, "Balance disability after stroke", *Phys Ther*, Vol.86, pp. 30-38, 2006.

- [7] L. Jorgensen, T. Engstad, B. K. Jacobsen, "Higher incidence of falls in long-term stroke survivors than in population controls", *Stroke*, Vol.33, pp. 542-547, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/hs0202.102375>
- [8] P. Langhorne, D. Stott, L. Robertson, J. MacDonald, L. Jones, C. McAlpine, F. Dick, G. Taylor, G. Murray, "Medical complications after stroke: a multicenter study", *Stroke*, Vol.31, pp. 1223-1229, 2000.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.31.6.1223>
- [9] A. L. Hsu, P. F. Tang, M. H. Jan, "Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.84, pp. 1185-1193, 2003.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00030-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00030-3)
- [10] C. Werner, A. Bardeleben, K. Mauritz, S. Kirker, S. Hesse, "Treadmill training with partial body weight support and physiotherapy in stroke patients: a preliminary comparison", *Eur J Neurol*, Vol.9, pp. 639-644, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1468-1331.2002.00492.x>
- [11] A. Srivastava, A. B. Taly, A. Gupta, S. Kumar, T. Murali, "Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique", *J Neurol Sci*, Vol.287, pp. 89-93, 2009.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2009.08.051>
- [12] B. Johansson, "Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity", *Acta Neurol Scand*, Vol.123, pp. 147-159, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0404.2010.01417.x>
- [13] G. Rizzolatti, "The mirror neuron system and its function in humans", *Anat Embryol*, Vol.210, pp. 419-421, 2005.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00429-005-0039-z>
- [14] G. Buccino, F. Binkofski, G. R. Fink, L. Fadiga L. Fogassi, V. Gallese, R. J. Seitz, K. Zilles, G. Rizzolatti, H. J. Freund, "Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study", *Eur J Neurosci*, Vol.13, pp. 400-404, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.2001.01385.x>
- [15] Y. Cheng, P. L. Lee, C. Y. Yang, C. P. Lin, D. Hung, J. Decety, "Gender differences in the mu rhythm of the human mirror-neuron system". *PLoS One*, Vol.3, e2113, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0002113>
- [16] J. Grezes, J. Decety, "Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis", *Hum Brain Mapp*, Vol.12, pp. 1-19, 2001.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0193\(200101\)12:1<1::AID-HBIM10>3.0.CO;2-V](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0193(200101)12:1<1::AID-HBIM10>3.0.CO;2-V)
- [17] S. L. Small, G. Buccino, A. Solodkin, "The mirror neuron system and treatment of stroke" *Dev Psychobiol*, Vol.54, No.3, pp. 293-310, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/dev.20504>
- [18] G. Koch, V. Versace, S. Bonnè, F. Lupo, E. L. Gerfo, M. Oliveri, C. Caltagirone, "Resonance of cortico-cortical connections of the motor system with the observation of goal directed grasping movements", *Neuropsychologia*, Vol.48, pp. 3513-3520, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.07.037>
- [19] P. Holmes, "Evidence from cognitive neuroscience supports action observation as part of an integrated approach to stroke rehabilitation", *Man Ther*, Vol.16, pp. 40-41, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2010.06.011>
- [20] M. Iacoboni, J. C. Mazziotta, "Mirror neuron system: basic findings and clinical applications", *Ann Neurol*, Vol.62, pp. 213-218, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ana.21198>
- [21] E. Pelosin, L. Avanzino, M. Bove, P. Stramesi, A. Nieuwboer, G. Abbruzzese, "Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson's disease", *Neurorehabil Neural Repair*, Vol.24, pp. 746-752, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968310368685>
- [22] G. Bellelli, G. Buccino, B. Bernardini, A. Padovani, M. Trabucchi, "Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: evidence for a top-down effect?", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.91, pp. 1489-1494, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.013>
- [23] M. Franceschini, M. Agosti, A. Cantagallo, P. Sale, M. Mancuso, G. Buccino, "Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation", *Eur J Phys Rehabil Med*, Vol.46, pp. 517-523, 2010.
- [24] M. K. Lee, J. M. Kim. "The effect of action observation training on arm function in people with stroke", *Physi Ther Korea*, Vol.18, pp.27-34, 2011.
- [25] J. Lieper, J. Greiner, C. Dettmers. "Motor excitability changes during action observation in stroke patients". *J Rehabil Med*, Vol.46, pp.400-405, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-1276>
- [26] J. M. Kim, B. I. Yang, M. K. Lee. "The effect of action observational physical training on manual dexterity in stroke patients", *Physi Ther Korea*, Vol.17, pp.17-24, 2010.
- [27] K. Y. Kang. "Effects of observed action gait training on spatio-temporal parameter and motivation of rehabilitation in stroke patient", *J Korean Soc Phys Medi*, Vol.8, pp.351-360, 2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2013.8.3.351>

[28] J. H. Crosbie, S. M. McDonough, D. H. Gilmore, M. I. Wiggam. "The adjunctive role of mental practice in the rehabilitation of the upper limb after hemiplegic stroke", *Clin Rehabil*, Vol.18, pp. 60-68, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215504cr702oa>

[29] H. Ha, K. Cho, W. Lee. "Reliability of the good balance system for postural sway measurement in poststroke patients", *J Phys Ther Sci*, Vol.26, pp. 121-124, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.121>

[30] J. D. Cattaneo, "Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.88, pp. 1410-1415, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.109>

[31] C. D. MacKinnon, D. A. Winter, "Control of whole body balance in frontal plane during human walking", *J Biomed*, Vol.26, pp. 633-644, 1993.

[32] J. F. Yang, D. A. Winter, R. P. Wells, "Postural dynamics in the standing human", *Bilo Chern*, Vol.62, pp. 309-320, 1990.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00201445>

[33] J. J. Eng, K. S. Chu, "Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.83, pp. 1138-1144, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.33644>

[34] G. Rizzolatti, L. Craighero, "The mirror-neuron system" *Annu Rev Neurosci*, Vol.27, pp. 169-192, 2005.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230>

[35] P. Celnik, B. Webster, D. M. Glasser, L. G. Cohen, "Effects of action observation on physical training after stroke", *Stroke*, Vol.39, pp. 1814-1820, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.508184>

[36] D. Ertelt, S. Small, A. Solodkin, C. Dettmers, A. McNamara, F. Binkofski, G Buccino, "Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke", *Neuroimage*, Vol.36, pp. 164-173, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.043>

[37] M. Gangitano, F. M. Mottaghy, A. Pascual-Leone. "Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation", *Neuroreport*, Vol.12, pp. 1489-1492, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00001756-200105250-00038>  
PMid:11388435

[38] G. Buccino, L. Riggio, "The role of the mirror neuron system in motor learning", *Kinesiology*, Vol.38, pp. 5-15, 2006.

[39] F. Binkofski, G. Buccino, "Motor functions of the Broca's region", *Brain Lang*, Vol.89, pp. 362-369, 2004.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00358-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00358-4)

[40] K. A. Garrison, C. J. Winstein, L. Aziz-Zadeh, "The mirror neuron system: A neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*", Vol.24, pp. 404-412, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968309354536>

[41] G. Buccino, F. Lui, N. Canessa, I. Patteri, G. Lagravinese, G. Benuzzi, C. A. Porro, G. Rizzolatti, "Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: an FMRI study", *J Cogn Neurosci*, Vol.16, pp. 114-126, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/08989290432275601>

[42] S. J. Page, P. Levine, S. Sisto, M. V. Johnston, "A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke", *Clin Rehabil*, Vol.15, pp. 233-240, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/026921501672063235>

[43] J. H. Kim, B. H. Lee, "Action observation training for functional activities after stroke: a pilot randomized controlled trial", *NeuroRehabilitation*, Vol.33, pp. 565-574, 2013.

**최 호 승(Kil-Dong Hong)**

[정회원]



- 2011년 2월 : 목포대학교 건축학과 (박사수료)
- 2006년 3월 : 동신대학교 산업디자인학과 교수
- 2012년 5월 ~ 현재 : 동신대학교 디지털콘텐츠학과 교수

<관심분야>

디지털콘텐츠, 시뮬레이션, UX

**남 기 원(Ki-Won Nam)**

[정회원]



- 2001년 2월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2003년 8월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

기초의학, 물리치료학