

관찰형태에 따른 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 안정성 한계와 동적보행능력에 미치는 영향

양용필[†] · 김수진¹

동신대학교 물리치료학과, ¹씨티재활의학과요양병원 재활센터

The Effect of Action Observation with Observation Type on Limits of Stability and Dynamic Gait Ability in Stroke Patients

Yong-Pil Yang, PT, PhD[†] · Su-Jin Kim, PT, MSc¹

Dept. of Physical Therapy, Dongshin University
¹City Rehabilitation Center

Received: November 5, 2016 / Revised: November 7, 2016 / Accepted: November 25, 2016

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to determine the effect of action observation with observation type on the limits of stability and dynamic gait ability in stroke patients.

METHODS: The 20 stroke patients who participated in this study were randomly divided into two experimental groups who underwent training three times a week for 4 weeks. Their balance was tested as the limit of stability with Biorescue. Their Dynamic gait ability was tested with the Dynamic Gait Index (DGI) before the intervention, and after 4 weeks. Independent and paired t-tests were used to analyze the results.

RESULTS: The results confirmed the limit of stability on

the moving areas of the paralyzed and non-paralyzed sides. The limit of stability and dynamic gait index measurements confirmed that the moving area showed a significant difference after the intervention in the whole movement observation group ($p < .05$), but the partial movement observation group showed no significant difference ($p > .05$). A significant difference was also noted for the comparison between the both groups after the interventions ($p < .05$). The functional walking ability showed a significant difference when compared to the ability before the intervention, as determined by the changes in scores obtained for the dynamic gait index ($p < .05$).

CONCLUSION: Interventions utilizing whole movement confirm that training improves stability and functional walking ability in stroke patients with disabilities in balance and walking ability.

Key Words: Action observation, Stability, Stroke

[†]Corresponding Author : pil1072@hanmail.net

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

뇌졸중 환자는 중추신경계와 운동 및 감각 신경로의 손상으로 인해 전반적인 운동조절능력이 저하되어 있다. 또한, 체중지지의 비대칭성이 증가되어 균형조절과 불안정한 보행과 감소된 보행속도에 직접적인 영향을 준다(Hyndman 등, 2002). 낙상 위험을 높이고 일상생활 활동의 제한과 독립성 저하는 물론, 지역사회 참여제약을 가져오게 된다(Nashner, 1989). 균형은 환경 안에서 신체의 기저면 위에 몸의 중심을 유지하는 능력이며, 특히 정적균형은 신체가 안정성 한계(limit of stability) 내에서 무게중심을 유지할 수 있는 능력을 의미한다. 이러한 균형의 문제와 개선의 정도를 확인하기 위해 안정성 한계를 활용한다(Perry 등, 1995).

이와 더불어 손상된 운동기능을 회복하거나 새로운 운동기능을 습득하기 위해서는 운동기능에 관여하는 뇌신경망의 가소성 변화가 필수적이다(Kim, 2012). 운동기능 회복을 위한 신경가소성을 촉진하기 위해서는 운동중재와 더불어 시각, 청각, 촉각, 고유수용성 감각 등을 적절히 활용해야 한다(Kwakkel 등, 2004). 최근 이러한 정보들을 활용하여 재활에 적용하는 움직임 관찰훈련(action observation training) 훈련이 제시되고 있다(Lee와 Kim, 2011).

움직임 관찰은 다른 사람의 움직임을 직접 관찰함으로써 움직임의 형태와 동작을 이해하고, 선택한 후 그것을 모방하는 것이다(Ashford 등, 2006). 움직임 관찰은 실제로 운동실행을 할 때나 다른 사람이 과제를 수행하는 것을 관찰할 때 나타나는 거울신경세포(mirror neuron)의 활성을 이용한 중재 기법이다(Leonard와 Tremblay, 2007).

Gallese 등(1996)은 거울신경세포는 사람이 과제를 수행하는 동작을 원숭이가 관찰할 때 실제로 동작을 직접 수행하지 않았음에도 불구하고 전 운동영역과 마루엽에서 실제 활동할 때와 같은 뇌 활성이 이루어지는 것을 처음 발견되었다. 또한, 관찰한 움직임과 수행한 움직임이 유사할수록 더욱 활성화되었다(Brass 등, 2000). 인간의 거울신경세포시스템은 과제지향적인 동작과 흉내만 내는 동작보다는 물체와 관련된 동작을

관찰할 때 더 활성화됨을 확인하였다(Koch 등, 2010).

최근 동작관찰훈련을 적용한 신경계 재활의 중재 방법에 관한 연구들이 이뤄지고 있는데, Lee와 Lee (2016)의 연구에서 단일과제와 이중과제를 통한 동작 관찰훈련 후 뇌졸중 환자의 보행속도와 동적보행지표 점수의 변화를 확인하였다. 또한 동작관찰훈련과 심상 훈련의 비교를 통한 뇌졸중 환자의 균형과 보행 변화에 관한 연구(Kim 등, 2012) 및 다양한 자세에서 물건잡기 동작을 관찰하고 압력중심의 변화를 연구 등 많은 연구들이 진행되었다(Noh, 2011).

이와 같이 선행연구들은 움직임을 관찰하고 영상의 움직임들에 대한 신체훈련의 적용여부에 따른 변화들을 알아보기 위한 연구들이 대부분이었고, 관찰하는 영상의 형태를 조정하여 그에 따른 신체훈련의 효과를 확인하는 연구들은 부족하다. 따라서 본 연구는 관찰하는 영상을 움직임의 전체적인 동작을 하나의 과제 동영상으로 제시하여 관찰하고 동일한 신체훈련을 시행하는 방법으로 움직임 관찰이 편마비 환자의 안정성 한계와 기능적 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 뇌졸중 진단을 받은 후 A 광역시에 위치한 C병원에 입원 중인 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 다음과 같은 조건에 부합하는 환자들을 대상으로 하였다. 1) 뇌졸중 진단을 받고 6개월 이상 경과한 자, 2) 한국형 간이정신 상태 판별검사(K-MMSE) 점수가 24점 이상 인자, 3) 하지에 정형외과적 질환이 없는 자, 4) 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자, 5) 보조도구 사용여부와 상관없이 10m를 독립적으로 걸을 수 있는 자, 6) 본 연구의 목적 및 절차에 대한 설명을 듣고 자발적으로 동의한 자를 대상으로 하였다.

연구대상자는 20명 중 남자는 12명 여자는 8명이었으며 전체움직임 동작관찰훈련군 10명, 부분움직임 동작관찰훈련군 10명으로 무작위 배정하였으며 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	WG (n=10)	PG (n=10)	p
Sex(Male/Female)	7/3	5/5	
Age(yrs)	59.40 ± 8.64 ^a	55.80 ± 11.74	.72
Paretic side(Left/Right)	5/5	4/6	
Etiology (Infarction/Hemorrhage)	7/3	6/4	
Prevalence(months)	33.00 ± 15.88	32.30 ± 20.43	.77

^a Mean±SD

WG: Whole movement observation group, PG: Partial movement observation group

2. 중재방법

1) 동영상 제작

전체움직임 동작관찰훈련군이 관찰하는 동영상은 한 개의 과제에 해당하는 움직임의 시작과 종료시점까지 끊임없이 하나의 영상으로 재생되게 하여 전체의 움직임을 관찰할 수 있도록 하였고, 부분움직임 동작관찰훈련군은 동일한 동영상을 3~4개의 세부동작별로 구분하여 영상을 제작하고, 각 세부동작 영상을 관찰하고 동영상 종료후 동작에 대한 신체훈련을 실시하였다.

2) 훈련과정

전체움직임 동작관찰훈련군은 한 과제의 전체동작을 한번에 관찰하게 한 후 과제별 3~4분 동안 신체훈련을 반복해서 수행하였고, 모든 과제 수행이 총 35분이 소요되었다. 부분움직임 동작관찰훈련군은 세부동작별 동영상을 관찰하고 각각 1~2분간 신체훈련을 시행하였고 모든 과제 수행은 총 40분이 소요되었다. 신체훈련은 환자의 기능적 상태에 맞게 난이도를 고려하여 실시하였으며 주 5회씩 총 4주간 실시하였다.

3) 훈련과제

대상자들에게 제시한 훈련 과제는 모두 8가지로 일상생활에서 흔히 수행하는 과제들로 구성하였다. 훈련에 사용된 동영상의 과제는 앞면, 옆면, 뒷면에서 촬영하여 모든 방향에서 움직임을 관찰할 수 있도록 하였고, 치료사가 동작의 특징이나 움직임에 대해 설명해

주었다. 훈련과제는 총 8개로 구성되어 있으며, 계단 오르고 내리기, 장애물 넘기, 바닥의 물건 들어올리기, 테이블의 물건 들어올리기, 옆으로 걷기, 다리를 교차해서 옆으로 걷기, 지그재그 걷기, 발뒤꿈치 올리고 내리기로 구성하였다.

3. 연구도구 및 측정방법

1) 안정성 한계 측정

안정성 한계 검사는 균형능력측정 시스템(Biorescue, RM Ingenierie, France)를 이용하였다. 다양한 자세에서 균형 및 체중 분포를 분석할 수 있고, 특정 움직임 동안 신체의 압력중심 이동면적(mm²), 이동거리(cm)를 측정하여 안정성 한계를 확인할 수 있다. 이 도구의 검사재검사 급내 상관관계수 ICC=.84로 높은 신뢰도를 가진다(Song과 Park, 2016). 본 연구에서는 대상자가 선 자세에서 자발적으로 움직여 모니터에서 지시하는 8개의 방향 중 4개의 직선 방향인 마비측, 비마비측, 앞, 뒤와 4개의 사선 방향인 마비측 앞, 마비측 뒤, 비마비측 앞, 비마비측 뒤로 압력중심을 최대한 움직이도록 하였으며, 이 때 압력중심에 의해 그려진 동요 면적을 마비측, 비마비측, 앞, 뒤로 구분하였다.

2) 기능적 보행능력

기능적 보행능력을 측정하기 위해 동적보행지표(Dynamic Gait Index; DGI)를 사용하였다. DGI는 총 8개의 항목으로 이루어져 있으며 4점 척도로 되어있다.

0점은 심각한 손상, 3점은 정상을 나타내며 최고점은 24점이다. 검사-재검사 신뢰도 $r=.96$, 측정자간 신뢰도 $r=.96$ 으로 신뢰할 만한 도구이다(Jonsdottir과 Cattaneo, 2007).

4. 분석방법

본 연구의 자료분석은 통계분석 프로그램인 SPSS window 17.0 버전을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계로 나타내었으며 동질성 검정 Levene 검정을 사용하였다. 각 그룹의 정규성 여부를 확인하기 위해 Shapiro-Wilk test를 실시하여 정규성이 만족되는 것을 확인하였다. 또한, 각 그룹의 중재 전후 비교는 Paired t-test를 사용하였고 중재 후 그룹간 비교는 Independent t-test를 사용하였다. 통계학적 유의수준은 α 는 .05로 정하였다.

III. 연구결과

1. 안정성한계의 변화

1) 마비측 압력 중심이동 면적의 변화

안정성 한계 측정시 마비측 압력 중심이동 면적의 변화에서 전체움직임동작관찰훈련군은 중재 전후 비

교에서 유의한 차이를 보였고($p<.05$), 부분움직임동작 관찰훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 중재 후 그룹간 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 2).

2) 비마비측 압력 중심이동 면적의 변화

안정성 한계 측정시 비마비측 압력 중심이동 면적의 변화에서 전체움직임 동작관찰훈련군은 중재 전후 비교에서 유의한 차이를 보였고($p<.05$), 부분움직임 동작 관찰훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 중재 후 그룹간 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

3) 전체 압력 중심이동 면적의 변화

안정성 한계 측정시 전체 압력 중심이동 면적의 변화에서 전체움직임 동작관찰훈련군은 중재 전후 비교에서 유의한 차이를 보였고($p<.05$), 부분움직임 동작관찰 훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 중재 후 그룹간 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 2).

2. 동적보행지표 점수 변화

기능적 보행능력의 변화를 확인하기 위한 동적보행 지표 점수는 전체움직임 동작관찰훈련군에서 중재전

Table 2. Comparison of measured limitis of stability, dynamic gait ability in between group

	WG (n=10)		t^a	PG (n=10)		t^a	t^b
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test		
Limis of stability							(unit: mm)
P side	701.00±164.73 ^c	1468.90±459.48	-5.47*	616.70±227.63	715.10±191.41	-1.81	4.23*
NP side	1044.80±609.72	1864.50±572.38	-6.43*	989.80±333.06	1009.00±264.66	-.18	3.03*
F+B total	1425.30±517.21	2007.80±460.26	-4.70*	1226.50±718.36	1664.20±251.48	-1.97	3.53*
Dynamic gait ability							(unit: point)
DGI	16.90±3.35	21.10±2.23	-6.68*	15.40±3.41	15.90±2.73	-1.63	5.06*

^a Within group, ^b Between group comparison after intervention, ^c Mean±SD
 WG: Whole movement observation group, PG: Partial movement observation group
 P: paretic
 NP: non-paretic
 F+B: front + back
 DGI: dynamic gait index
 * $p<.05$

에 비교하여 중재후 유의한 차이를 보였고($p < .05$), 부분 움직임 동작관찰훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$). 중재 후 그룹간 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 2).

IV. 고 찰

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력 증진을 위한 여러 재활프로그램 중 동영상으로 보여지는 움직임을 관찰하고 실제 수행하는 신체훈련을 통하여 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 또한, 관찰하는 동영상은 제시하는 형태에 차이를 주어 그 변화를 확인하고자 하였다.

Van Merriënboer과 Ayres (2005)은 전체과제연습(Whole task practice)은 대상자들이 과제와 결과를 관련지어 앞으로의 훈련과정을 미리 예측할 수 있고, 훈련과정 중 요구되는 정보와 운동기술을 통합하고 조절할 수 있다고 하였다. 이러한 경우 대상자가 과제 해결을 위한 자신만의 전략을 구성하여 문제 해결에 도움을 줄 수 있다. 또한, 전체과제연습이 동영상 관찰을 통해 다양한 활동과 과제를 제공함으로써 스스로 움직임을 계획, 실행하고 전체적인 상황을 파악하여 기능적 향상에 도움을 준다고 하였다(Lee와 Lee, 2016). 이는 본 연구에서 하나의 과제를 수행하기 위해 구성되어진 전체적으로 동작들을 반복해서 관찰하고 신체훈련을 수행하게 한 것이 대상자에게 학습을 시작 전에 과제의 전체적인 형태를 제시하고 훈련에 참여하게 하는 전체과제연습방법과 유사하다고 할 수 있다.

Lim 등(2009)의 연구에서 과제연습방법의 형태에 따라 복합적인 인지 기술의 획득과 전이를 알아본 결과 전체과제연습방법이 인지 기술의 획득과 전이에 더욱 효과적이었다. 또한, Van Merriënboer 등(2006)의 연구에서도 복잡한 과제를 활용한 훈련방법이 단순한 과제를 활용한 훈련방법보다 학습의 전이와 강화에서 효과적이었다. 따라서, 본 연구에서 훈련에서 동작관찰의 형태가 세부적인 단순 동작을 관찰한 것이 아니라 여러 동작이 복합적으로 포함된 전체적인 움직임을 한번에

영상으로 확인하여 동일한 신체훈련을 수행함으로써 학습방법의 전체과제연습방법과 유사한 결과를 보인 것으로 생각된다.

동작관찰훈련은 운동손상 환자뿐만 아니라 운동선수들의 운동기술 향상과 학습을 위해 활용되고 있는 인지적 중재방법이다(Leonard과 Tremblay, 2007). 움직임을 관찰하는 것만으로도 운동수행 계획과 기억에 도움을 주며, 신체훈련과 병행하면 운동기억 형성을 더욱 활성화 시킬 수 있다(Stefan 등, 2005). 이는 본 연구결과를 통해 동작관찰훈련의 적용이 안정성 한계 및 기능적 보행능력의 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다. 동영상 관찰과정을 통해 구체적인 정보를 시각적 경로에 의해 제공받고, 움직임과 관련된 해당 뇌 영역을 활성화 시켜 직접적으로 기능적 움직임 수행에 긍정적 영향을 준 결과로 생각된다(Celnik 등, 2008).

동작관찰훈련을 통해 균형능력을 알아보기 위하여 균형능력측정 시스템을 이용하여 안정성 한계를 측정하였다. 그 결과 마비측 압력 중심이동 면적의 변화에서는 전체움직임 동작관찰훈련군에서 중재전과 비교하여 중재 후에서 유의한 차이를 보였고, 부분움직임 동작관찰훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 동작관찰을 통한 신체훈련을 활용한 중재가 운동기능이 감소한 마비측의 활동을 증가시켜 몸의 중심을 기저면 안에 유지시키는 능력이 향상되어 마비측 이동면적의 증가를 가져왔다고 할 수 있다. 관찰 대상인 동영상과 신체훈련을 통한 과제들 중 계단 오르고 내리기, 다리를 교차해서 지그재그 걷기 등이 체중의 마비측 이동을 증가시켜 마비측 하지의 활동성을 증가시킨 것으로 생각된다.

비마비측 압력 중심이동 면적의 변화에서도 전체움직임 동작관찰훈련군에서 중재전과 비교하여 중재 후에서 유의한 차이를 보였고, 부분움직임 동작관찰훈련군의 전후 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 동작관찰 과제들이 움직임들의 각 세부동작들만 중점적으로 수행하는 것이 아니라 신체 전체를 같이 움직이는 복합적인 움직임들로 구성되어 있어 중재 후 마비측과 더불어 비마비측의 활동성 증가를 가져온 것으로 보인다.

또한, 압력 중심의 전후 이동 면적의 변화에서도 전체움직임 동작관찰훈련군에서 중재 후 중재전과 비교하여 유의한 차이를 보였다. 이는 균형조절 능력에서 전후방의 조절능력을 확인할 수 있는 요소로 작은 동요에 반응하는 발목 근육인 앞정강근과 장딴지근의 기능의 향상을 예측할 수 있다. 이러한 연구결과는 Kim (2012a)의 연구에서 동작관찰을 적용한 만성 편마비 환자의 균형능력 변화에서 과제지향적 동작을 관찰한 실험군이 대조군에 비해 균형능력의 향상되었고, Hiyamizu 등(2014)의 연구에서는 다른 사람의 동작을 관찰한 후 실제 훈련하는 실험군에서 대조군과 비교하여 균형지수가 유의하게 감소하여 균형능력의 향상을 보인 결과와 유사하다.

선 자세에서 균형조절은 보행과 일상생활활동 수행에 필수조건이며, 이는 자세를 변경해서 방향을 바꾸거나 계단 오르고 내리기, 장애물 보행능력 등에 영향을 미친다(Eng 등, 2002). 또한, Jeong 등(2013)은 동영상 관찰하는 관점에 따라 일상생활활동 수행에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서 적용한 동작관찰 과제에 포함된 계단 오르고 내리기, 장애물 넘기, 다리를 교차해서 지그재그 걷기, 옆으로 걷기 등의 움직임들을 전체적인 형태로 관찰하고 동일하게 신체훈련을 통해 반복함으로써 편마비 환자의 감소된 균형능력의 향상을 가져왔다고 할 수 있고 이것은 일상생활활동 수행에도 긍정적인 효과를 가져올 수 있을 것이다.

본 연구에서 중재 후 편마비 환자의 기능적 보행능력을 확인한 결과 동영상을 관찰하고 실제 동일한 신체훈련을 수행한 전체움직임 동작관찰훈련군에서 중재 전과 비교하여 동적보행지표에서 유의한 차이를 보였다. 이는 선행연구들에서 행위관찰 훈련군에서 마비측의 보행변수의 향상과 일어서서 걷기 검사, 10미터 걷기 검사 등의 보행능력 평가에서 중재 전에 비해 향상을 보인 결과와 일치한다고 볼 수 있다(Kim, 2012b).

훈련과제를 학습하는 과정에서 동영상 관찰을 통해 유도된 시각적인 활성이 움직임에 대한 상세한 정보를 제공하였고(Kim과 Park, 2007), 과제에 대한 정보와 그에 대한 이해가 신체훈련을 통해 더 향상된 기능적 결과

를 얻은 것으로 보인다.

본 연구에서는 이러한 동작관찰훈련이 운동학습(motor learning)의 연습방법들 중 전체과제연습방법과 유사하게 동영상 구성하고 관찰함으로써 운동기술을 학습하는 과정에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다.

앞서 언급한 선행연구들과 본 연구의 결과를 토대로 동작관찰훈련 방법의 차이로 뇌졸중 환자의 기능 증진을 유도할 수 있었다. 하지만, 본 연구에서는 대상자의 수가 적어 모든 뇌졸중 환자들에게 본 연구의 결과를 일반화하기에는 무리가 있어 이후 대상자들을 통제하는 방법들에 관해 연구를 진행할 필요가 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 훈련방법에 따른 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보기 위해 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 4주간 전체적인 움직임 활용한 동작관찰훈련을 시행하고 중재 후에 안정성 한계 및 동적보행능력의 변화를 확인하였다.

동작관찰훈련 중재를 통한 안정성 한계와 동적보행능력의 변화를 확인한 결과에서 전체움직임 동작관찰 훈련군에서 모두 중재전과 비교하여 유의한 차이를 보였고, 중재 후에는 그룹간의 유의한 차이도 확인할 수 있었다. 이는 전체과제를 한꺼번에 관찰하는 형태가 동일한 움직임을 구분하여 개별적으로 관찰하여 훈련하는 형태에 비해 긍정적인 변화를 가져왔다고 할 수 있다.

추후 연구에서는 전체움직임의 복잡성과 난이도에 따른 피로감의 정도와 운동기술의 학습효과에 관한 세부적인 논의와 연구도 필요할 것으로 생각된다.

References

- Ashford D, Bennett SJ, Davids K. Observational modeling effects for movement dynamics and movement

- outcome measures across differing task constraints: A meta-analysis. *J Mot Behav.* 2006;38(3):185-205.
- Brass M, Bekkering H, Wohlschlagel A, et al. Compatibility between observed and executed finger movements: Comparing symbolic, spatial, and imitative cues. *Brain Cogn.* 2000;44(2):124-43.
- Celnik P, Webster B, Glasser DM, et al. Effects of action observation on physical training after stroke. *Stroke.* 2008;39(6):1814-20.
- Eng JJ, Chu KS, Dawson AS, et al. Functional walk tests in individuals with stroke: Relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke.* 2002;33(3):756-61.
- Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al. Action recognition in the premotor cortex. *Brain.* 1996;119(2):593-609.
- Hiyamizu M, Maeoka H, Matsuo A, et al. Effects of self-action observation on standing balance learning: A change of brain activity detected using functional near-infrared spectroscopy. *NeuroRehabilitation.* 2014;35(3):579-85.
- Hyndman D, Ashburn A, Stack E. Fall events among people with stroke living in the community: Circumstances of falls and characteristics of fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(2):165-70.
- Jonsdottir J, Cattaneo D. Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(11):1410-5.
- Jeong WS, Yun TW, Choi YJ, et al. The effect of action observation on motor function of paretic upper extremity in stroke patients: Single subject study. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(2):271-80.
- Kim JH. The effect of action observation training on dynamic balance, gait function and eeg for patient with stroke. Master's Degree. Sahmyook University. 2012.
- Kim JY, Han KJ, Seo TW. The Effects of Action Observational Training and Visualization Training on Balance and Gait in Stroke Patients. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association.* 2012;6(4):305- 12.
- Kim JS. The effect of action observation on balance in patients with chronic stroke. Master's Degree. Dongshin University. 2012a.
- Kim JS. Effect of motor imagery training and action observation training on gait and balance in post stroke patients. Doctor's Degree. Daegu University. 2012b.
- Kim TH, Park SB. Changes in the electroencephalogram patterns during motor imagery and action observation of elbow flexion and extension. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2007;31(11):987-99.
- Koch G, Versace V, Bonni S, et al. Resonance of cortico-cortical connections of the motor system with the observation of goal directed grasping movements. *Neuropsychologia.* 2010;48(12):3513-20.
- Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: A meta-analysis. *Stroke.* 2004;35(11):2529-39.
- Lee MK, Kim JM. The effect of action observation training on arm function in people with stroke. *Phys Ther Korea.* 2011;18(2):27-34.
- Lee HM, Lee JA. The effects of dual-task action observation physical training on the walking ability and activities of daily living in chronic stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(2):83-91.
- Leonard G, Tremblay F. Corticomotor facilitation associated with observation, imagery and imitation of hand actions: A comparative study in young and old adults. *Exp Brain Res.* 2007;177(2):167-75.
- Lim J, Reiser RA, Olina Z. The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Educational Technology Research and Development.* 2009;57(1):61-77.
- Nashner LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance, in *Proceedings From the American Physical Therapy Association Forum.* Nashville. Tenn. USA. 1989.
- Noh HJ. The Effect of Action Observation Training on Sit to Stand Performance and Balance Ability in Chronic

- Stroke Patients. Master's Degree. Seonam University. 2011.
- Perry J, Garrett M, Gronley JK, et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;26(6):982-9.
- Song GB, Park EC. The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2016;11:45-52.
- Stefan K, Cohen LG, Duque J, et al. Formation of a motor memory by action observation. *J Neurosci*. 2005;25(41):9339-46.
- Van Merriënboer JJ, Ayres P. Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*. 2005;53(3):5-13.
- Van Merriënboer JJ, Kester L, Paas F. Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*. 2006;20(3):343-52.