

Original article

Open Access

## 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 증진을 위한 체간 자가 훈련 프로그램 -예비연구-

나은진 · 우영근†

드림병원 물리치료실, <sup>1</sup>전주대학교 의과대학 물리치료학과

### Self-Training Trunk Program for Improving Balance and Walking Ability in People with Chronic Stroke -A Preliminary Study-

Eun-Jin Na · Young-Keun Woo†

*Department of Physical Therapy, Dream Hospital*

*<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Medical Sciences, Jeonju University*

Received: October 26, 2017 / Revised: November 9, 2017 / Accepted: November 10, 2017

© 2017 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

#### | Abstract |

**Purpose:** Balance and walking ability are important elements of functional independence for people with stroke and are major goals in rehabilitation. These abilities require trunk performance, but most chronic stroke patients reach a plateau in their rehabilitation. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of a self-training trunk program to improve balance and walking ability in people with stroke, and to suggest such a self-training program for integrated rehabilitation of people with stroke.

**Methods:** The study recruited 7 people with stroke. The subjects performed trunk training for 30 min per day, 6 days per week, for 3 weeks. Participants were measured on the Trunk Impairment Scale (TIS), the Berg Balance Scale (BBS), the Korean Activities-specific Balance Confidence (K-ABC) scale, the Falls Efficacy Scale (FES), the Functional Gait Assessment (FGA), the 6 Minute Walk Test (6MWT) and a gait analysis to measure the training effects. Statistical analysis used the Wilcoxon signed-rank test as a non-parametric statistical test.

**Results:** TIS was not significantly different after the self-training trunk program, but BBS ( $p > 0.05$ ), K-ABC, and FES were significantly improved after the training program ( $p < 0.05$ ). Furthermore, the 6MWT, stride/height %, and one-leg stance were significantly improved after the training program ( $p < 0.05$ ), but cadence, stance, and swing duration were not significantly different after the training ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** These results suggest that a self-training trunk program should be integrated into stroke rehabilitation to improve

†Corresponding Author : Young-Keun Woo (ykw092@naver.com)

balance and walking ability, and further research is needed to develop the program to be more effective for chronic stroke patients.

**Key Words:** Balance, Gait, Self exercise, Stroke, Trunk

## I. 서론

우리나라에서 뇌졸중은 암 다음으로 높은 사망률로 보고되고 있으며(Korean Statistical Informations Service, 2014), 생존자의 90% 이상이 장애를 가지고 있어 임상 현장 뿐만 아니라 사회에서 주목 받고 있는 질환이다(Balaban & Tok, 2014). 특히 70%의 환자는 보행이 가능하나 정상적인 독립보행의 어려움과 보조 도구를 필요로 하는 보행을 하게 되어 재활 영역에서의 독립적 일상 생활을 제한 할 뿐만 아니라(O'Sullivan et al., 2013), 보행 자체가 느리고 불안정하여 사회적 참여에 많은 제한을 준다(Schmid et al., 2007). 또한, 뇌졸중 환자는 손상 측 다리 쪽의 체중지지 능력 저하로 인한 자세 동요(postural sway) 증가와 동적 안정성(dynamic stability) 감소 등으로 인한 균형 능력의 저하를 보이게 된다(Hacmon et al., 2012; Tessem et al., 2007). Morishita 등(2009)은 뇌졸중 환자의 보행 시, 보행 능력이 저하되는 것은 균형 유지 시 머리와 신체의 축이 많이 기울어지고, 동적 균형을 유지하는 동안 신체의 축이 비마비쪽으로 기울어져 보행에 영향을 준다고 하였으며, Huh 등(2015)은 뇌졸중 환자의 균형 훈련은 직접적으로 보행 능력 향상과 연결되어 진다고 하였다.

이렇듯, 많은 연구들은 뇌졸중 환자의 독립적 생활을 위하여 자세 균형의 재획득과 일반적 보행 치료에 초점을 두고 정상적인 움직임을 재획득하기 위한 치료법을 제시하고 있지만, 만성 뇌졸중 환자의 경우, 팔다리 근육뿐만 아니라 체간 근육의 근력 감소도 보고되고 있다(Eng et al., 2008; Geurts et al., 2005). 뇌졸중 환자에서 체간의 조절 능력은 특정 공간 안에서 신체의 무게 중심점을 이동시키고 유지할 수 있는 능력으로서 보행 및 기능적 활동, 일상 생활 동작 등의 포괄적

인 활동과 참여를 예측할 수 있는 요인중의 하나로 보고 되고 있다(Gillen et al., 2007; Verheyden et al., 2007; Wee et al., 2015). Verheyden 등(2007)은 뇌졸중 환자의 퇴원 시 기능적 상태를 예측하기 위해 체간 기능 평가의 중요성을 강조하였으며, Wang 등(2005)은 뇌졸중 환자의 체간 조절 능력은 기능적인 회복에 대한 중요한 지표가 될 수 있다고 하였다. Dickstein 등(2004)은 만성 뇌졸중 환자는 재활 시기가 길어지면 체간 근육의 약화가 손상 측의 고유수용성감각 약화와 결합되어 균형, 안정성 및 보행과 같은 기능적 장애를 더욱 악화시키며, 간단한 일상생활 동작 수행 중에도 손상 측으로 낙상의 위험을 초래하여 기능적 활동을 더욱 제한하게 된다고 한다.

뇌졸중 환자의 재활은 초기 뇌졸중 손상의 위치와 크기 그리고 이후 회복 정도에 따라 달라져야 하나, 만성기로 진행되면서 신체적 무활동(physical inactivity)에 노출되며, 이는 뇌졸중 환자의 신체 전반의 탈조건화(deconditioning)와 학습된 비사용(learned nonuse)을 유발하게 되어, 2차적인 신경학적 손상이나 합병증을 유발하게 된다(Jurkiewica et al., 2011). Allen 등(2014)은 퇴원 후 뇌졸중 환자의 경우 가정에서 혼자 할수 있는 재활 프로그램과 병원에서 재활프로그램을 동시에 포함하는 것이 효과적이며, 특히 재활의 접근성이 떨어지는 경우 더욱 고려해야 할 사항이라고 하였으며, Chaiyawat과 Kulkantrakorn (2012)는 급성기 뇌졸중 환자의 경우 많은 재활 프로그램들이 병원에서 제공되지만, 퇴원시점에서 기능적 회복이 다 이루어진 상태가 아닌 상태에서 퇴원이 되기 때문에 지속적인 재활 프로그램을 제공해야 하지만 그렇지 못한 실정이라고 하였다. 또한, Langan 등(2013)은 만성기 환자에게 전화를 이용한 접근 방법으로 진행한 팔의 자가 훈련 프로그램을 통하여 팔 기능 개선에 효과적이라

고 보고하였다.

Haruyama 등(2017)과 Kilinc 등(2016)은 체간 훈련을 통한 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력 향상의 효과를 보고하였으며, Karthikbabu 등(2011)은 선택적 체간 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력 향상에 있어서 중요한 임상적 지표라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 치료시간 외의 실시하는 체간의 자가 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력에 미치는 효과를 예비 연구를 통해 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 만성 뇌졸중 환자 7명으로 뇌졸중 발병 이후 24개월 이상이 경과한 자로, 본 연구의 목적 및 필요성을 비롯한 실험 전반의 내용을 이해하고 실험에 참여하기로 동의한 자로 하였다. 본 연구의 대상자의 구체적인 선정조건은 다음과 같았다: 1) 간이-정신상태검사(mini-mental state examination of Korean version, MMSE-K)에서 24점 이상인 자, 2) 본 연구에 영향을 줄 수 있는 심각한 시지각 장애가 없는 자, 3) 본 연구에 영향을 줄 수 있는 정형외과 질환이 없는 자, 4) 보조 도구 없이 독립적인 보행이 10 m 이상 가능하며, 넘어짐의 경험이 없는 자, 5) 환자 본인

과 보호자가 본 연구의 목적을 이해하여 연구에 참여하는 것을 동의한 자로 하였으며, 연구대상자의 제외 조건은 다음과 같았다: 1) 양측 마비가 있는 자, 2) 소뇌 질환이 있는 자, 3) 언어를 사용한 의사소통이 불가능한 자, 4) 시야 결손이 있는 자, 5) 뇌졸중이 재발한 자로 하였다(Table 1).

### 2. 측정 도구

#### 1) 체간 손상 척도(trunk impairment scale, TIS)

체간 손상 척도는 Verheyden 등이 2004년에 개발한 평가도구로서, 뇌졸중 환자의 체간 손상 증진을 위해 개발한 것으로, 침대나 치료 매트 위에서 평가하며, 정적 균형(3항목), 동적 균형(10항목), 그리고 협응성(4항목) 등의 3개 하위 항목으로 구성되어 있다. 총 17개 항목으로 평가 소요 시간은 약 15분으로, 최고 점수는 정적 균형이 7점, 동적 균형이 10점, 협응성 6점으로 총점은 23점이다. 본 척도를 뇌졸중 환자의 신뢰도  $r=0.98$ , 그리고 타당도  $r=0.99$ 로 입증되었다(Verheyden et al., 2004; Verheyden et al., 2005).

#### 2) Berg 균형 척도(Berg balance scale, BBS)

Berg 균형 척도는 Berg, Wood-Dauphinee, Williams 과 Maki가 1991년 개발한 평가 도구로, 주로 노인의 낙상에 대한 위험 요인과 기능적 균형 능력과도 치료

Table 1. General Charterstics of Subjects

	(n=7)						
Subjects	1	2	3	4	5	6	7
Sex <sup>a</sup>	M	F	M	M	M	F	F
Age (years)	61	59	60	52	57	66	74
Height (cm)	176	159	175	167	170	150	150
Weight (kg)	76	65	73	50	70	49	55
Side of hemiparesis <sup>b</sup>	L	R	L	L	L	L	R
Post stroke duration (months)	28	36	30	61	53	38	28
Type of Stroke <sup>c</sup>	I	H	I	H	I	H	H
MMSE-K <sup>d</sup>	30	24	28	30	29	30	24

<sup>a</sup>F: female, M: male. <sup>b</sup>R: right-side hemiparesis, L: left-side hemiparesis. <sup>c</sup>I: infarction, H: hemorrhage. <sup>d</sup>MMSE-K: mini-mental state examination of Korean version

효과를 평가하기 위하여 개발한 도구로서, 앉기(1개 항목), 서기(8개 항목), 자세 변화(5개 항목) 등의 3가지 영역으로 구성되어 있다. 총 14개 항목으로 평가 소요 시간은 약 15분으로 0점(불능)에서 4점(완전 독립 수행)까지 5점 서열 척도이며, 14개 문항의 총점은 56점으로, 일반적으로 45점 이하는 낙상 위험군으로 분류한다. 또한, 뇌졸중 환자의 균형 능력을 평가하거나 보행 보조 도구의 필요성을 결정하는데 유용하게 사용되고 있으며, 뇌졸중 환자를 대상으로 높은 신뢰도(측정자내 신뢰도  $r=0.97$ , 검사-재검사 신뢰도  $r=0.98$ )가 보고되고 있다(Berg et al., 1995; Blum & Korner-Bitensky, 2008).

### 3) 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도

(Korean activities-specific balance confidence scales, K-ABC)

활동 특이적 균형 자신감 척도는 Powell과 Myers가 1995년에 개발한 설문지로, 주로 균형 장애를 가진 노인을 대상으로 개발되었으며, 16개 항목과 11단계의 척도로 구성되어 있다. 이 설문지는 설문 항목에 해당하는 특정 신체 동작을 수행 할 때에 갖는 자신감을 백분율로 표현하게 되며, 완벽하게 수행할 수 있는 경우를 100%, 전혀 수행할 자신이 없는 경우를 0%로 하고 각 단계별 차이는 10%로, 높은 신뢰도(Cronbach's alpha  $r=0.98$ )와 타당도( $r=0.65$ )가 입증되었다(Botner et al., 2005; Han et al., 2004).

### 4) 넘어짐 효능 척도(falls efficacy scale, FES)

넘어짐 효능 척도는 나이와 넘어짐 이력 그리고 넘어짐에 대한 위험 인자 등을 고려한 노인들의 넘어짐에 대한 두려움을 측정하기 위해 개발된 안전하고 유효한 방법이다. 가정에서의 활동과 집 밖에서의 신체 활동 2가지 차원으로 평가하며 매우 높은 검사-재검사 신뢰도를 가지고 있다(Cronbach's  $\alpha=0.96$ , ICC=0.96)(Yardley et al., 2005).

### 5) 기능적 보행 평가(functional gait assessment, FGA)

기능적 보행 평가는 Wrisley 등이 2004년에 다양한

보행 과제를 수행하는 동안 자세 안정성을 평가하기 위하여, 기존에 사용되었던 동적 보행 지수(dynamic gait index)의 신뢰도를 개선하고 천장 효과(ceiling effect)를 감소시키기 위해, 동적 보행 지수 8개 항목 중에서 7개 항목을 선택하고 새로운 3개 항목(좁은 지지면에서 보행, 뒤로 걷기, 눈 감고 걷기)을 포함하여 10개 항목으로 구성하였다. 본 척도는 0점(심각한 손상)에서 3점(정상 보행)으로 4점 서열 척도이며, 총점은 30점으로, 총 평가소요 시간은 5~10분이다. 본 척도는 높은 측정자내 신뢰도( $r=0.97$ ), 측정자간 신뢰도( $r=0.94$ )가 보고되고 있다(Lin et al., 2010; Wrisley et al., 2004).

### 6) 6분 보행 검사(6 minutes walk test, 6MWT)

6분 보행 검사는 Balke가 1963년 처음으로 제안하였으며, 유산소 능력 혹은 지구력을 검사하기 위해 6분 동안 걸은 거리를 평가하는 것으로, 6분 동안 단단하고 편평한 바닥 위를 걷는데 가능하다면 멀리 걷되, 피검사 자신이 선택한 속도와 필요하면 걸은 거리를 표시해 두고 휴식을 취하고 걸을 수 있으며, 걸은 거리를 미터(meter)로 측정하여 점수가 낮을수록 좋지 못한 기능을 뜻한다. 본 척도의 높은 검사-재검사 신뢰도( $r=0.90$ )와 타당도( $r=0.88$ )가 보고되고 있다(Balke, 1963; Butland et al., 1982; Ng et al., 2011).

### 7) 보행 평가

보행 평가를 위하여 체중심 기반의 보행 평가 도구인 G-Walk (BTS Bioengineering, Padova, Italy)를 사용하였다. G-Walk는 가속도계와 자이로스코프를 내장한 보행 측정기로, 보행 시 피험자의 체중심 이동의 특성을 이용하여 보행의 시공간적 변수를 측정하고 분석한다. G-Walk는 피험자의 L5 영역에 부착하여 컴퓨터와 무선 센서를 이용 분석하며, 걷는 동안의 보행속도, 활보장, 보행주기 등의 변수를 블루투스 방식으로 지정된 컴퓨터로 데이터를 전송하여 측정한다. 본 연구에서 측정 변수로 사용한 것은 활보장/신장 비율(stride/height %, S/H), 입각기 비율(stance duration, SD), 유각기 비율(swing duration, SwD), 한발 지지기(single support

duration, SSD)와 보행 주기 기간(gait duration)이었다.

### 3. 몸통 자가 훈련 프로그램

본 연구는 단일 집단의 사전-사후 검사로, 서울시에 소재한 재활 병원에 입원 치료를 받고 있는 뇌졸중 환자 중 본 연구의 대상자 선정 기준과 제외 기준에 부합하는 7명의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 본 연구에 자발적으로 참여하는 환자를 대상으로 실시하였다. 모든 대상자는 1일 30분씩 주 6회, 3주 동안 총 18회기의 체간 자가 훈련을 실시하도록 지도하였다. 또한, 모든 대상자들은 일반적인 물리치료 및 작업치료도 수행하였다.

본 연구는 Cabanas-Valdés 등(2013)의 운동 방법을 토대로 회전 요소의 유무에 따른 체간 안정성에 영향을 미칠 수 있는 훈련법으로 구성하였다. 환자는 갈고리누운 자세(hooklying), 앉은 자세(sitting), 균형판 위에 앉은 자세(sitting with balance pad), 앉은 자세에서 팔 뻗기(reaching on sitting), 균형판 위에 앉은 자세에서 팔 뻗기(reaching on sitting with balance pad) 등의 5가지 다른 자세에서 체간 협응성을 초점으로 훈련하도록 지시하였다. 각각의 자세에서 4개의 다른 동작을 10회씩 반복하였고, 2개의 다른 동작을 실시한 후에 1분의 휴식 시간을 갖도록 하였다. 대상자들의 저항을 위해 빨간색 탄력밴드(Latex Resistance Bands, TheraBand®, USA)도 사용하였다.

갈고리 누운 자세에서 비 손상 측과 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡, 탄력밴드를 사용하여 비 손상 측과 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡의 4가지 동작, 앉은 자세에서 갈고리누운 자세와 같이 4가지 동작, 균형판 위에 앉은 자세에서 앉은 자세와 같이 4가지 동작, 앉은 자세에서 비 손상 측과 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기, 탄력밴드를 사용하여 비 손상 측과 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기 등 4가지 동작, 그리고 균형판 위에 앉은 자세에서 앉은 자세와 같이 체간 회전과 팔 뻗기 등 4가지 동작으로 총 20가지 동작을 실시하였다. 각각의 훈련 동작 시 세세한 지침과 요약은 <부록>에 첨부하였다.

### 4. 자료 분석

본 연구에서 모든 대상자의 실험 전후의 임상적 평가 지수 및 보행 평가 변수는 기술 통계를 이용하였으며, 자가 훈련 전후의 효과를 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호 서열 검증을 사용하였다. 모든 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였으며, 본 연구의 통계적 분석은 윈도우용 SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 체간 자가 훈련 후 체간 능력의 변화

본 예비 연구에 참여한 만성 뇌졸중 환자에게 적용한 체간의 자가 훈련에 대한 체간 능력의 결과는 표 2와 같았다. TIS 점수는 훈련 전 12.43±2.07점에서 훈련 후 13.71±1.38점으로 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 2. TIS score after self training

Test	Pre-training	Post-training	Z	p
TIS <sup>a</sup>	12.43±2.07	13.71±1.38	-1.72	0.09

Values are Mean±Standard deviation. <sup>a</sup>TIS: trunk impairment score.

### 2. 체간 자가 훈련 후 균형 능력의 변화

본 예비 연구에 참여한 만성 뇌졸중 환자에게 적용한 체간의 자가 훈련에 대한 균형 능력의 변화는 표 3과 같았다. BBS 점수는 훈련 전 42.14±5.05점에서

Table 3. Balance ability after self training

Test	Pre-training	Post-training	Z	p
BBS <sup>a</sup>	42.14±5.05	46.71±4.99	-2.20	0.03
K-ABC <sup>b</sup>	50.76±17.36	62.39±19.45	-1.99	0.04
FES <sup>c</sup>	66.29±22.68	81.57±16.49	-2.02	0.04

Values are Mean±standard deviation. <sup>a</sup>BBS: Berg balance scale. <sup>b</sup>K-ABC: Korean activities-specific balance confidence scale. <sup>c</sup>FES: Fall efficacy scale.

Table 4. Walking ability after self training

(n=7)

Test	Pre-training	Post-training	Z	p
FGA <sup>a</sup>	13.86±4.78	14.86±4.91	-1.34	0.18
6MWT <sup>b</sup> (m)	171.43±51.48	206.61±76.29	-2.37	0.02
Cadence (strides/min)	69.52±21.46	78.22±20.69	-1.86	0.06
S/H <sup>c</sup> (%)	81.38±27.40	90.56±27.01	-2.37	0.02
Gait duration (sec)	1.99±0.88	1.67±0.58	-2.03	0.04
SD <sup>d</sup> of affected side (%)	69.10±10.07	63.84±9.78	-0.51	0.61
SwD <sup>e</sup> of affected side (%)	30.90±10.07	36.16±9.78	-0.51	0.61
SSD <sup>f</sup> of affected side (%)	26.72±5.79	35.10±7.86	-2.37	0.02

Values are Mean±standard deviation. <sup>a</sup>FGA: functional gait assessment.

<sup>b</sup>6MWT: 6 minutes walking test. <sup>c</sup>S/H: stride/height. <sup>d</sup>SD: stance duration.

<sup>e</sup>SwD: swing duration. <sup>f</sup>SSD: single support duration.

훈련 후 46.71±4.99점으로 통계학적으로 유의하게 증가하였으며, K-ABC 점수는 훈련 전 50.76±17.36점에서 훈련 후 62.39±19.45점으로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한, FES 점수도 훈련 전 66.29±22.68점에서 훈련 후 81.57±16.49점으로 통계적으로 유의한 차이를 보여주었다.

### 3. 체간 자가 훈련 후 보행 능력의 변화

본 예비 연구에 참여한 만성 뇌졸중 환자에게 적용한 체간의 자가 훈련에 대한 보행 능력의 변화는 표 3과 같았다. 6MWT가 훈련 전 171.43±51.48 m에서 훈련 후 206.61±76.29 m로 통계학적으로 유의하게 증가하였으며, S/H도 훈련 전 81.38±27.40%에서 훈련 후 90.56±27.01%으로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한, 보행 기간(gait duration)도 훈련 전 1.99±0.88초에서 훈련 후 1.67±0.58초로 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 손상측 SSD도 훈련 전 26.72±5.79%에서 훈련 후 35.10±7.86%으로 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 하지만, FGA점수는 훈련 전 13.86±4.78점에서 훈련 후 14.86±4.91점으로 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였으며, 분속 수(cadence)도 훈련 전 훈련 전 69.52±21.46 strides/min에서 훈련 후 78.22±20.69 strides/min으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 손상 측의 입각기는 훈련 전 69.10±10.07 %에서 훈련

후 63.84±9.78%, 유각기도 훈련 전 30.90±10.07 %에서 훈련 후 36.16±9.78%로 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

## IV. 고찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자 7명을 대상으로 3주 동안 갈고리 누운 자세, 앉은 자세, 균형판 위에 앉은 자세, 앉은 자세에서 팔 뻗기, 균형판 위에 앉은 자세에서 팔 뻗기를 이용한 체간 자가 훈련이 균형 및 보행에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다. 연구 대상자는 체간 자가 훈련 후에 체간 손상 척도를 이용한 체간 능력 평가(TIS), Berg 균형 척도(BBS), 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도(K-ABC), 넘어짐 효능 척도(FES), 기능적 보행 평가(FGA), 6분 걷기 검사(6MWT), 보행 평가를 실시하였고, 일주일에 6회, 3주간 총 18회의 체간의 자가 훈련을 실시하도록 하였다. 연구 결과, 체간 능력 변화는 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였으며, 균형 능력에서는 통계적으로 유의한 향상이 있었으며, 보행 능력에서는 변수간의 상반된 결과를 보여주었다.

본 연구에서 체간 손상 척도는 훈련 전 12.43±2.07점에서 훈련 후 13.71±1.38점으로 통계학적으로 유의한

차이는 나타나지 않았지만, 평균 점수의 향상은 있었다. Dean과 Shepherd (1997)는 앉은 자세에서 팔 뻗기는 앉기 균형을 개선 한다고 하였으며, Legg 등(2004)과 Rose 등(2011)은 뇌졸중 환자의 필요에 맞게 설계된 운동 프로그램은 기능적 활동에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 본 연구의 대부분의 대상자의 체간 손상 척도는 훈련 후에 향상하였지만, 대상자 4와 5의 점수가 각각 16점에서 15점, 12점에서 11점으로 감소하였다. 이는 체간 손상 척도의 만점이 23점으로서 비교적 만점 점수가 낮아 1점 차이의 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였으며, 특히 대상자 4와 5의 경우는 발병기간이 다른 대상자와 달리 61개월과 53개월로 길어 상대적 천장 효과(relatedly ceiling effect)가 발생했을 것이라 생각된다.

본 예비 연구 결과, 체간의 자가 훈련을 통하여 Berg 균형 척도, 활동 특이적 균형 자신감 척도와 넘어짐 효능 척도가 통계학적으로 유의하게 향상되었다. Cabanas-Valdés 등(2013)은 앉은 자세에서 발을 땅에 붙이고 지지 기저면이 넓어지지 않게 한 후 팔 뻗기 운동과 누운 자세와 앉은 자세에서 상지 훈련을 통하여 체간의 상부와 하부를 분리시키는 운동이 체간의 움직임과 동적 앉기 균형의 효과적이라고 하였으며, Verheyden 등(2009)은 갈고리 누운 자세에서 골반 전방-후방 경사 운동, 교각 자세에서 고관절 신전근 운동, 체간의 상부 하부의 회전 운동과 앉은 자세에서 체간의 굴곡-신전, 선택적인 요추부 굴곡-신전, 체간 신전 상태에서 고관절 굴곡-신전, 체간의 측방 굴곡, 체간의 상부와 하부 회전 운동, 체중 이동 운동 등이 앉은 자세의 균형과 선택적인 체간 움직임에 효과가 있다고 보고하였으며, Miyake 등(2014)은 체간 훈련을 통한 일어서서 걷기 검사 동안의 자세 균형의 효과성을 입증하였다. 또한, Chung 등(2012)은 체간의 조절이 균형 능력에 있어서 반드시 필요하다고 하였다. 본 연구에서 실시한 체간의 자가 훈련은 체간의 상부와 하부의 협응성을 유도함과 동시에 앉은 상태에서의 손상 측에 체중 지지를 유도하였으며, 이로 인하여 체간의 안정성 확보를 통한 균형 유지에 도움이 되었

으리라 생각된다.

본 연구 결과, 보행 평가에서는 6분 걷기 검사, 활보장 비율, 보행 주기와 한발 지지기가 통계적으로 유의하게 증가하였으며, FGA, 분속 수, 입각기 비율과 유각기 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였다. Sorinola 등(2014)은 체간 운동은 균형과 걷기 능력의 향상을 보여준다고 하였으며, Granacher 등(2013)은 체간이 불안정한 노인에게 체간 훈련을 한 결과 체간의 근력, 척추의 가동성, 활보 속도와 일어서서 걷기 능력의 향상을 보고하였다. Wang (1994)은 하부 체간의 회전성 움직임 훈련을 통하여 보행 속도와 분속수 향상을 보고하였고, Karthik-babu 등(2011)은 갈고리 자세와 앉은 자세에서의 체간 훈련을 통하여 보행 속도, 분속 수, 대칭성 지수, 양측 활보장, 환측의 한발 지지 주기 등의 변수의 효과를 제시하였으며, Huang 등(2010)은 체간의 협응 능력은 보행의 활보장과 높은 상관관계를 보고하였으며, Wagenaar와 Beek (1992)도 뇌졸중 환자의 체간 회전 능력은 보행 속도, 활보장 그리고 활보 횟수와 높은 상관관계를 보고하였다. 본 연구에서의 6분 걷기 검사는 통계적으로 유의하게 증가하였는데, 이는 오래 걷는 동안 요구되는 대상자의 균형능력이 더욱 더 오래 걸을 수 있도록 하였으며, 앞서 평가한 균형 능력의 증가로도 유추할 수 있었다. 기능적 보행 평가에서는 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였지만, 점수는 증가하였다. 이를 대상자 별로 보았을 때 대상자 6과 대상자 7은 점수가 향상되었지만, 나머지 대상자 5명에서는 점수의 차이가 나타나지 않았다. 이는 기능적 보행 평가 중 눈을 감고 걷기 항목에서 보행 시 체간 조절과 균형 조절이 잘 되더라도 시각적인 감각 차단에 따른 고유 수용성감각이 조절해야 하지만, 대상자 각각의 고유 수용성감각 차이로 인하여 그 차이가 보여주지 못하였을 것이라 생각되며, 본 연구에서 고유수용감각 차이에 따른 대상자 선정을 구별하지 않은 것이 영향을 주었으리라 생각된다. 또한, 활보/신장 비율(stride/height), 보행 주기, 한발 지지기에서 자가 체간 훈련 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보인 것은 체간의

자가 훈련에 회전성 요소를 많이 포함시켜 협응 능력을 유도하려고 하였으며, 이것이 보행 시 체간의 회전을 동반하여 보행 주기와 균형 증가로 인하여 한발 서기 기간에도 영향을 주어, 결과적으로 보행 시 뇌졸중 환자의 보행 변수에 영향을 주었으리라 생각된다. 하지만, 입각기와 유각기 비율, 그리고 분속 수는 향상되었음에도 불구하고 통계적으로 유의한 차이를 보여 주지는 못하였다. 이는 대상자 1의 경우만 분속 수가 7 stride가 감소하였으나 다른 대상자에서는 모두 증가하였으며, 평균값으로 환산하였기 때문에 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 않았을 것이라 생각된다. 또한, 입각기와 유각기의 비율은 대부분의 대상자에서 60%와 40%비율로 근접하였지만 그 폭이 크지 않고 표준편차가 커 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못한 것으로 생각된다. 하지만, 입각기와 유각기의 비율의 정상 보행의 평균값을 향한 변화를 보여주었다.

뇌졸중 환자는 병원에서 퇴원 후 지속적으로 잘 짜여진 재활 프로그램을 유지해야 초기에 받은 집중 재활 치료의 대한 효과를 지속 시킬 수 있으며, 이를 위해 자가 홈 프로그램이 유용하고 효과적이며 만성 뇌졸중 환자뿐만 아니라 아급성 뇌졸중 환자에게도 필요하다(Bernocchi et al., 2016). Reunanen 등(2016)은 뇌졸중 환자 입장에서 연구한 결과, 자가 홈 프로그램 증대는 사회 복귀와 환자의 동기 부여와 직접적으로 연결이 되기 때문에 필요한 사항이며, Jurkiewica 등(2011)도 뇌졸중 환자에게 적합한 자가 홈 프로그램을 제시하고, 가능한 보호자와 같이 진행할 수 있는 프로그램을 제시하여 환자의 동기부여를 촉진하고, 정기적으로 자가 홈 프로그램을 모니터링 해야 한다고 하였다. 또한, Donoso Brown 등(2015)도 뇌졸중 환자 개인이 가정에서 혼자 할 수 있는 프로그램의 양은 제한적이기 때문에 좀 더 많은 정보가 필요하다고 하였으며, Huang 등(2017)도 뇌졸중 환자의 효과적인 재활을 위해서는 지속적으로 가정이나 치료실 외에서도 반복적인 훈련이 필요하며, 이러한 훈련을 통하여 신체 기능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 가정에 오래 동안 머물러 있는 뇌졸중 환자의 심리적인 부분까지

도 영향을 줄 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 체간의 자가 훈련을 위해 앉은 자세에서 팔 뻗기 자세를 통해 체중 지지를 유도하였으며, 균형판을 이용하여 체간의 균형 훈련을 포함하고, 탄력 밴드를 이용한 저항 훈련도 같이 실시하였다. 또한, 체간의 회전성 움직임을 포함하여 보행 시 필요한 회전 능력을 유도하고, 사선 방향의 동작을 통해 더욱더 협응성을 강조하였다. 보행을 하는 동안의 체간 능력은 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 반드시 필요한 능력이다. 하지만, 만성 환자의 대부분의 자가 훈련에 대한 지식이 없으며, 개개인에 맞게 근거로 제시된 훈련 프로그램 프로그램이나 풀(pool)이 존재하지 않거나 설계된 프로그램이 빈약하게 구성되어 있다. 하지만, 보행을 하는 동안에 필요한 체간의 회전 움직임과 함께 균형을 유지할 수 있는 자가 훈련이 만성 환자에게 제시되거나 운동 프로그램 풀이 제시된다면 만성 재활 기간 정체기에 있는 환자들에게 지속적인 재활을 유도할 수 있으리라 생각된다. 또한, 본 연구는 일반적으로 수행되는 체간의 안정성 균형 훈련을 체간 회전과 함께 손상 측과 비 손상 측을 교대로 수행하고, 체중 지지 효과를 환자 본인이 직접 하도록 유도하여 균형과 보행에 미치는 영향을 보았다. 하지만, 연구 대상자가 만성 환자 7명이 대상이었으며, 비교적 회복이 일정 기간 된 것에 비하여 훈련 기간이 짧아 모든 만성 뇌졸중 환자에게 일반화하기에는 한계가 있다고 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 체간의 자가 훈련이 균형 및 보행에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 1주일에 6회, 총 3주간 18회기의 자가 훈련을 실시하였다. 체간의 자가 훈련은 일반적인 체간의 안정성 훈련과 회전성 훈련, 그리고 앉은 상태에서 손상 측에 체중 지지를 유도할 수 있는 움직임과 탄력 밴드를 이용한 저항 훈련을 포함하였다. 연구 결과, 전반적인 체간



능력 점수가 향상 되었으며, 균형 능력이 통계학적으로 유의하게 증가하고, 보행 능력 또한 향상 되었다. 그리고 일부 대상자에서 나타난 천장 효과와 다른 대상자에 비해 더 오래된 발병기간, 그리고 7명의 환자로만 진행한 예비 연구 등의 특성으로 인하여 전체 평가에 포함된 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못하였지만, 전반적인 균형 능력과 보행 능력의 향상을 보여주었다. 향후 연구에서는 체간의 자가 훈련 프로그램의 추가, 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구, 그리고 더 많은 만성 환자를 포함한 프로그램 운영 방식에 대한 것이 과제로 제시될 수 있겠다.

## References

- Allen L, Richardson M, McIntyre A, et al. Community stroke rehabilitation teams: providing home-based stroke rehabilitation in Ontario, Canada. *The Canadian Journal of Neurological Sciences*. 2014;41(6):697-703.
- Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke. *The American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;6(7):635-642.
- Balke B. A simple field test for the assessment of physical fitness. *Civil Aeromedical Research Institute (U.S.)*. 1963;53:1-8.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The balance scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1995;27(1):27-36.
- Bernocchi P, Vanoglio F, Baratti D, et al. Home-based telesurveillance and rehabilitation after stroke: a real-life study. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2016;23(2):106-115.
- Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical Therapy*. 2008;88(5):559-566.
- Botner EM, Miller WC, Eng JJ. Measurement properties of the activities-specific balance confidence scale among individuals with stroke. *Disability and Rehabilitation*. 2005;27(4):156-163.
- Butland RJ, Pang JACK, Gross ER, et al. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal*. 1982;284(6329):1607-1608.
- Cabanas-Valdés R, Cuchi GU, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(4):575-692.
- Chaiyawat P, Kulkantrakorn K. Effectiveness of home rehabilitation program for ischemic stroke upon disability and quality of life: a randomized controlled trial. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2012; 114(7):866-870.
- Chung EJ, Lee JS, Kim SS, et al. The relationships among trunk control ability, dynamic balance and gait in stroke patients. *Journal of Korean Oriental Medicine*. 2012;33(1):148-159.
- Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke a randomized controlled trial. *Stroke*. 1997;28(4):722-728.
- Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(2):261-267.
- Donoso Brown EV, Dudgeon BJ, Gutman K, et al. Understanding upper extremity home programs and the use of gaming technology for persons after stroke. *Disability and Health Journal*. 2015;8(4):507-513.
- Eng JJ, Pang MY, Ashe MC. Balance, falls, and bone health: role of exercise in reducing fracture risk after stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2008;45(2):297-313.
- Geurts AC, de Haart M, van Nes I, et al. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture*.

- 2005;22(3):267-281.
- Gillen G, Boiangiu C, Neuman M, et al. Trunk posture affects upper extremity function of adults. *Perceptual and Motor Skills*. 2007;104(2):371-380.
- Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, et al. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*. 2013;59(2):105-113.
- Hacmon RR, Krasovsky T, Lamontagne A, et al. Deficits in intersegmental trunk coordination during walking are related to clinical balance and gait function in chronic stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2012;36(4):173-181.
- Han GC, Lee EJ, Lee JH, et al. The study of standardization for a Korean adaptation of self-report measures of dizziness. *Journal of the Korean Balance Society*. 2004;3(2):307-325.
- Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2017;31(3):240-249.
- Huh JS, Lee YS, Kim CH, et al. Effects of balance control training on functional outcomes in subacute hemiparetic stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2015;39(6):995-1001.
- Huang HC, Huang YC, Lin MF, et al. Effects of home-based supportive care on improvements in physical function and depressive symptoms in patients with stroke: a meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2017;98(8):1666-1677.
- Huang Y, Meijer OG, Lin J, et al. The effects of stride length and stride frequency on trunk coordination in human walking. *Gait & Posture*. 2010;31(4):444-449.
- Jurkiewicz MT, Marzolini S, Oh P. Adherence to a home-based exercise program for individuals after stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2011;18(3):277-284.
- Karthikbabu S, John MS, Manikandan N, et al. Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in patients with chronic stroke: a pre-post design. *Neuroscience and Medicine*. 2011;(2):61-67.
- Kilinc M, Avcu F, Onursal O, et al. The effects Bobath-based trunk exercise on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2016;23(1):50-58.
- Korean statistical information service. 2014.
- Langan J, DeLave K, Phillips L, et al. Home-based telerehabilitation shows improved upper limb function in adults with chronic stroke: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2013;45(2):217-220.
- Lin JH, Hsu MJ, Hsu HW, et al. Psychometric comparisons of 3 functional ambulation measures for patients with stroke. *Stroke*. 2010;41(9):2021-2025.
- Miyake Y, Nakamura S, Nakajima M. The effect of trunk coordination exercise on dynamic postural control using a core noodle. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2014;18(4):519-525.
- Morishita M, Amimoto K, Matsuda T, et al. Analysis of dynamic sitting balance on the independence of gait in hemiparetic patients. *Gait & Posture*. 2009;29(4):530-534.
- Ng SS, Tsang WW, Cheung TH, et al. Walkway length, but not turning direction, determines the six-minute walk test distance in individuals with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;92(5):806-811.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ, Fulk G. Physical rehabilitation. Philadelphia. FA Davis. 2013.
- Reunanen MA, Jarvikoski A, Talvitie U, et al. Individualised home-based rehabilitation after stroke in eastern Finland-the client's perspective. *Health and Social Care in the Community*. 2016;24(1):77-85.
- Schmid A, Duncan PW, Studenski S, et al. Improvements

- in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke*. 2007;38(7):2096-2100.
- Sorinola IO, Powis I, White CM. Does additional exercise improve trunk function recovery in stroke patients? A meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2014;35(2):205-213.
- Tessem S, Hagstrøm N, Fallang B. Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. *Physiotherapy Research International*. 2007;12(2):82-94.
- Legg L, Langhome, Outpatient service trialists. Rehabilitation therapy services for stroke patients living at home: systematic review of randomised trials. *The Lancet*. 2004;363(9406):352-356.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009;23(3):281-286.
- Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, et al. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2007;78(7):694-698.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Feys H, et al. Discriminant ability of the trunk impairment scale: a comparison between stroke patients and healthy individuals. *Disability and Rehabilitation*. 2005;27(17):1023-1028.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The trunk impairment scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(3): 326-334.
- Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *Journal of Biomechanics*. 1992;25(9):1007-1015.
- Wang CH, Hsueh IP, Sheu CF, et al. Discriminative, predictive, and evaluative properties of a trunk control measure in patients with stroke. *Physical Therapy*. 2005; 85(9):887-894.
- Wang RY. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on the gait of patients with hemiplegia of long and short duration. *Physical Therapy*. 1994;74(12): 1108-1115.
- Wee SK, Hughes AM, Warner MB, et al. Impact of trunk support on upper extremity function in people with chronic stroke and healthy controls. *Physical Therapy*. 2015;95(8):1163-1171.
- Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, et al. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Physical Therapy*. 2004;84(10): 906-918.
- Yardley L, Beyer N, Hauer K, et al. Development and initial validation of the falls efficacy scale-international (FES-I). *Age and Ageing*. 2005;34(6):614-619.

## <Appendix>

### 1. 갈고리 누운 자세의 훈련

- 1) 양손은 깍지를 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 비 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 2) 양손은 깍지를 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 3) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 1)을 실시
- 4) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 2)를 실시
- 5) 훈련 내용에서 2)와 4)를 실시한 후에는 각각 1분의 휴식

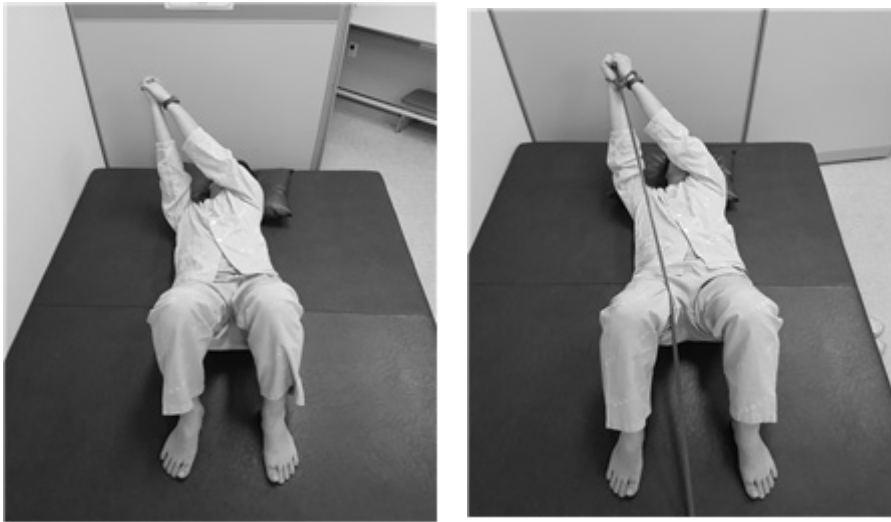


Fig. 1. Hooklying.

### 2. 앉은 자세에서의 훈련

- 1) 양발을 지면에 닿게 한 후 양손을 깍지 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 비 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 2) 양발을 지면에 닿게 한 후 양손을 깍지 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 3) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 1)을 실시
- 4) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 2)를 실시
- 5) 위의 훈련 내용에서 2)와 4)를 실시한 후에는 각각 1분의 휴식

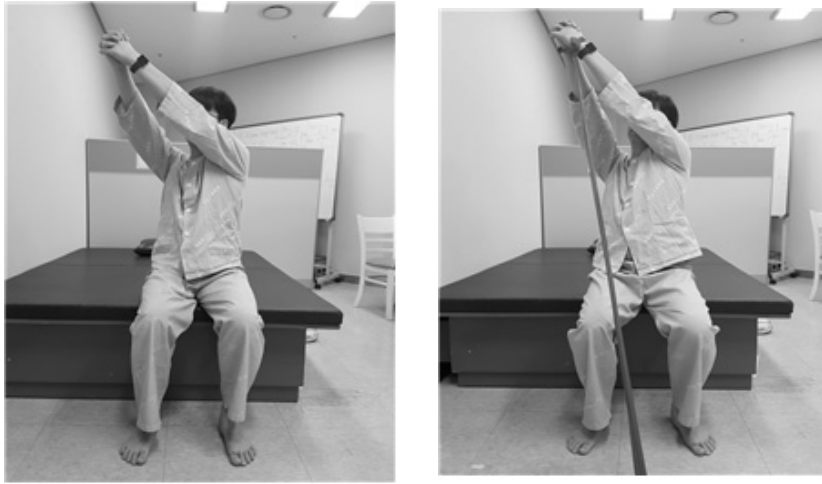


Fig. 2. Sitting.

### 3. 균형판 위에 앉은 자세의 훈련

- 1) 엉덩이에 균형판을 대고 양발을 지면에 닿게 한 후 양손은 각지를 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 비 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 2) 엉덩이에 균형판을 대고 양발을 지면에 닿게 한 후 양손은 각지를 끼고 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 손상 측으로 체간 회전과 견관절 굴곡
- 3) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 1)을 실시
- 4) 팔 길이 2배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 2)를 실시
- 5) 위의 훈련 내용에서 2)와 4)를 실시한 후에는 각각 1분의 휴식



Fig. 3. Sitting with balance pad.

#### 4. 앉은 자세에서 팔 뻗기 훈련

- 1) 양손은 깍지를 끼고 양발을 지면에 닿게 한 후 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 비 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기를 실시
- 2) 양손은 깍지를 끼고 양발을 지면에 닿게 한 후 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기를 실시
- 3) 팔 길이 1.5배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 1)을 실시
- 4) 팔 길이 1.5배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 2)를 실시
- 5) 위의 훈련 내용에서 2)와 4)를 실시한 후에는 각각 1분의 휴식

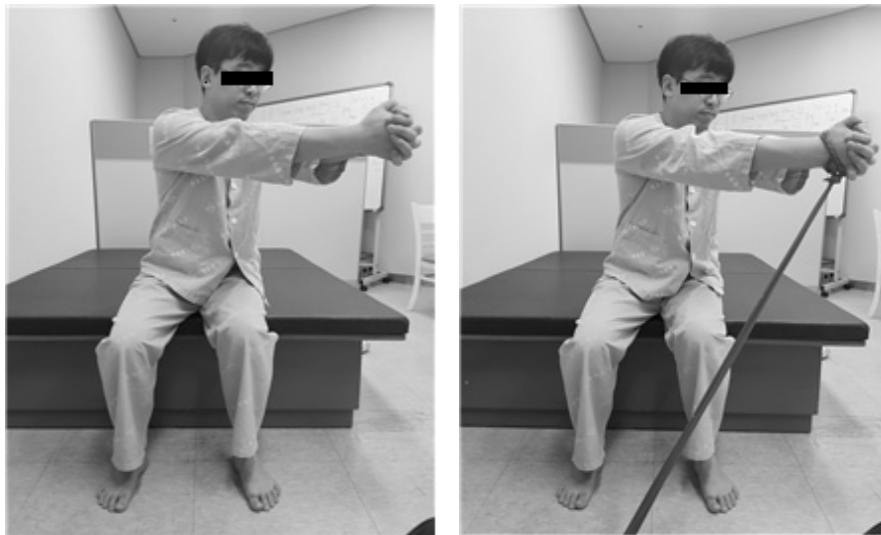


Fig.4 . Reaching on sitting.

### 5. 균형판 위에 앉은 자세에서 팔 뻗기 훈련

- 1) 엉덩이에 균형판을 대고 양손은 깍지를 끼고 양발을 지면에 닿게 한 후 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 비 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기를 실시
- 2) 엉덩이에 균형판을 대고 양손은 깍지를 끼고 양발을 지면에 닿게 한 후 신체 배열이 깨지지 않는 선까지 손상 측으로 체간 회전과 팔 뻗기를 실시
- 3) 팔 길이 1.5배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 1)을 실시
- 4) 팔 길이 1.5배가 되는 탄력밴드를 손에 묶고 양발 사이의 중앙에 고정점을 두고 2)를 실시
- 5) 위의 훈련 내용에서 2)와 4)를 실시한 후에는 각각 1분의 휴식

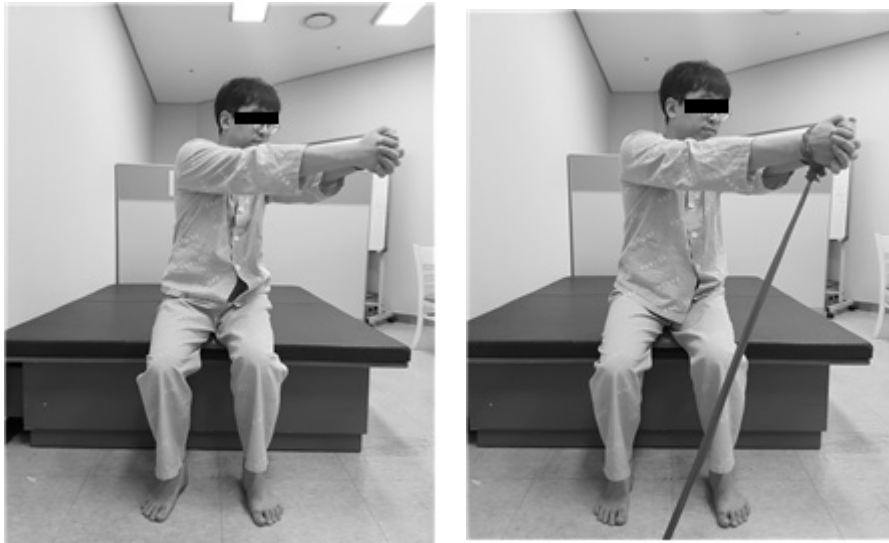


Fig. 5. Reaching on sitting with balance pad.