

시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동이 급성기 뇌졸중 환자의 체간 조절, 근력 및 균형에 미치는 효과: 무작위 대조군 예비연구

정경만[†]

원광대학교 의과대학병원 물리치료실

Effects of Whole Body Tilt Exercise with Visual Feedback on Trunk Control, Strength, and Balance in Patients with Acute Stroke: a Randomized Controlled Pilot Study

Kyeong-Man Jung, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Wonkwang University School of Medicine and Hospital

Received: August 10, 2018 / Revised: August 14, 2018 / Accepted: September 16, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was conducted to determine the effects of whole-body tilt exercise with visual feedback on trunk control, strength, and balance in patients with acute stroke.

METHODS: The study included 18 patients with acute stroke who were randomly allocated to a Whole Body Tilt Exercise Group (WBTEG, N=9) and a General Trunk Exercise Group (GTEG, N=9). The WBTEG conducted whole-body tilt exercises with visual feedback, and the GTEG performed general trunk exercises. Both groups performed the exercises five times a week for 4 weeks. Outcomes were assessed using the trunk impairment scale (TIS), the trunk

flexor and extensor strength test, the static balance test, and the Brunel Balance Assessment.

RESULTS: After 4 weeks of intervention, both groups showed significantly improved TIS scores, muscle strength, and balance components ($p < .05$ in both groups). However, the improvement in TIS, muscle strength, and static balance in the WBTEG was significantly better than that in the GTEG ($p < .05$).

CONCLUSION: Although both groups in this study showed post-intervention improvement, patients from the WBTEG who received visual feedback demonstrated more improvement. These findings indicate that whole-body tilt exercise with visual feedback may be effective at improving trunk control, trunk muscle strength, and balance in patients with acute stroke. Further studies are needed to gain a better understanding of the effectiveness of whole-body tilt exercise in patients with acute stroke.

Key Words: Acute stroke, Balance, Exercise, Trunk, Visual feedback

[†]Corresponding Author : Kyeong-Man Jung

future1347@naver.com, <https://orcid.org/0000-0003-1607-2562>

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

뇌졸중은 뇌혈관이 갑작스럽게 막히거나 터져서 발생하는 뇌혈관 질환으로 손상 정도와 부위에 따라 신체에 다양한 신경학적 장애를 초래한다(Prange et al., 2006). 뇌졸중 후 마비측 체간 근력의 약화와 고유수용성감각 저하는 체간 움직임의 불균형을 초래하고 비대칭적인 자세를 유발해 기능적 활동들을 방해하는 주요 인자로 작용한다(Dickstein et al., 2004). 뇌졸중 환자의 다양한 체간 문제들은 독립적인 체간 수행력을 감소시켜(Karatas et al., 2004), 일어서고 앉거나 보행 등과 같이 균형이 요구되는 일상생활활동에 장애를 유발해 환자의 삶의 질을 저하시킨다(Dickstein et al., 2000). 대부분의 뇌졸중 환자들은 중력과 관련해 체간의 독립적인 움직임을 습득하는데 상당한 시간과 노력이 필요한데, 특히 발병 초기에 많은 어려움을 호소한다(Jang and Kim, 2016).

체간 조절(trunk control)은 신체를 수직선 상에 똑바로 세우고 체중 이동을 적절하게 조절하거나, 또는 정적 및 동적 자세 조절이 요구되는 동안 기저면 내에 무게중심이 유지할 수 있도록 하는 몸통 근육의 선택적인 조절 능력이다(Verheyden et al., 2004). 뇌졸중 발병 초기에 체간 조절능력 정도는 향후 기능적 회복 정도를 예측할 수 있는 중요 인자로 사용되며, 기능적 회복의 향상을 위해 발병 초기부터 적극적인 체간 조절능력에 대한 재활이 필요하다(Cabanas-Valdes et al., 2013). 그러나 많은 연구에서는, 체간 조절능력이 균형과 보행능력에 밀접한 관련이 있음에도 불구하고 대부분의 재활치료의 중심이 상지와 하지에 초점을 맞추는 연구가 진행되고 있다(Pollock et al., 2007; Van peppen et al., 2004). 따라서 최근에는 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 조절능력 향상에 대한 중요성이 강조되고 있으며(Choi and Jung, 2017; Verheyden et al., 2009), 발병 초기부터 집중적인 체간 훈련 운동이 시행되고 있다(Verheyden et al., 2006). 급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 체간 조절능력 향상을 위한 선행 연구들을 보면, 체간 움직임을 반복 훈련하여 선택적 움직임을 훈련하는 방법

(Bayouk et al., 2006; Kim et al., 2012), 불안정한 지지면을 제공하여 더 많은 체간 근육들을 동원하는 방법(Yoo et al., 2014), 균형운동 기구를 이용한 방법(Chen et al., 2002; Goljar et al., 2010)이 보고되고 있다. 그러나 이러한 운동방법들은 대부분 누운 자세나 앉은 자세에서 수행되어 앉은 자세에서 체간 조절능력과 균형능력의 향상은 보고되었지만(Akuthota et al., 2004), 보행의 전 단계인 기립상태에서의 균형능력과 체간 근력에 미치는 영향은 제시하지 못하였다(Verheyden et al., 2009). 또한 체간 훈련 프로그램이 일반적 재활운동프로그램과 중복되는 경우가 많아 흥미와 동기부여가 저하될 수 있다(Cabanas-Valdes et al., 2013; Saeys et al., 2012).

최근에는 신체를 원하는 각도로 기울일 수 있는 3차원 특수운동 장비를 이용해 다양한 각도에서 중력을 저항으로 이용하는 연구들이 보고되고 있다(Anders et al., 2008; Kim et al., 2010; Kim and Kim, 2009). Anders 등(2008)은 신체를 5°, 30°, 60°, 90°로 기울인 상태에서 체간 근육의 근 활성도를 각도별로 측정하고 결과 토크 크기가 9%, 50%, 87%, 100%까지 증가한다고 하였다. 뇌졸중 발병 이후 자세조절에 문제를 가진 환자들에게 시각적 피드백훈련은 자세의 대칭성을 향상시켜 체중 지지 능력과 기립 상태를 올바르게 하는데 긍정적인 효과가 있다고 하였다(Yang et al., 2015). Kang과 Oh(2012)는 편측 무시가 있는 뇌졸중 환자 3명을 대상으로 전신기울기 훈련을 적용하여 기울어진 방향과 각도에 따라 체간과 머리를 수직방향으로 바르게 세우려는 과정을 통해 신체는 고유수용성감각과 신경근 조절능력 및 안정화 증진으로 자세적 감각이 증가하게 되어 편측 무시가 있는 뇌졸중 환자의 시 지각 기능과 균형능력이 향상되었음을 보고하였다. 시각적 피드백은 전정, 체감각으로부터 입력되는 구심성 정보와 통합을 이루어 자세 동요를 감소시켜 균형 능력을 향상시키고(Loughlin and Redfern, 2001), 과제 정확도나 동기유발을 높여주는 긍정적인 효과를 바탕으로 사용되고 있다(Song and Park, 2016). Ko 등(2015)은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 시각적 피드백을 이용한 체평형 훈련을 주 5회 3주간 시행한 결과 이동성과 균형능력에 향상이 있었다고 보고하였다. 그럼에도 불구하고 급성

기 뇌졸중 환자를 대상으로 시각적 피드백을 통한 전신 기울기 운동에 대한 연구는 아직까지 미흡하다. 따라서 본 연구의 목적은 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동이 뇌졸중 환자의 체간 조절, 근력 및 균형능력에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 뇌졸중으로 입원한 편마비 환자 18명을 대상으로 하였으며, 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동군(Whole body tilt exercise group, WBTEG) 9명, 일반적 체간 운동군(General trunk exercise group, GTEG) 9명으로 무작위 배정하여 실시하였다. 무작위 배정 방법은 실험군과 대조군이 적힌 종이를 보이지 않게 접어 밀폐된 상자에 넣고 제비뽑기를 통해 해당 군에 배정하였다. 본 연구의 대상자의 선정조건은 뇌졸중으로 진단 받은 지 30일 미만인 환자 중 재발되지 아니한 자, 보행 보조도구를 사용하여 30분 동안 서 있는 것이 가능한 자(Kang and Oh, 2012), 시각장애 및 정형외과적 질환이 없는 자, 마비측 하지 경직의 등급이 MAS (modified ashworth scale)가 G2 이하인 자, 한국형 간이정신상태 검사 판별검사(MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자로 선정하였으며(Moon and Kim, 2017), 현기증이 있거나 전정기관에 이상이 있는 자는 제외 하였다.

2. 연구절차

본 연구에서 모든 대상자는 본 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적인 참여의사를 밝히고 서면으로 동의서를 작성한 자로 하였다. 모든 대상자는 중추신경발달치료에 기초한 스트레칭, 관절운동, 근력 강화, 보행 훈련 등의 물리치료와 상지와 손 기능 및 일상생활동작훈련 등에 기초한 작업치료를 각각 일 1회 30분씩 실시하였고, 추가적으로 실험군에는 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동과 대조군에는 일반적 체간 운동을 각각 30분씩 일 1회, 주 5회, 4주, 총 20회 실시하였다(원광대학교병원 기관생명윤리위원회, 승인번호: WKUH 201607-HR-075).

3. 운동 중재

1) 시각적 피드백을 이용한 전신기울기 운동

본 연구에서 사용한 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동기구는 정적 체 평형검사 및 전신 기울기 운동이 가능한 SpaceBalance 3D (SpaceBalance 3D, Cyber medic Co, Republic of Korea)를 사용 하였다. 이 장비는 족압을 측정하는 발판부, 균형 측정이나 운동 시 골반을 움직이지 못하도록 하여 고정시키는 골반조임 링, 전후방 및 좌우 각도에 대한 체간 중심의 변화를 감지하는 센서, 시각적 정보를 화면으로 보여주는 모니터 및 전신 기울기에 대한 각도를 제한할 수 있는 플랜저 등으로 구성된다. 발판에 내장된 두 개의 무선 지면 반발력 장치는 4정점의 체중 분포도와 센서를 통한 전신 기울기 각도에 대한 정보는 실시간으로 컴퓨터로 전송되어 처리 후 컴퓨터 모니터를 통해 표시된다. 운동의 시작 자세는 전방의 모니터를 주시하고 똑바로 선 자세에서 비 마비측 팔로 마비측 팔을 감싸고 가슴에 밀착시켜 고정하였다. 대상자는 모니터에 나오는 시각적 과제를 수행하기 위해 전신을 기울여 해당 운동을 시행하였다. 모니터에는 신체가 기울어지는 각도와 방향이 표시되어 대상자에게 과제를 수행할 수 있는 시각적 환경을 제공하였다. 운동 프로그램은 게임모드 19개 중 본 연구에 적합한 3개의 프로그램을 선정하여 각 10분씩 총 30분, 1일 1회, 주 5회 총 4주간 실시 하였다. 운동 프로그램은 다음과 같다. 첫째, 직선운동(horizontal exercise apple game)은 좌우 운동을 유도하기 위한 게임으로 신체를 좌우로 기울여 가며 모니터에 나오는 물체를 받는 게임이다. 둘째, 수직운동(vertical exercise fruit game)은 상하 운동을 유도하기 위한 게임으로 신체를 상하 방향으로 기울여 가며 모니터에 나오는 물체를 받는 게임이다. 셋째, 시상면, 전두면, 횡단면의 3D 환경의 랜덤 운동을 유도하기 위한 게임으로 신체를 3차원 방향으로 기울여 가며 모니터에 나오는 물체를 받는 게임이다. 모든 훈련은 과제를 성공하면 운동능력(exercise ability)이 향상되며 실패하면 운동능력이 감소(non. ability)된다. 각 운동프로그램의 난이도는 1~10단계로 구성되어 있으며, 운동 수행률(exercise

ability)이 75%를 넘으면 다음 운동 시 1단계를 상향하는 것으로 하여 최종 10단계를 최고 수준의 난이도로 하였다. 전신 기술키 운동범위는 환자의 안전을 위해 전, 후, 좌, 우 각각 20° 이내로 제한 하였다.

2) 일반적인 체간 운동(General trunk exercise)

일반적인 체간 훈련 운동은 Verheyden 등(2009)의 운동 방법을 본 연구에 맞게 이용하였다. 운동프로그램은 총 4가지로 구성되며 다음과 같다. 첫째, 양팔을 가슴에 밀착하고 요부를 중심으로 체간 굴곡과 신전 운동을 실시하였다. 둘째, 좌, 우측을 번갈아 가며 머리와 어깨가 측방 굴곡되고 다시 원위치로 되돌아 오는 측방 굴곡 운동을 실시하였다. 셋째, 양팔을 가슴에 밀착하고 상부와 하부 체간이 서로 반대방향으로 회전하면서 움직일 수 있는 체간 상부 및 하부 회전 운동을 실시하였다. 넷째, 양손을 깎지 낀 상태에서 전방으로 팔 뻗기와 좌, 우측으로 팔 뻗기를 실시하였다. 모든 운동의 범위는 30도 범위 안에서 본인이 원위치로 되돌아 올 수 있는 범위를 설정하여 진행하였다. 각 운동은 7분씩 진행하였고 중간에 1회만 2분 휴식 시간을 갖도록 하여 총 30분으로 구성하였다.

4. 평가방법

1) 체간 조절 능력 검사

체간 조절능력을 평가하기 위해 체간 손상 척도(Trunk Impairment Scale, TIS)를 사용 하였다. Verheyden 등(2004)에 의해 만들어진 체간 손상 척도는 17개의 항목으로 구성되어 있고 앉은 상태에서의 정적, 동적 조절 능력과 협응을 평가하는 도구이다. 최소 0점에서 최고 23점으로 이루어져 있으며 높은 점수를 획득 할수록 체간 조절 능력이 좋음을 의미한다. 검사자간 신뢰도는 $r=.87-.96$, 검사자내 신뢰도는 $r=.85-.99$ 로 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가진다(Verheyden et al., 2007).

2) 체간 근력 검사

본 연구에서는 체간 근력을 측정하기 위해 체간 굴곡과 신전을 휴대용 근력측정기(Power Track II Commander

hand-held dynamometer, JTech Medical, USA)를 사용하여 측정하였다(Thorborg et al., 2013). 대상자들은 두 발이 지면에 닿고 무릎과 고관절이 90도 굴곡된 앉은 자세에서 체간 굴곡과 신전에 대한 최대 수축을 5초간 실시 한 후 최대값을 기록하였고, 총 3회 반복 후 얻어진 값을 평균화 하였다. 측정 방법으로 검사자는 체간 굴곡 측정 시 근력측정기를 검사돌기에 위치시켰고, 신전 근력 측정 시 흉추 1번 극돌기 위에 위치시켜 최대 근력 측정을 실시하였다. 근력 측정 시 대상자의 신체에 타올을 이용하여 압박에 대한 통증과 불편감을 최소화 하였다. 측정 간 30초간의 휴식 시간을 제공하였다. 단일 검사자에 의한 검사-재검사에서 측정자 내 신뢰도는 $ICC=.79-.94$ 이다(Knols et al., 2009).

3) 균형검사

(1) 정적 균형능력 검사

정적 균형능력의 측정은 SpaceBalance 3D를 사용하여 기립한 상태에서 측정하였다. 검사는 각각 20초씩 소요되며 Balance Posture Ratio (BPR) 점수는 A~E구역(zone)의 비율(ratio)에 가중치(A=100%, B=80%, C=60%, D=40%, E=20%)를 점수로 계산하고 최대 점수는 100점, 최저 점수는 20점이다. SpaceBalance 3D의 정적 균형평가에서 급간 내 상관 계수는 눈을 뜬 조건 $ICC=.79$, 눈을 감은 조건 $ICC=.72$, 화면이 차단된 조건 $ICC=.77$ 로 세 가지 조건 모두 중등도의 상관계수를 보였다(Choi et al., 2012). 본 연구에서는 3가지 균형능력 측정값을 평균화 하여 사용하였다.

(2) Brunel 균형 검사

Brunel 균형 검사(Brunel Balance Assessment, BBA)를 이용해 균형능력을 평가하였다. 뇌졸중 이후의 균형능력 저하를 측정하는데 간편하게 사용되는 도구이며, 균형 능력 정도는 팔을 지지한 자세로 앉아 있기부터 한 발로 서서 자세를 바꾸는 동작처럼 어려운 기술을 요하는 넓은 수행능력 범위를 갖는다. 총 12개의 수행 동작들이 순서대로 나열되어 있으며 각각의 균형능력을 수행할 수 있으면 그 점수를 측정하였다. 1점부터 3점은 앉은 자세를 유지하는 집단이며, 4점에서 6점은

Table 1. General Characteristics of Subjects

Characteristics	Pre-treatment		χ^2/z (p)
	WBTE ^a group (n=9)	GTE ^b group (n=9)	
Gender (male/female)	6/3	4/5	1.14 (.29)
Affected side (left/right)	5/4	5/4	.29 (.59)
Onset duration (day)	18.71±1.59 ^c	17.86±1.54	-1.19 (.85)
Age (year)	61.33±4.89	64.22±5.67	-1.19 (.23)
Body weight (kg)	65.11±7.40	64.33±4.69	-.08 (.93)
MMSE-K (score)	25.86±1.87	25.71±.85	-1.43 (.19)

^aWhole Body Tilt Exercise, ^bGeneralTrunkExercise, ^cMean±Standard Deviation, * $P<.05$.

Table 2. Change in Pre-post Trunk Impairment Scale

TIS ^a (score)	WBTE ^b group (n=9)	GTE ^c group (n=9)	z	p
Pre	11.66±1.32 ^d	11.00±2.00	-.59	.55
Post	18.77±1.78	14.66±1.73	-3.16	.00*
Change	7.11±2.08	3.66±1.50	-2.91	.00*
z	-2.71	-2.68		
p	.00*	.00*		

^aTrunk Impairment Scale, ^bWholeBodyTiltExercise, ^cGeneralTrunkExercise, ^dMean±Standard Deviation, * $P<.05$

획득하는 집단은 서서 균형 잡기 집단이고, 7에서 12점을 획득하는 집단은 걷기가 가능한 집단이다(Tyson and DeSouza, 2004).

5. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 19.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구 대상자들의 일반적인 특성은 기술분석을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, 동질성 검정을 위해 명목척도는 χ^2 과 순서척도는 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 이용하였다. 두 군간 비교를 위해서 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 이용하였고, 군 간 중재 전후를 비교하기 위해 비모수 검정 방법인 윌콕슨 부호순위(Wilcoxon Signed-ranks) 검정을 이용하였고, 두 군별 각 측정 변수들의 중재 전후 비교와 중재 전후 변화량을 비교하기 위해 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 하였다. 통계적 유의 수준 α 는 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자는 총 18명으로 실험군 9명, 대조군 9명이었다. 중재 전에 두 군간 일반적 특성은 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 1).

2. 두 군간 중재 후 체간 조절 능력 수준 비교

전신 기울기 운동군에서는 중재 후 유의한 증가를 보였으며($p<.05$), 일반적 체간 운동군에서도 중재 후 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 그러나 운동 방법에 따른 체간 손상 척도의 변화량 차이는 전신 기울기 운동군이 일반적 체간 운동군 보다 유의하게 큰 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 2).

3. 두 군간 중재 후 체간 근력 수준 비교

전신 기울기 운동군에서는 중재 후 유의한 증가를 보였으며($p<.05$), 일반적 체간 운동군에서도 중재 후

Table 3. Change in Pre-post Trunk Flexion and Extension Muscle Strength

Muscle Strength (N)		WBTE ^a group (n=9)	GTE ^b group (n=9)	z	p
Trunk flexion	Pre	128.35±22.80 ^c	119.44±16.54	-0.97	.33
	Post	169.33±23.79	137.00±18.50	-2.60	.00*
	Change	40.97±13.42	17.55±8.29	-3.22	.00*
	z	-2.66	-2.66		
	p	.00*	.00*		
Trunk extension	Pre	159.11±21.96	141.11±15.62	-0.92	.35
	Post	196.66±30.54	167.44±17.65	-2.20	.02*
	Change	51.22±23.02	26.55±11.78	-2.34	.01*
	z	-2.66	-2.66		
	p	.00*	.00*		

^aWhole Body Tilt Exercise, ^bGeneralTrunkExercise, ^cMean±Standard Deviation, * $P<.05$.

Table 4. Change in Pre-post Balance Ability

Balance ability (score)		WBTE ^a group (n=9)	GTE ^b group (n=9)	z	p
Static Balance (3D)	Pre	67.66±18.25 ^c	70.55±9.44	-0.22	.82
	Post	86.12±8.43	79.88±8.35	-1.54	.12
	Change	18.45±13.94	9.44±3.77	-1.99	.05*
	z	-2.66	-2.66		
	p	.00*	.00*		
BBA	Pre	6.88±1.61	6.78±1.09	-0.09	.92
	Post	10.22±.97	9.22±1.39	-1.61	.10
	Change	3.44±1.50	2.44±.72	-1.53	.12
	z	-2.68	-2.75		
	p	.00*	.00*		

^aWhole Body Tilt Exercise, ^bGeneralTrunkExercise, ^cMean±Standard Deviation, * $P<.05$.

유의한 증가를 보였다($p<.05$). 그러나 운동 방법에 따른 체간 근력 수준의 변화량 차이는 전신 기울기 운동군이 일반적 체간 운동군 보다 유의하게 큰 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 3).

4. 두 군간 중재 후 균형능력 수준 비교

정적 균형 수준 비교에서 전신 기울기 운동군에서는 중재 후 유의한 증가를 보였으며($p<.05$), 일반적 체간 운동군에서도 중재 후 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 그러나 운동 방법에 따른 정적 균형 수준의 변화량 차이는 전신 기울기 운동군이 일반적 체간 운동군 보다 유의

하게 큰 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 4). BBA 수준 비교에서 전신 기울기 운동군에서는 중재 후 유의한 증가를 보였으며($p<.05$), 일반적 체간 운동군에서도 중재 후 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 그러나 운동 방법에 따른 BBA 수준의 변화량 차이는 두 군간 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 4).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동이 급성기 뇌졸중 환자의 체간 조절, 근력, 균형

능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 실시한 것이었다. 이를 위해 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 실험군은 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동을 대조군은 일반적 체간 훈련운동을 실시하였다. 본 연구의 결과 실험군에서는 체간 조절능력, 체간 굴곡과 신전 근력, 정적 균형과 BBA 수준이 향상되었고, 대조군에서도 체간 조절능력, 체간 굴곡과 신전 근력, 정적 균형과 BBA 수준이 향상되었다. 두 집단 간 변화량 차이를 비교한 결과 체간 조절능력, 체간 굴곡과 신전 근력, 정적 균형 수준에서 실험군이 대조군 보다 더 큰 증가를 보였다.

Ko 등(2015)은 급성기 뇌졸중 환자 52명을 실험군과 대조군으로 나누어 일반적인 물리치료를 시행한 후 실험군만 추가적으로 SpaceBalance 3D를 이용해 시각적 피드백을 통한 전신 기울기 운동을 1일 30분, 주 5회, 총 3주간 적용한 결과 두 군 모두 BBS, TUG, PASS에서 중재 후 유의한 호전을 보였으나, 군 간 변화량 비교에서 차이가 없었다. 본 연구에서도 중재 전후 비교에서 정적균형, BBA, 체간 조절 능력이 향상되어 선행 연구와 유사한 결과를 보였다. 그러나 본 연구의 정적균형에 대한 변화량 비교에서 실험군이 더 큰 증가를 보였다. 이는 선행연구가 중재기간이 3주로 짧았으며 3가지 면에서의 운동은 제공 되었지만 환자의 수행력에 맞는 난이도 상향이 이뤄지지 않은 반면 본 연구에서는 4주간 중재 기간과 운동 수행력에 따른 난이도 증가를 통해 훈련의 강도를 환자 수준에 맞게 상향하였다. 이는 환자로 하여금 운동에 대한 적극적인 참여와 동기유발을 높여 운동의 효과가 발생된 것으로 생각된다.

본 연구에 사용된 SpaceBalance 3D는 기립이 불안정한 환자를 대상으로 골반을 안전하게 고정된 상태에서 전신 기울임과 회복과정을 상체의 능동적인 움직임을 통해 수행함으로써 체간 근육의 원심성, 구심성, 등척성 수축이 자연스럽게 유발되고 신경근 조절 능력이 향상되어 체간 조절, 체간 근력, 균형능력이 향상된 것으로 생각된다. Kang과 Oh (2012)는 편측 무시와 균형 장애가 있는 뇌졸중 환자 3명을 대상으로 전신 기울기 훈련을 적용한 단일사례연구에서 모든 대상자는 중재를 수행하기 않은 기초선 보다 중재를 수행하는 중재기간 동안에 균형능력과 편측 무시가 개선되는 결과가 나타

나 편측 무시와 균형 장애를 호소하는 뇌졸중 환자에게 전신 기울기 운동이 효과적인 중재방법으로 사용될 수 있다고 하였다.

체간 움직임은 고유수용성 감각, 자세적 감각(postural sense), 체간의 신경 근 조절력을 향상 시키는 중요한 요소인데, 특히 신체 기울기 조절을 통한 체간 훈련은 중력이 저항으로 작용하기 때문에 체간의 안정화가 자연스럽게 유발될 수 있다(Hasselbach-Heitzeg and Reuter-Lorenz, 2002). Anders 등(2007)은 신체를 사방으로 기울여 근 활성도를 측정할 결과 모든 방향에서 기울어진 반대 방향의 근육들이 활성화 되었는데, 특히 복근은 type 1의 근 섬유가 적게 분포하기 때문에 근 활성도가 가장 높게 나타났다고 하였다. Kim 등(2011)은 요통 진단을 받은 20대 초반의 대학생 34명을 대상으로 3차원 요부 안정화 운동과 짐볼을 이용한 요부 안정화 운동을 1일 30분, 주2회, 5주 동안 시행한 후 비교한 결과 3차원 요부 안정화 운동군에서 심부 근육이 더 효과적으로 강화되고 체중이동능력과 자세동요가 감소되어 균형능력이 향상되었다고 보고하였다. Kim (2008)은 만성 뇌졸중 환자 46명을 두 군으로 나누어 체간 안정화 운동과 일반적 균형운동을 1일 30분, 주3회, 7주간 적용한 후 두 군에서 체간 굴곡 근력이 유의하게 증가하는 양상을 보였는데, 이러한 결과로 체간 근육에 선택적인 근력강화 방법 외에도 자세 유지를 위한 균형 운동시에도 체간 근육이 강화될 수 있음을 알 수 있었다. Karatas 등(2004)은 38명의 편마비 환자와 40명의 정상 성인을 대상으로 체간 굴곡, 신전 근력과 균형 능력 척도인 BBS와 상관성을 알아본 연구에서 체간 근력과 BBS사이에 상관성이 확인 되었고, 뇌졸중으로 인해 체간 근력이 저하되면 균형과 안정성에 방해를 받는다고 하였다. 본 연구의 결과 중재 후 실험군에서 체간 굴곡, 신전 근력이 유의하게는 증가하였는데 이는 기립한 상태에서 균형을 유지하기 위해 전신을 기울이고 다시 원위치로 회복하는 과정 동안 체간 근육의 구심성, 원심성, 등척성 수축을 통해 체간 근력이 유의하게 향상된 것으로 사료된다.

체간 안정화 근육은 척추 안정성을 위해 활동하는데 특정 개개의 근육의 기능이 중요하다고 하기 보다는

소근육과 대근육의 적절한 조화가 중요하다(Stevens et al., 2006). 또한 본 연구에서는 전신 기울기 각도에 대한 정보가 화면에 표시되어 운동 시 시각적 피드백 정보를 제공하였는데, 다양한 연구에서 시각적 피드백을 통한 기립 균형 운동이 건축과 환측의 좌우 대칭성과 균형 능력을 향상시켜 보행능력을 개선하는 효과가 있어 중재 방법으로 강력하게 권장되고 있다(Van Peppen et al., 2006). 본 연구에서 전신 기울기에 대한 시각적 정보를 통해 다양한 방향으로 선택적이고 능동적 체간 움직임을 촉진할 수 있었으며, 체간 움직임과 관련된 다양한 고유수용성 감각이 활성화 되어 체간 조절과 균형능력이 향상된 것으로 생각된다. 이 같이 3차원 환경의 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동은 기울어진 각도에 따라 신체를 수직선상에 정렬하고 유지 및 회복하는 과정을 통해 체간의 안정성 유도, 신경근 조절능력, 고유수용성 감각의 활성화를 통해 자세적 감각을 증진 시킬 수 있는 안전한 운동 환경을 제공할 수 있었다(Anders et al., 2008). 본 연구의 제한점은 연구대상자들의 신체 활동과 환경적 요인들은 고려하지 못하였고, 연구대상자의 수가 18명으로 모든 뇌졸중 환자에게 일반화 하는데 한계가 있으며, 장기간 추적 관찰이 어려워 장기적인 효과를 분석하는데 어려움이 있었다. 그러나 본 연구는 전신 기울기 운동의 임상 적용 가능성을 알아보고자 하는 사전연구(pilot study)였다. 향후 많은 대상자를 통한 다양한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

시각적 피드백을 이용한 훈련은 신체의 고유수용성 감각 정보를 활성화 시켜 공간에서의 지각력과 신체의 대칭성을 향상 시킬 수 있는 중재방법이다. 본 연구는 시각적 피드백을 이용한 전신 기울기 운동이 급성기 뇌졸중 환자의 체간 조절, 근력, 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 시도되었다. 그 결과, 전신 기울기 운동군과 일반적 체간 운동군에서 체간 조절, 체간 근력, 정적균형이 향상되었으며 전신 기울기 운동군에서 더 큰 개선의 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 급성기 뇌졸중 환자에게 시각적 피드백을 이용

한 전신 기울기 운동은 안전한 환경에서 체간 조절 능력, 체간 근력, 균형 능력 향상을 위한 중재 방법으로 이용될 수 있을 것이다. 향후 이 같은 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

References

- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(3 suppl 1):86-92.
- Anders C, Brose G, Hofmann GO, et al. Evaluation of the EMG-force relationship of trunk muscles during whole body tilt. *J Biomech.* 2008;41(2):333-9.
- Anders C, Brose G, Hofmann GO, et al. Gender specific activation patterns of trunk muscles during whole body tilt. *European journal of applied physiology.* 2007;101(2):195-205.
- Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res.* 2006;29(1):51-9.
- Cabanas-Valdes 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):575-92.
- Chen IC, Cheng PT, Chen CL, et al. Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med J.* 2002;25(9):583-90.
- Choi JD, Jung KM. The Effect of Active Trunk Training in Sitting Position on Balance and Energy Consumption in Early Stroke Patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2017;12(4):93-103.
- Choi JM, Lee JH, Ha HG, et al. Reliability and concurrent validity of the balance evaluation using space balance 3D and Tinetti Mobility Test in subacute stroke patients. *J of Korea Contents Association.* 2012; 12(8):264-73.
- Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, et al. Activation of flexor

- and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2000;79(3):228-34.
- Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2):261-7.
- Goljar N, Burger H, Rudolf M, et al. Improving balance in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *Int J Rehabil Res.* 2010;33(3):205-10.
- Hasselbach-Heitzeg MM, Reuter-Lorenz PA. Egocentric body-centered coordinates modulate visuomotor performance. *Neuropsychologia.* 2002;40(11):1822-33.
- Jang JY, Kim SY. Effects of Trunk Control Exercise Performed on an Unstable Surface on Dynamic Balance in Chronic Stroke Patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(1):1-9.
- Kang TW, Oh DW. Treatment of hemispatial neglect in patients with post-hemiparesis: a single-subject experimental design study using a whole-body tilt exercise plus mental practice. *NeuroRehabilitation.* 2012;31(2):197-206.
- Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, et al. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(2):81-7.
- Kim BH, Lee SM, Bae YH, et al. The effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2012;24(6):519-22.
- Kim CY. The effects of a trunk stability exercise on trunk strengthening, dynamic balance and walking in the persons with chronic stroke. Master's Degree. Sahmyook University. 2008.
- Kim DH, Kim SS. The short term effect of early 3-dimension lumbar stabilization exercise after lumbar microdiscectomy. *KJSM.* 2009;27(1):47-52.
- Kim GY, Ahn CS, Kim SS. The Effects of 3-Dimensional Lumbar Stabilization Exercise have an effect on the improvement of pain and static or dynamic balance ability in 20's age group with Low Back Pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2011;6(2):235-46.
- Kim SH, Yu BG, Lee WH. Effects of Spinal Stabilization Exercise on the Cross Section Area of the Lumbar Multifidus, Lumbar Muscle Strength and Pain of Patients with Low Back Pain. *KSSIS.* 2010;40(2):527-36.
- Knols RH, Aufdemkampe G, De Bruin ED, et al. Hand-held dynamometry in patients with haematological malignancies: Measurement error in the clinical assessment of knee extension strength. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:31.
- Ko YJ, Ha HG, Bae YH, et al. Effect of space balance 3D training using visual feedback on balance and mobility in acute stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(5):1593-6.
- Loughlin PJ, Redfern MS. Spectral characteristics of visually induced postural sway in healthy elderly and healthy young subjects. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2001;9(1):24-30.
- Moon SJ, Kim TH. Effect of three-dimensional spine stabilization exercise on trunk muscle strength and gait ability in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2017;41(1):151-9.
- Pollock A, Baer G, Langhorne P, et al. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke: A systematic review. *Clin Rehabil.* 2007;21(5):395-410.
- Prange GB, Jannink MJ, Groothuis-Oudshoorn CG, et al. Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2006;43(2):171-84.
- Saeyns W, Vereeck L, Truijten S, et al. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair.* 2012;26(3):231-8.
- Song GB, Park EC. Comparison of the Effects of Task-oriented

- training and Virtual reality training on upper extremity function, balance ability, and depression in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(1):115-25.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:75.
- Thorborg K, Bandholm T, Hölmich P. Hip-and knee-strength assessments using a hand-held dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(3):550-5.
- Tyson SF, DeSouza LH. Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(7):801-10.
- Van Peppen RP, Kortsmits M, Lindeman E, et al. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2006;38(1):3-9.
- Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee, et al. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. *Clin Rehabil.* 2004;18(8):833-62.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The trunk impairment scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(13):326-34.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, et al. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil.* 2007;21(5):387-94.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijens S, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: A pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(3):281-6.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijens S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):451-8.
- Yang YR, Chen YH, Chang HC, et al. Effects of interactive visual feedback training on post-stroke pusher syndrome: a pilot randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2015;29(10):987-93.
- Yoo JS, Jeong JR, Lee WH. The Effect of trunk stabilization exercise using an unstable surface on the abdominal muscle structure and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):857-9.