

게임 기반의 자세수직 훈련이 급성 뇌졸중 환자의 밀기행동, 자세조절, 그리고 일상생활동작에 미치는 영향: 사전연구

안창만¹, 노정석², 김택훈², 최홍식², 최규환³, 김경모⁴
¹전북대학교병원 물리치료실, ²한서대학교 물리치료학과,
³안산대학교 물리치료과, ⁴대전보건대학교 물리치료과

Effects of Game-based Postural Vertical Training on Pusher Behavior, Postural Control, and Activity of Daily Living in Patients With Acute Stroke: A Pilot Study

Chang-man An¹, PhD, PT, Jung-suk Roh², PhD, PT, Tack-hoon Kim², PhD, PT, Hyoung-sik Choi², PhD, PT, Kyu-hwan Choi³, PhD, PT, Gyoung-mo Kim⁴, PhD, PT

¹Department of Physical Therapy, Chonbuk National University Hospital

²Department of Physical Therapy, Hanseo University

³Department of Physical Therapy, Ansan University

⁴Department of Physical Therapy, Daejeon Health Institute of Technology

Abstract

Background: Visual and somatosensory integration processing is needed to reduce pusher behavior (PB) and improve postural control in hemiplegic patients with acute stroke.

Objects: This study aimed to investigate the effects of game-based postural vertical training (GPVT) on PB, postural control, and activity daily living (ADL) in acute stroke patients.

Methods: Fourteen participants with acute stroke (<2 months post-stroke) who had PB according to the Burke lateropulsion scale (BLS) (score>2) were randomly divided into the GPVT group (n₁=7) and conventional postural vertical training (CPVT) group (n₂=7). The GPVT group performed game-based postural vertical training using a whole-body tilt apparatus, while the CPVT group performed conventional postural vertical training to reduce PB (30 minutes/session, 2 times/day, 5 days/week for 3 consecutive weeks). The BLS was evaluated to assess the severity of PB. And each subject's postural control ability and ADL level were assessed using the postural assessment scale for stroke (PASS), balance posture ratio (BPR), and Korean-modified Barthel index (K-MBI). Outcomes were measured pre- and post-intervention.

Results: Comparison of the pre- and post-intervention assessment results showed that both interventions led to the following significant changes: decreased severity of PB scores and increased PASS, BPR, and K-MBI scores (p<.05). In particular, statistical analysis between the two groups, the BLS score was significantly decreased in the GPVT group (p<.05). And PASS, BPR, and K-MBI scores were significantly improved in the GPVT group than in the CPVT group (p<.01, respectively).

Conclusion: This study demonstrated that GPVT lessened PB severity and improved postural control ability and ADL levels in acute stroke patients.

Key Words: Game-based postural vertical training; Postural control; Pusher behavior; Stroke.

I. 서론

뇌졸중 발병 후 대부분의 편마비 환자들은 중력에 대항하여 앉거나 서는 등의 직립자세를 유지하기 위하여 그들의 무게중심을 비마비측 방향으로 이동하는 새로운 자세조절 전략을 사용한다(Nardone 등, 2009). 또한 넘어지지 않기 위하여 비마비측 상지로 무언가를 잡아당겨 자세를 유지한다(Karnath와 Broetz, 2003). 하지만 이러한 일반적인 자세조절 전략과 다르게 일부 편마비 환자의 경우 직립자세를 유지하는 동안 마비측 방향으로 중심선(mid line)이 기울어져 있고, 비마비측 상지를 이용하여 스스로를 마비측 방향으로 밀어내어 균형을 잃는 경우가 관찰되었다(Davies, 1985). 그리고 기울어진 중심선을 바로잡기 위한 외부의 힘에 대해서도 그들은 왜곡된 자세로 더욱 저항하는 양상을 보였다. 이러한 일반적이지 않은 자세조절 전략을 갖는 뇌졸중 환자를 1985년 Davies가 처음으로 밀기 증후군(pushers syndrome)이라고 명명하였다.

일반적으로 밀기 증후군의 유병율은 전체 뇌졸중 환자 4명중 1명에 해당되는 26.9%이며, 주로 병변 초기에 관찰되는 것으로 알려져 있다(Clark 등, 2012; Karnath와 Broetz, 2003). Karnath와 Broetz(2003)의 연구에 의하면 밀기행동(pushers behavior)은 뇌졸중 발병 6개월이 경과되면 거의 관찰되지 않으며, 국내 연구에서도 밀기행동은 발병 후 16주 이내에 걸쳐 회복되며 이후에는 거의 사라지는 것으로 보고되었다(Kim, 2009). 그럼에도 불구하고 밀기 증후군을 갖는 뇌졸중 환자의 경우 그렇지 않은 환자에 비해 심각한 자세조절 문제와 왜곡된 수직 지각력(vertical perception)으로 양호한 근력에도 불구하고 그 능력에 맞는 활동을 하는데 어려움이 있으며 재활치료의 효과도 낮은 것이 일반적이다(Krewer 등, 2013; Kwon 등, 2007). 결국 타인에 대한 높은 의존도와 낮은 일상생활 자립도로 인하여 병원에 체류하는 기간이 늘어난다(Babyar 등, 2008; Clark 등, 2012). 따라서 밀기 증후군 환자의 궁극적인 물리치료 목표는 초기에 밀기 행동을 최소화 하거나 없애 일상생활 동작 수준을 향상시키는데 있다.

외부 환경의 변화에도 인간이 중력에 대항하여 수직으로 자세를 유지할 수 있는 것은 체성감각계(somatosensory system), 시각계(visual system), 그리고 전정계(vestibular system)를 통해 공간 내에서 지속적으로 수직 지각력이 최신화(update)되기 때문이다(Barra 등, 2010). 하지만 밀

기 증후군 환자의 경우 시각계를 통해 입력되는 주관적인 시각수직 지각력(subjective visual vertical perception)은 정상인 반면, 체성감각계를 통해 입력되는 주관적 자세수직 지각력(subjective postural vertical perception)이 왜곡되어 마비측 방향으로 기울어지는 것으로 알려져 있다(Karnath 등, 2000), 즉 그들의 중심선이 지면과 수직위치에 놓일 때 왜곡된 주관적 자세수직 지각력으로 인하여 그들은 비마비측 방향으로 약 20° 가량 기울어 젤었다고 느끼게 된다(Karnath와 Broetz, 2003).

위에 제시한 밀기 증후군 발생 이전에 근거하여 회복을 위한 중재는 중력에 노출된 직립자세에서 환자 스스로 왜곡된 주관적 자세수직 지각력을 재인식하고 점차 비마비측 방향으로 중심선을 이동하는 시각 되먹임(visual feedback) 훈련이 효과적인 것으로 알려져 있다(Broetz 등, 2004; Paci와 Nannetti, 2004). 즉 정상적인 감각 처리 과정을 보이는 주관적 시각수직 지각력을 통해 왜곡되어 있는 주관적 자세수직 지각력을 재보정(recalibration)하는 것이다(Lee와 Chon, 2017; Yun 등, 2018). 시각 되먹임 훈련을 위하여 임상에서는 일반적으로 거울이나 치료실 주변 환경의 수직 구조물을 외적 참조(external reference)로 이용하며, 후자의 중재 방법은 체성감각 자극을 위하여 중력에 노출된 다양한 직립자세를 유지하거나 보행 훈련을 통해 자세조절 훈련을 실시한다(Broetz 등, 2004; Davies, 1985; Yun 등, 2018). 하지만 거울이나 주변 환경의 수직 구조물을 이용한 시각 되먹임 훈련은 제공되는 시각 정보의 양이 치료사나 환자에 주관적인 감각에 의존되기 때문에 정량적(quantitative)이지 못하고, 또한 실시간 변화되는 신체의 위치 정보를 정확하게 반영하는데 제한이 있다(Yang 등, 2015). 또한 중력에 대항하여 자세조절 능력이 저하된 밀기 증후군 환자의 자세 훈련 시 과도한 물리적 하중을 치료사가 감당해야 하는 어려움이 있다(Krewer 등, 2013).

최근 임상에서는 뇌졸중 후 저하된 기능적 능력을 향상시키기 위하여 가상현실이나 비디오 게임을 기반으로 하는 중재가 널리 적용되고 있다(Cho 등, 2012). 특히 큰 동작으로 구성되는 게임 기반의 훈련 프로그램은 균형능력이 저하된 뇌졸중 환자에서 효과적인 자세조절 전략을 학습할 수 있는 기회를 제공한다(Lange 등, 2010). 또한 게임을 기반으로 한 다양한 훈련은 예측 불가능한 시나리오로 구성되며 동시에 시각 되먹임을 제공하기 때문에 적용 받는 대상자의 흥미를 유발하여 참여를 효과적으로 유도할 수 있다(Betker 등, 2006). 체간의 안정성 향상을 위

해 개발된 전신기울기 장비는 3차원 공간 내에서 미리 설정된 기울기 각도만큼 기울여 대상자의 자세조절 훈련이 가능하다(Moon과 Kim, 2017; Shin 등, 2017). 또한 전신기울기 장비는 센서를 통해 실시간으로 대상자의 신체 위치를 모니터를 통해 제공할 수 있으며, 특히 다양한 형태의 게임 프로그램을 통해 자세조절 훈련이 가능하다(Chun 등, 2016; Moon과 Kim, 2017). 즉 선 자세에서 단단한 고정 장치를 이용하여 안전성이 확보된 상태에서 게임 프로그램을 통해 중력에 대항하여 자세조절 훈련을 통해 체성감각 자극이 가능하고, 동시에 센서를 통해 시각 되먹임이 가능해 밀기 증후군 환자의 자세수직 지각력을 재보정하는데 효과적일 것으로 기대된다. 따라서 본 연구의 목적은 밀기 증후군이 있는 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 게임 기반의 자세조절 훈련이 밀기행동, 자세조절, 그리고 일상생활동작에 미치는 영향을 알아보는데 있다. 이를 검증하기 위하여 밀기 증후군 회복을 위하여 임상에서 적용되고 있는 일반적인 자세수직 훈련과 전신 기울기 장비에서 제공하는 게임을 이용한 자세수직 훈련을 비교 검증하였다

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 J시에 위치한 대학병원에 뇌졸중으로 진단받고 입원한 환자를 대상으로 진행하였다. 대상자 선정을 위하여 버크밀기척도(Burke lateropulsion scale; BLS)를 이용하여 선별검사를 진행하였으며, 검사 결과 BLS 점수가 2점 이상인 밀기 증후군 환자를 대상으로 하였다(Babyar 등, 2009). 연구 참여를 위한 추가적인

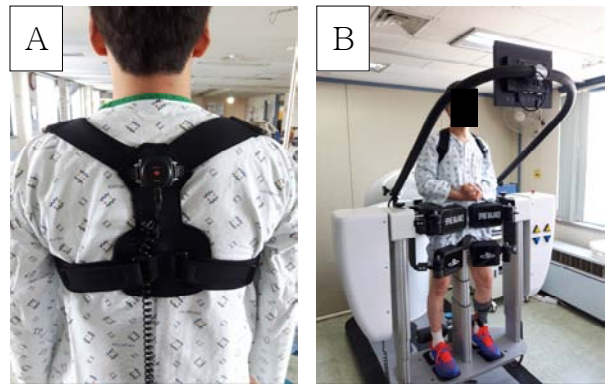


Figure 1. 3D Spine balance (A: trunk sensor, B: apparatus).

선정 조건은 뇌졸중으로 진단받고 3개월이 경과되지 않은 편마비 환자, 만 20세 이상, 80세 이하의 연령에 해당되는 성인, 한국판 간이 정신상태 검사(Korean version of mini-mental state examination; K-MMSE) 24 점 이상인 자, 고정 장치에 의지하여 30분 동안 선 자세를 유지할 수 있는 자, 전신기울기 장비를 적용 받을 수 있는 신체조건에 해당되는 자(키 >145 cm, 그리고 <195 cm, 몸무게 <150 kg)로 정하였다. 그리고 심장질환, 간질, 그리고 내과적인 질환등의 이상을 포함하여 의학적으로 불안정한 자, 뇌간 또는 소뇌에 병변이 있는 자, 편측무시로 인하여 시각 되먹임을 제공받기 어려운 자, 기타 사유로 인하여 연구자가 연구 참여에 포함되지 않는다고 판단된 자는 본 연구에서 제외하였다. 선정된 모든 대상자의 성별, 나이, 병변의 위치, 마비측 부위, 발병 기간, 편측무시의 유무 등의 인구학적 특성과 임상적 특성은 의료 차트를 통해 수집하였다. 본 연구는 IRB 심의를 거친 후, 문서로 된 환자동의서에 서명을 받은 후 진행되었다(승인번호: 201804HR02003).

Table 1. The general characteristics of participants

(N=14)

Variables	GPVT ^a group (n ₁ =7)	CPVT ^b group (n ₂ =7)	Z/χ ²
Gender (male/female)	4/3	3/4	.149
Age (years)	59.3±4.6 ^c	64.4±7.5	-1.218
Height (cm)	166.7±8.4	164.43±5.1	- .449
Weight (kg)	61.71±7.1	62.9±5.1	-.452
Type of stroke (ischemia/hemorrhage)	5/2	4/3	.213
Hemiplegic side (right/left)	1/6	0/7	.179
Onset duration (days)	31.4±7.4	29.0±6.1	-.324
K-MMSE ^d	25.9±2.1	25.4±1.9	-.480

^agame-based postural vertical training, ^bconventional postural vertical training, ^cmean±standard deviation, ^dKorean-mini mental state examination.

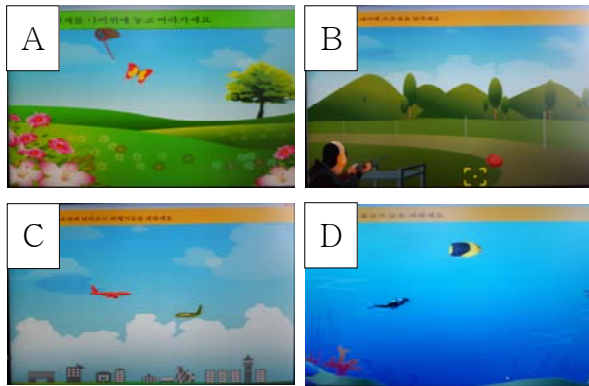


Figure 2. Game-based postural vertical training (A: chasing butterfly, B: shooting balloon, C: evading airplane, D: evading fish).

2. 연구 절차 및 방법

선정된 14명의 대상자는 게임 기반의 자세수직 훈련을 받은 실험군과 임상에서 일반적으로 적용되는 자세수직 훈련을 받은 대조군으로 각각 7명씩 무작위 배정되어 연구가 진행되었다. 실험군은 전신기울기 장비를 이용하여 게임을 통한 자세수직 훈련(game-based postural vertical training; GPVT)을 대조군은 특별한 기계적 장비를 이용하지 않고 밀기 증후군 환자의 회복을 위하여 임상에서 일반적으로 적용되는 자세수직 훈련(commonly postural vertical training; CPVT)을 실시하였다(Broetz 등, 2004; Davies, 1985).

GPVT에 적용된 게임 기반의 자세수직 훈련을 실시하기 위하여 전신 기울기 장비인 3D Spine Balance (Cybermedic Co., Iksan, Korea)를 이용하였다(Figure 1). 이 장비는 진단모드, 운동모드, 그리고 게임모드로 구성되어있으며, 본 연구에서는 게임모드를 이용하여 중재를 구성하였다. 게임모드에서는 장비의 기울기는 제공되지 않고 지면과 수직으로 고정된 상태로 진행하였으며, 제공된 게임은 “플레이 사격”, “비행기 피하기”, “나비 따라가기”, 그리고 “물고기 피하기”였으며 무작위 순서로 진행하였다(Figure 2). 훈련 시작 전 대상자가 넘어지지 않도록 단단히 고정된 후 장비의 영점 버튼을 눌러 지면과 장비가 수직위치에 바로 놓일 수 있도록 하였다. 이 후 대상자의 손을 이용한 보상을 제한하기 위하여 양 팔을 가슴높이에서 교차 시킨 상태로 정면에 위치한 모니터를 응시하며 훈련을 진행하였다. 필요한 경우 연구자는 대상자가 과제를 수행할 수 있도록 구두로 도움을 제공하였다. 제공된 게임들은 대상자가 예측

하지 못하는 상황에서 모니터에 제공되는 과제를 대상자 체간에 부착된 센서를 움직이며 수행하도록 설계되었고 주로 비마비측 방향으로 체중이동을 하도록 유도하였다. 제공된 과제의 난이도는 대상자의 수행 여부에 따라서 몸을 기울이는 범위, 움직이는 속도, 그리고 횟수를 조절하는 방법으로 높여 진행하였으며, 한번 훈련마다 8분간 게임 적용 후 2분간 휴식하여 총 3세트를 실시하였다.

CPVT군에 적용된 중재는 밀기 증후군 환자의 회복을 위하여 임상에서 널리 적용되는 자세조절 훈련을 참고하여 진행하였으며(Broetz 등, 2004), 절차는 다음과 같다. 대상자를 앉은 자세와 선 자세에서 자세를 유지하도록 하는 훈련을 진행하였으며, 이후에는 동일한 위치에서 비마비측 방향으로 체중을 이동하는 훈련을 진행하였다. 총 3단계의 치료 목표를 갖고 진행하였으며 각 단계별 목표와 절차는 다음과 같다. 1단계는 인식과정으로 정적으로 앉거나 선 자세에서 대상자 스스로 자신의 왜곡된 자세 수직지각을 인식하고 자세를 유지할 수 있게 하였다. 이를 위하여 치료실 주변의 수직 구조물이나 전신 거울을 이용하였으며 필요한 경우 연구자의 구두 설명을 제공하였다. 2단계는 앉거나 선 자세에서 동적으로 비마비측 방향으로 체중을 이동하는데 목표를 두고 진행하였다. 대상자의 비마비측 방향으로 연구자의 손 또는 특정 물체(공, 고리, 핸드폰 등)를 비마비측 상지를 이용하여 잡거나 이동하는 훈련을 통해 체중이동을 유도하였다. 필요할 경우 1단계에서 제공했던 전신거울을 이용하여 시각되먹임을 제공하였다. 3단계는 자동화 단계로 시각되먹임을 최소화하며 대상자 스스로 앉거나 선 자세에서 빠르게 자세를 유지하고 비마비측 방향으로 체중을 이동할 수 있도록 하였다. 이때 대상자에게 대화를 유도하거나 숫자를 세는 등의 이중과제를 제공하였다. 각 단계별로 중재 적용 시 난이도를 조절하기 위하여 대상자의 수행에 따라서 제공한 물리적 도움과 시각적 되먹임의 양을 최소화 하였으며, 앉은 자세에서 시작하여 점차 선 자세로 위치 변화를 유도하여 훈련을 실시하였다. 제공된 중재의 시간과 횟수는 30분씩 하루 2회, 주 5회, 3주간, 총 30회로 두 군 모두 동일하게 적용하였다.

3. 평가 도구 및 방법

중재의 유효성을 검증하기 위하여 중재 전, 후 두 번의 평가를 진행하였고, 연구자의 의도가 결과에 미치는

것을 최소화하기 위하여 훈련에 참여하지 않은 검사자가 평가에 참여하였다. 평가 도구는 중재 후 밀기 증후군 회복을 확인하기 위하여 BLS검사를 실시하였다. 또한 대상자의 자세조절 능력을 확인하기 위하여 뇌졸중 자세 평가척도(postural assessment scale for stroke; PASS) 검사와 자세균형 비율(balance posture ratio; BPR) 검사를 진행하였고, 일상생활동작 수준을 평가하기 위하여 한국판 수정된 바텔지수(Korean-modified Barthel index; K-MBI)를 검사하였다.

가. BLS 검사

BLS 검사는 총 5가지 항목(구르기, 앉기, 서기, 이동하기, 그리고 걷기)으로 구성되어 있으며, 각 항목의 점수는 0점에서 3점(단, 서기 항목은 4점)으로 검사자에 의해서 기울어져 있는 신체 위치를 바로 잡을 때 반사적 균형반응과 저항이 발생하는 위치에 따라서 점수가 배점된다(D'Aquilar 등, 2004). 총 합은 0점에서 17점까지이며, 2점 이상일 경우 밀기 증후군으로 판단할 수 있다(Babyar 등, 2009). 또한 검사의 결과에 따라서 밀기행동 없음(0-2점), 경도(3-8점), 중등도(9-12점), 그리고 중증(13-17점)의 밀기행동의 심각성 정도를 구분할 수 있다(Clark 등, 2012). 이 검사는 높은 수준의 검사자간($r=.94$), 검사자내($r=.93$) 신뢰도를 가지고 있으며(D'Aquilar 등, 2004), 특히 중재 후 밀기행동의 회복여부를 민감하게 판단하는데 유용한 검사 도구로 알려져 있다(Bergmann 등, 2016).

나. PASS 검사

PASS 검사는 총 12항목으로 뇌졸중 환자의 자세조절 능력을 측정할 수 있는 평가 도구이다(Benaim 등, 1999). 검사는 각기 다른 위치에서(눕기, 앉기, 그리고 서기) 자세유지하기 5항목과 자세변화 시키기(누웠다 일어나 앉기, 앉았다 서기, 그리고 바닥에 연필 줍기)등의 7항목으로 구성되어있다. 각 항목 당 최소 0점에서 최고 3점 배점이 가능하며 총 합은 36점이다. 점수가 높을수록 자세조절 능력이 우수하다고 판단할 수 있으며, 뇌졸중 환자의 PASS 검사 재검사 신뢰도는 .97이다(Liaw 등, 2008).

다. BPR 검사

BPR 검사는 3D Spine balance의 진단모드를 이용하여 측정하였으며, 측정된 BPR 점수를 대상자의 자세조

절 능력을 평가하는 지표로 이용하였다. 검사는 모니터가 검정색 화면으로 바뀌며 진행되는데 전, 후, 좌, 우, 그리고 대각선의 총 8개의 방향으로 2°/sec 속도로 장비를 30°까지 한 차례씩 기울인다. 8개 방향의 기울이는 순서는 무작위 순으로 기울어지며 각 방향별 최고 기울기 지점에서 5초간 정지 후 지면과 수직인 시작위치로 되돌아온다. 이때 대상자는 .1°의 분해능을 가진 체간센서를 착용한 상태로 기기의 기울임에 따라 자세를 바르게 유지하도록 지시받게 된다. BPR 점수는 정중앙의 원점을 기준으로 A부터 E까지 각 구역을 2°간격으로 나누는 후 체간 센서와 장비의 기울임 위치의 일치성을 분석하여 자동으로 계산해 수치화 된다. 점수 환산은 A구역은 100점, E구역은 20점으로 20점 단위로 배점되며, 총 시간 동안 각 구역에서 소요된 시간과 점수를 백분율로 환산하여 최저 20점에서 최고 100점으로 표시된다(Choi 등, 2012). 본 연구에서는 총 8개의 방향별 BPR 점수의 평균값을 분석에 이용하였으며, 점수가 높을수록 대상자의 자세조절 능력이 우수하다고 할 수 있다(Moon과 Kim, 2017).

다. K-MBI 검사

K-MBI 검사는 일상생활동작 자립도를 평가하는 도구로 환자의 기능회전 변화를 반영하는 평가 도구이다. 10가지의 구체적인 일상생활 활동으로 구성되어 있으며, 각 동작별로 5단계의 점수를 부여하여 100점을 만점으로 하여 0-24점은 완전 의존성, 25-49점은 최대 의존성, 50-74점은 부분 의존성, 75-90점은 약간 의존성, 91-99점은 최소 의존성, 그리고 100점은 완전 독립성을 반영한다. 이 검사의 검사자내 신뢰도는 .89, 검사자간 신뢰도는 .95로 알려져 있다(Hobart와 Thompson, 2001).

4. 분석 방법

수집된 모든 변수의 통계분석은 PASW ver. 18.0(IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성 변수 중 연속형 변수인 나이, 발병기간, 키, 몸무게, 그리고 K-MMSE의 수치는 평균±표준편차로 나타냈고, 중재 전 두군 간 통계적 유의성을 검증을 위하여 Mann-Whitney U 검정을 통해 분석하였다. 그 이외의 범주형 변수에 해당되는 성별, 뇌졸중 유형, 마비측 위치, 그리고 편측무시의 유무 등은 χ^2 검정을 통해 두 군간 차이를 분석하였다. 두 군에 각각 적용된 자세수직 훈련의 효과를

비교하기 위하여 중재 전과 후에 측정된 BLS, PASS, BPR, 그리고 K-MBI의 변화량을 Mann-Whitney U 검정을 실시하여 분석하였으며, 군내 효과 검증은 Wilcoxon's signed rank 검정을 실시하였다. 유의수준 α 는 .05로 설정하였다.

III. 결과

3주간의 자세수직 훈련이 적용되는 동안 낙상, 근골격계의 통증, 그리고 어지러움 등의 부작용으로 인하여 중도 탈락한 대상자는 없었다. 본 연구에 참여한 대상자는 14명으로 평균 연령은 GPVT군이 59.3±4.6세, CPVT군이 64.4±7.5세로 확인되었다. 기초선 검사에서 추가적인 대상자들의 일반적 특성은 표 1과 같았으며, 두 군간 통계학적 유의한 차이는 없었다($p>.05$).

중재 후, BLS 평가 결과 GPVT군($\Delta-4.71\pm.95$)과 CPVT군($\Delta-3.14\pm1.35$) 모두 중재 전에 비하여 밀기행동이 유의하게 감소하였다($p<.05$). 또한 중재 전, 후 변화량에 대한 군간 통계분석 결과 CPVT군(-33.80%)에 비하여 GPVT군(-50.86%)에서 BLS의 유의한 감소를 확인하였다($p<.05$). PASS 검사는 GPVT군($\Delta10.71\pm2.14$)과 CPVT군($\Delta5.57\pm1.19$) 모두 중재 전에 비하여 유의하게 증가하였으며($p<.05$), 변화량에 대한 군간 통계분석 결과 CPVT군(44.31%)에 비하여 GPVT군(105.62%)에서 PASS의 유의하게 증가되었음을 확인하였다($p<.01$). 또한 BPR 검사에서도 GPVT군($\Delta19.33\pm4.18$, $p<.01$)과 CPVT군($\Delta7.06\pm5.27$, $p<.05$) 모두 중재 전에 비하여 유의하게 증가하였으며, 변화량에 대한 군간 통계분석 결과 CPVT군(42.84%)에 비하여 GPVT군(14.62%)에서 BPR의 유의한 증가가 나타났다($p<.01$). K-MBI 검사에

서도 중재 후 GPVT군($\Delta23.98\pm6.27$, $p<.01$)과 CPVT군($\Delta10.97\pm6.01$, $p<.05$) 두 군 모두 유의하게 증가한 것으로 확인되었다. 변화량에 대한 군간 통계검정 결과 GPVT군(71.22%)에서 CPVT군(31.17%)에 비하여 유의한 증가를 보였다($p<.01$).

IV. 고찰

최근 게임 기반의 훈련이 재활분야에서 널리 적용되고 있으며, 특히 뇌졸중 이후 편마비 환자에서도 이러한 훈련은 효과적으로 자세조절 학습을 통해 균형능력을 향상시키는 것으로 알려져 있다(Cho 등, 2012; Lange 등, 2010). 본 연구에서는 밀기 증후군이 있는 급성기 뇌졸중 환자에게 시각피먹임이 가능한 게임 기반의 자세수직 훈련이 밀기행동, 자세조절, 그리고 일상생활 동작 수준에 미치는 영향을 알아보려고 진행하였다. 이를 검증하기 위하여 밀기 증후군 환자에게 3주간에 걸쳐 3D Spine Balance 장비를 이용하여 게임기반의 자세수직 훈련(GPVT)과 일반적인 자세수직 훈련(CPVT)을 실시하였다.

그 결과 GPVT군이 CPVT군에 비하여 BLS 점수가 통계적으로 유의하게 감소하였다. Bergmann 등(2018)은 2주간 로봇보행 장비를 이용하여 집중적인 보행훈련을 통해 자세수직 훈련을 실시한 결과 BLS 점수가 중재 전과 비교하여 4점 감소하는 결과를 보고하였다. 우리 연구에서도 3D Spine Balance의 게임 훈련을 통해 중재 전과 비교하여 BLS 점수를 4.71점 감소시키는 결과를 가져왔다. 또한 PASS, BPR, 그리고 K-MBI 점수에서는 CPVT군보다 GPVT군에서 통계적으로 유의하게 증가되었다. 이러한 결과는 게임 기반의 자세수직 훈련이 일반

Table 2. Effects of interventions in each group

(N=14)

Parameters	GPVT ^a (n ₁ =7)			CPVT ^b (n ₂ =7)		
	Pre	Post	Δ Changes	Pre	Post	Δ Changes
BLS ^c	9.26±2.21 ^d	4.57±1.62*	-4.71±.95 [†]	9.29±3.35	6.14±2.41*	-3.14±1.35
PASS ^e	10.14±2.73	22.86±3.48*	12.71±2.14 [†]	12.57±6.55	18.14±5.76*	5.57±1.19
BPR ^f	45.12±7.62	64.45±6.28**	19.33±4.18 [†]	48.29±6.21	55.35±7.12*	7.06±5.27
K-MBI ^g	33.67±8.56	57.65±9.47**	23.98±6.27 [†]	35.19±7.11	46.16±8.19*	10.97±6.01

^agame based postural vertical training, ^bconventional postural vertical training, ^cBulke lateropulsion scale, ^dmean±standard deviation, ^epostural assessment scale for stroke, ^fbalance posture ratio, ^gKorean-modified Barthel index, * $p<.05$ and ** $p<.01$ indicate a significant difference between pre and post intervention within the group, [†] $p<.05$ and [‡] $p<.01$ indicate a significant difference between the change values two groups.

적으로 임상에서 적용되는 자세수직 훈련에 비하여 병변 초기에 밀기행동과 저하된 자세조절 및 일상생활동작 수준 향상에 더욱 효과적인 증재임을 의미한다.

일반적으로 밀기 증후군 환자의 왜곡되어있는 자세 수직 지각력을 재보정하기 위하여 시각되먹임 훈련이 적용되고, 임상에서는 시각되먹임을 위하여 주로 거울이나 치료실 주변의 수직 구조물 등이 이용된다(Broetz 등, 2004; Davies, 1985). 하지만 이 경우 제공되는 시각 정보의 양이 정량적이지 못하며 거울에 비친 신체의 반대상은 자세조절을 위한 감각조직화 과정에 오히려 혼란 요인으로 작용될 수 있다는 제한점이 있다(Kisner와 Colby, 2007; Yang 등, 2015). 즉 올바른 수직 지각력을 재보정하는데 얼마만큼 체간의 위치를 이동해야 중력에 대항하여 자세가 바르게 유지되는지 환자나 치료사의 주관적인 판단에 의해서 움직이는 양이 결정되게 된다. 최근에는 이러한 제한점을 극복하기 위하여 컴퓨터로 재현되어 대상자에게 정확한 위치정보를 제공하는 자세 수직 훈련이 효과적이라는 연구가 있다(Yang 등, 2015). 일부 다른 연구자들은 밀기행동을 회복하기 위하여 중력에 대항한 선 자세에서 왜곡된 자세 수직 지각력을 재보정하기 위하여 체성감각을 직접 자극하는 자세수직 훈련을 실시할 것을 제안하였다(Bergmann 등, 2016; Bergmann 등, 2018; Yun 등, 2018).

CPVT군은 전신거울과 치료실 주변의 수직 구조물을 이용하여 시각되먹임을 통해 자세수직 훈련을 실시한 반면, GPVT군은 전신기울기 장비인 3D Spine Balance를 이용하여 자세수직 훈련을 실시하였다. 3D Spine Balance 장비는 견고한 고정 장치를 이용하여 선 자세에서 대상자가 안전하게 자세수직 훈련을 실시할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그리고 체간에 부착된 센서를 통해 모니터에 실시간으로 대상자 신체의 위치정보를 모니터를 통해 시각되먹임 할 수 있어 자세수직 훈련을 실시하는 동안 대상자 스스로 자세를 조절할 수 있다. GPVT군의 대상자들은 “플레이 사격”, “비행기 피하기”, “나비 따라가기”, “물고기 피하기” 등의 게임을 통해 예측 불가능한 시나리오의 과제를 수행하였다. 제공된 과제들은 물체의 방향과 움직임 경로를 추적하거나 피하는 과정에서 체간에 부착된 센서를 조이스틱처럼 이용하여 수행하도록 설계되었다. 이러한 예측 불가능한 시나리오는 대상자들의 흥미를 유발하고 과제에 지속적으로 집중하게 하는 효과가 있으며, 특히 다양한 해부학적 면에서 체간의 움직임을 통해 스스로 만들어

낸 동요를 극복하는 과정에서 자세조절을 할 수 있는 기회가 제공되었다(An과 Park, 2018; Betker 등, 2006). 아마도 이 점이 밀기 증후군 환자들의 왜곡되었던 자세 수직 지각력을 재보정 하는데 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 생각된다(Bergmann 등, 2018; Yang 등, 2015).

밀기 증후군이 있는 뇌졸중 환자는 그렇지 않은 경우에 비하여 앉기, 서기, 그리고 걷기 등의 기능적 능력 수행 시 저하된 자세조절 능력으로 인하여 많은 물리적 도움이 요구되며 결국 치료 중 과도한 신체적 부하를 치료사가 부담해야 하는 어려움이 있다(Babyar 등, 2008). 본 연구에서도 CPVT군은 앉거나 서기 자세를 유지하는 동안 치료사의 물리적 도움을 통하여 자세를 유지한 반면, GPVT군은 전신 기울기 장비인 3D Spine Balance를 이용하여 넘어짐에 대한 우려 없이 견고한 고정 장치를 이용하여 선 자세에서 적극적으로 자세수직 훈련을 진행할 수 있었다. 병변 초기부터 선 자세에서 진행되는 자세수직 훈련은 대상자 체간의 안정성 향상에 기여하였을 것이다. 이는 대상자들의 자세조절 능력을 알아보기 위하여 실시한 BPR 검사로 확인할 수 있었다. BPR 검사는 3D Spine Balance가 전, 후, 좌, 우, 대각선 등 총 8 방향으로 30°까지 기울어지는 동안 장비와 대상자의 체간 일치성을 측정하는 검사로 체간 근력이 뒷받침 되어야 높은 점수를 얻을 수 있다(Chun 등, 2016; Moon과 Kim, 2017). BPR 검사 결과 GPVT군에서 CPVT군에 비하여 점수의 유의한 증가가 있었으며, 이는 GPVT를 받은 대상자들의 체간 안정성 이 향상되었음을 의미한다. 결과적으로 밀기행동의 감소와 체간 안정성 향상이 대상자의 자세조절 능력의 향상을 가져온 주된 요인이었을 것이다(Chon, 2010; Chun 등, 2016; Kim, 2016).

선행연구에 의하면 밀기 증후군 환자들은 근력 및 운동기능 수준이 양호함에도 불구하고 왜곡된 자세수직 지각력으로 인하여 자세조절 능력이 저하되어 있으며, 이로 인하여 일상생활동작 수준이 현저히 떨어지는 것으로 보고되었다(Babyar 등, 2008; Clark 등, 2012; Karnath와 Broetz, 2003). 뇌졸중 발병 후, 일상생활동작 수준이 완전독립 수준까지 도달하는데 약 13주가 소요되는 것으로 알려진 반면, 밀기 증후군이 있는 뇌졸중 환자의 경우 19주가 걸려 더욱 긴 시간이 소요된다(Pederson 등, 1996). 본 연구에서 GPVT군에서 CPVT군에 비하여 유의하게 일상생활동작 수준이 향상되는 것으로 나타났다. 대상자들의 일상생활동작 수준을 평

가하기 위해 실시한 K-MBI 검사는 목욕하기, 식사하기, 용변처리하기, 옷 입기, 이동하기 등의 하위 항목을 포함하고 있으며, 과제를 수행하는 동안 대상자 스스로 체간을 조절하는 능력에 따라서 높은 배점을 얻을 수 있다. 즉, 감소된 밀기행동과 체간 안정성을 바탕으로 한 자세조절 능력 향상이 일상생활동작 수준의 향상으로 이어졌으며, 이것은 타인의 도움이 줄어드는 임상적으로 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다(Chon, 2010; Clark 등, 2012; Kim, 2016).

본 연구의 제한점으로 첫째, 단일 기관의 적은 수의 밀기 증후군 환자를 대상으로 연구가 진행되어 두 구간 동질성을 확보하는데 제한이 있으며, 또한 연구 결과를 일반화하는데 어려움이 있다. 둘째, 추적 검사를 진행하지 않아 중재 효과의 지속성과 이후의 정확한 예후를 판단하는데 제한이 있다. 셋째, 시각적 되먹임을 제공하는 중재의 특성상 편측공간무시 증상을 보이는 환자를 제외하여 편측공간무시를 보이는 밀기 증후군 환자에게 본 중재의 효과를 검증할 수 없다는 것이다. 따라서 추후 연구에서는 이러한 제한점을 극복할 수 있는 연구를 실시한다면 밀기 증후군 환자의 회복을 위한 바람직한 중재를 제시할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 밀기 증후군이 있는 급성기 뇌졸중 환자에게 3D Spine Balance 장비를 이용하여 실시한 GPVT와 임상에서 일반적으로 적용되는 CPVT의 효과를 비교할 목적으로 진행하였다. 그 결과 CPVT군에 비하여 GPVT군에서 밀기행동과 자세조절 능력, 그리고 일상생활동작 수준의 유의한 향상이 나타났다. 이러한 결과는 GPVT가 실시간으로 자세 변화에 따라서 정량적인 시각 되먹임으로 대상자의 흥미를 유발하고 또한 안전성이 보장된 상태로 선 자세에서 예측 불가능한 시나리오를 통해 다양한 방향으로 자세를 변화하며 과제 수행이 가능하였기 때문인 것으로 판단된다. 이 결과를 토대로 게임을 기반으로 하는 자세수직 훈련이 밀기 증후군 환자의 밀기행동 회복과 기능향상에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 앞으로 뇌졸중 환자의 밀기행동의 회복과 기능향상을 위하여 전신기울기 장비를 이용한 자세수직 훈련을 적용할 것을 제안한다.

References

- Babyar SR, Peterson MG, Bohannon R, et al. Clinical examination tools for lateropulsion or pusher syndrome following stroke: A systematic review of the literature. *Clin Rehabil.* 2009;23(7):639-650. <https://doi.org/10.1177/0269215509104172>
- Babyar SR, White H, Shafi N, et al. Outcomes with stroke and lateropulsion: A case-matched controlled study. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008; 22(4):415-423. <https://doi.org/10.1177/1545968307313511>
- Barra J, Marquer A, Joassin R, et al, Pérennou D. Humans use internal models to construct and update a sense of verticality. *Brain.* 2010;133(Pt 12):3552-3563. <https://doi.org/10.1093/brain/awq311>
- Benaim C, Pérennou DA, Villy J, et al. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: The postural assessment scale for stroke patients (PASS). *Stroke.* 1999;30(9): 1862-1868. <https://doi.org/10.1161/01.STR.30.9.1862>
- Bergmann J, Krewer C, Jahn K, et al. Robot-assisted gait training to reduce pusher behavior: A randomized controlled trial. *Neurology.* 2018; 91(14):e1319-e1327. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000006276>
- Bergmann J, Krewer C, Selge C, et al. The subjective postural vertical determined in patients with pusher behavior during standing. *Top Stroke Rehabil.* 2016;23(3):184-190. <https://doi.org/10.1080/10749357.2015.1135591>
- Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, et al. Video game-based exercises for balance rehabilitation: A single-subject design. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(8):1141-1149. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.04.010>
- Broetz D, Johannsen L, Karnath HO. Time course of 'pusher syndrome' under visual feedback treatment. *Physiother Res Int.* 2004;9(3):138-143. <https://doi.org/10.1002/pri.314>
- Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dy-

- namic balance in chronic stroke patients. *Tohoku J Exp Med.* 2012;228(1):69-74. <https://doi.org/10.1620/tjem.228.69>
- 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. *Jour of KoCon A.* 2012;12(8):264-273. <https://doi.org/10.5392/jkca.2012.12.08.264>
- Chon SC. The effect of postural vertical training without visual feedback on functional recovery and activity of daily living in stroke with pusher syndrome. *Korean Soc Occu Ther.* 2010;18(4):93-102.
- Chun JY, Seo JH, Park SH, et al. Effects of 3-dimensional lumbar stabilization training for balance in chronic hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *Ann Rehabil Med.* 2016;40(6):972-980. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.6.972>
- Clark E, Hill KD, Punt TD. Responsiveness of 2 scales to evaluate lateropulsion or pusher syndrome recovery after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(1):149-155. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.017>
- Davies PM. *Step to follow: A guide to the treatment of adult hemiplegia.* New York, Springer. 1985.
- D'Aquila MA, Smith T, Organ D, et al. Validation of a lateropulsion scale for patients recovering from stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(1):102-109. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr709oa>
- Hobart JC, Thompson AJ. The five item Barthel index. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2001;71(2):225-230. <https://doi.org/10.1136/jnnp.71.2.225>
- Karnath HO, Broetz D. Understanding and treating "pusher syndrome". *Phys Ther.* 2003;83(12):1119-1125. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.12.1119>
- Karnath HO, Ferber S, Dichgans J. The origin of contraversive pushing: Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology.* 2000;55(9):1298-1304. <https://doi.org/10.1212/WNL.55.9.1298>
- Krewer C, Rieß K, Bergmann J, et al. Immediate effectiveness of single-session therapeutic interventions in pusher behaviour. *Gait Posture.* 2013;37(2):246-250. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.07.014>
- Kwon YH, Lee MY, Kim K. Clinical features and lesion analysis in acute stroke patients with contraversive pusher syndrome. *Korean Soc Occu Ther.* 2007;15(2):67-77.
- Lange B, Flynn S, Proffitt R, et al. Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training. *Top Stroke Rehabil.* 2010;17(5):345-352. <https://doi.org/10.1310/tsr1705-345>
- Lee JH, Kim SB, Lee KW et al. Characteristics and prognosis of pusher syndrome in stroke patients. *J Korean Acad Rehab Med.* 2010;34:409-416.
- Lee JT, Chon SC. Does the addition of visual feedback improve postural vertical training in the patients with pusher syndrome after stroke? *J Korean Soc Phys Med.* 2017;12(3):33-42. <https://doi.org/10.13066/kspm.2017.12.3.33>
- Liaw LJ, Hsieh CL, Lo SK, et al. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2008;30(9):656-661. <https://doi.org/10.1080/09638280701400698>
- 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):151-159. <https://doi.org/10.3233/NRE-171467>
- Nardone A, Godi M, Grasso M, et al. Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients. *Gait Posture.* 2009;30(1):5-10. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.02.006>
- Paci M, Nannetti L. Physiotherapy for pusher behaviour in a patient with post-stroke hemiplegia. *J Rehabil Med.* 2004;36(4):183-185. <https://doi.org/10.1080/16501970410029762>

- Shin SH, Kang SR, Kwon TK, et al. A study on trunk muscle activation patterns according to tilt angle during whole body tilts. *Technol Health Care*. 2017;25(S1):73-81. <https://doi.org/10.3233/THC-171308>
- 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):987-993. <https://doi.org/10.1177/0269215514564898>
- Yun N, Joo MC, Kim SC, et al. Robot-assisted gait training effectively improved lateropulsion in

subacute stroke patients: A single-blinded randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018;54(6):827-836. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05077-3>

This article was received June 17, 2019, was reviewed June 17, 2019, and was accepted July 19, 2019.