골반동작 촉진이 편마비환자의 몸통 안정성, 선자세정렬 및 자세균형에 미치는 영향: 단일사례연구

이주원, PT, BS[1], 황병용, PT, PhD[2], 류인태, PT, PhD[*1]
[1]대전재활병원, [*1]대전재활병원, [2]용인대학교 보건복지대학

Effects of Pelvis Movements Facilitation on Trunk Stability, Standing Postural Alignment and Postural Balance in Hemiplegic Patient : Single Subject Research Design

Ju-Won Lee, PT, BS[1], Byong-Yong Hwang, PT, PhD[2], In-Tae Ryu, PT, PhD*[1]
[1]*Dept. of Physical Therapy, Daejeon Rehabilitation Hospital, Republic of Korea*
[*1]*Dept. of Physical Therapy, Daejeon Rehabilitation Hospital, Republic of Korea*
[2]*Dept. of Physical Therapy, Yong In University, Republic of Korea*

Purpose The purpose of this study is to investigate the effects of pelvis movements facilitation on trunk stability, standing postural alignment and postural balance in hemiplegic patients. ***Methods*** In the case of 54-year-old hemiplegia cerebral infarction patient, pelvis movements facilitation were performed for 60 minutes, 3 times per week, for 3 weeks from December 26, 2022 to January 13, 2023. Coordination of standing postural alignment, trunk stability, static and dynamic balance. standing postural alignment was evaluated through photographs, and trunk stability was evaluated through the Trunk Impairment Scale (TIS). Static and dynamic balance was assessed using the Biorescue, Timed up and go test (TUG). ***Results*** After the intervention, there was a change in the standing postural alignment against gravity, and the TIS score after intervention increased by 2 score. After intervention, pressure on the affected foot increased in Biorescue, and walking time increased as a result of TUG. ***Conclusions*** The 3 weeks of pelvis movements facilitation confirmed changes in standing postural alignment, trunk stability of hemiplegic Patient and changes in body symmetry in static and dynamic balance abilities, confirming that the intervention in this study was effective.

Key Words Pelvis Movements Facilitation, Trunk stability, Standing postural alignment, Balance, Hemiplegia

Corresponding author In-Tae Ryu (bobathryu@hanmail.net)

Received date 06 April 2023
Revised date 09 May 2023
Accept date 12 May 2023

Ⅰ. 서 론

뇌졸중 후 보이는 일반적인 문제는 편마비로 인한 몸통움직임 장애와 팔다리의 움직임 및 보행능력의 저하,[1] 비대칭 정렬로 인한 체중이동 및 기립자세 유지 능력 감소,[2] 다리 및 몸통의 불안정을 초래한다.[3]

뇌졸중으로 인한 몸통 불안정성은 선행적 자세조절을 지연시키고 몸통 움직임 저하를 야기시킨다.[4] 몸통근육 약화에 따른 몸통 불안정성은 척추 앞굽음과 뒤굽음 및 옆굽음을 발생시켜[5] 몸통의 비대칭을 증가시키고, 항중력 방향으로의 수직자세 유지를 어렵게 하여 정적 및 동적균형능력의 감소를 초래한다.[6]

몸통은 팔과 다리의 상호작용을 통해 자세조절 및 독립적인 기능을 수행하는 기능적 단위 중 하나이다.[7,8] 몸통의 안정성 회복은 근육과 움직임 조절 능력을 향상시키는데 목적이 있으며,[9] 신체를 바로 세우면서 무게중심 이동을 원활하게 수행할 수 있도록 해주는 몸통근육의 활동수준에 의해 좌우된다.[10]

인체의 모든 동작은 중력에 대항하여 신체를 지면에 바로 세우는 것이다. 허리, 엉덩관절, 복부주위근육은 항중력근으로 몸통움직임과 자세균형에 영향을 미친다.[11] 뇌졸중 환자에게 나타나는 선자세의 일반적 특성은 골반의 부정렬 및 다리의 비대칭적 체중분배이며,[12] 이로 인해 시상면과 이마면에서 발생하는 골반의 앞쪽, 뒤쪽 및 가쪽기울임의 비대칭이 발생한다.[13] 따라서 뇌졸중 환자에서 골반의 부정렬을 회복시키는 골반동작 촉진은 마비쪽 다리의 체중이동을 증가시키고,[14,15]

http:dx.doi.org/10.17817/2023.05.09.1111808

비마비쪽 다리의 체중이동 변화로 균형능력 향상과 골반 및 다리의 대칭성을 회복할 수 있다.[16]

Bobath(1990)[17]는 편마비 환자의 물리치료에 있어서 대칭성의 회복을 강조하였으며, 정상적인 골반의 움직임이 중요하다고 하였다. Trueblood 등(1989)[18]은 선자세에서 골반동작 촉진이 편마비 환자의 마비쪽 다리의 몸감각을 촉진시키고 골반정렬의 대칭성을 증가하여 정상적인 움직임을 유도한다고 하였으며Karthikbabu 등(2016)[19]은 선자세에서 비대칭적인 체중지지가 골반정렬과 높은 상관관계가 있다고 하였다.

최근 골반동작 촉진에 관한 연구 경향은 특정 대상이 아닌 비신경학적 손상과 신경학적 손상을 받은 다양한 연구대상자들의 골반움직임을 통한 허리통증의 감소,[20] 보행능력 향상,[21] 몸통 근력 증가[22] 등 각각의 결과에 대한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있으나, 신경학적 손상을 받은 편마비 환자들을 대상으로 골반움직임을 통한 몸통 안정성 증가와 신체정렬 및 자세조절의 향상의 결과를 모두 알아본 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구는 비대칭적인 골반의 움직임을 가진 편마비환자를 대상으로 다양한 자세에서 골반의 움직임을 통해 몸통 안정성, 자세정렬과 정적 및 동적균형에 미치는 영향에 대해 알아보고 임상에서 이루어지고 있는 골반동작 촉진의 효과와 필요성에 대한 근거를 마련하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자 및 연구 기간

본 연구의 대상자는 대전광역시 소재의 D병원에 입원 중이며 키 171cm, 몸무게 73kg인 54세 남성 1명을 대상으로 하였다. 자기공명촬영(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 결과 오른쪽 다리뇌와 바닥핵 경색으로 진단받은 왼쪽 편마비 환자이며 발병일로부터 2개월 경과한 환자이다. 연구대상 선정기준은 보조도구 없이 10미터 이상 독립보행이 가능한 자로 뇌졸중 이외의 신경학적 혹은 정형외과적 문제가 없는 자로 하였다. 대상자는 간이정신상태검사(Mini Mental Status Examination, MMSE)에서 30점 만점에서 24점 이상으로 적절한 의사소통이 가능한 자로, 연구 진행 전 본 연구의 목적과 취지 및 일정에 관해 설명을 듣고 이해하여 연구 참여에 동의하였다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects

Variables	Subject
Gender	male
Age (year)	54
Weight (kg)	73
Height (cm)	171
Stroke type	CI (Rt. pontine, Basal ganglia)
Hemiplegic side	Left
Onset (month)	2
MMSE	25

CI: Cerebral Infarction, MMSE: Mini Mental Status Examination

본 연구의 기간은 2022년 12월 26일부터 2023년 1월 13일까지 총 3주 동안 9회를 진행하였으며 골반동작 촉진을 위한 중재방법 순서는 바로 누운 자세 20분, 앉은자세 20분, 선자세 20분, 총 60분으로 중재하였다.

2. 연구 방법

골반동작 촉진을 위한 중재방법은 바로 누운 자세, 앉은 자세, 선자세에서 실시하였다. 중재 기간은 주 3회, 각 자세 당 20분씩 총 60분, 3주 동안 9회를 실시하였으며 순서는 다음과 같다.

(1) 바로 누운 자세에서 골반동작 촉진

첫째, 양쪽 손바닥은 몸통의 중심선 개념을 위해 매트에 접촉하고 무릎관절은 60° 굽힘하여 바로 눕는다. 치료사는 위앞엉덩뼈가시와 중간볼기근을 촉지하여 골반의 중립자세로 한다(Figure 1A).

둘째, 배근과 엉덩이근을 수축한 채, 위뒤엉덩뼈가시가 매트에 닿을 때까지 골반의 뒤쪽 기울임을 유도한다(Figure 1B).

셋째, 뒤쪽기울임을 유지하며 엉덩관절을 천장을 향해 들어 유지한다(Figure 1C).[23]

(A) (B) (C)

Figure 1. (A) Pelvic neutral, (B) Pelvic posterior tilting, (C) Raise hips so that knee and shoulder are in a straight line

(A) (B) (C)

Figure 2. (A) Sit at the depth of 2/3 of the thigh, flexion the knee joint to 90°, and place both feet on floor, (B) Pelvic posterior tilting, (C) Pelvic anterior tilting

(A) (B) (C) (D) (E)

Figure 3. (A) Pelvic neutral, (B) 30° hip flexion, 80° knee flexion, 30° ankle dorsiflexion, (C) Pelvic anterior tilting, (D) Pelvic posterior tilting, (E) Knee extension while the pelvic neutral

(2) 앉은자세에서 골반동작 촉진

첫째, 넙다리의 2/3 깊이로 앉아 무릎관절을 90°로 굽힘하여 양 발은 바닥에 접촉한다(Figure 2A).

둘째, 치료사는 환자의 뒤에 앉아 위뒤엉덩뼈가시와 엉덩뼈능선을 촉지한다.

배근과 엉덩이근을 수축한 채 골반의 뒤쪽 기울임 후 앞쪽 기울임을 유도한다(Figure 2B),(Figure 2C).[24]

(3) 선자세에서 골반동작 촉진

첫째, 위앞엉덩뼈가시와 중간볼기근을 촉지하여 골반을 중립자세로 한다(Figure 3A).

둘째, 엉덩관절 30° 굽힘, 무릎관절 80° 굽힘, 발목관절 30° 배쪽굽힘으로 기마자세처럼 유지하며 배근육과 척추세움근, 골반 주위근육을 수축한다(Figure 3B).

셋째, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 굽힘을 유지하며 앞쪽 기울임을 유도한다(Figure 3C).

넷째, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 굽힘을 유지하며 뒤쪽 기울임을 유도한다(Figure 3D).

다섯째, 골반을 중립으로 위치시키며 무릎관절을 폄한다(Figure 3E).[21]

3. 평가도구 및 방법

골반동작 촉진 후 편마비 환자의 선자세정렬의 변화를 평가하기 위해 사진을 통한 선자세 정렬 분석, 몸통 안정성을 평가하기 위해 몸통손상척도(Trunk Impairment Scale, TIS), 정적균형의 평가를 위해 발바닥압력 분석과 동적균형의 평가를 위해 일어나 걸어가기 검사(Timed up and go test, TUG)를 실시하였다.

(1) 선자세 정렬 분석

디지털 카메라를 사용한 사진으로 선자세의 정렬을 평가한다. 정확한 평가를 위해 대상자와 디지털 카메라의 거리와 높이를 일정하게 유지하였으며, 자세정렬에 대한 오차를 줄이기 위하여 선자세 위치를 동일한 장소와 범위로 진행한다.[25]

(2) 몸통손상척도(Trunk Impairment Scale, TIS)

몸통손상척도는 뇌졸중 환자가 가지고 있는 몸통의 운동 손상에 대한 임상적 검사 방법으로서 앉은 자세에서의 정적 및 동적균형 능력과 몸통의 협응 능력을 측정한다. 앉은 자세에서의 정적균형 능력 3개 항목, 동적균형 능력 10개 항목, 몸통의 협응 능력 4개 항목으로서 총 17개의 항목을 가지고 있으며 최소 0점에서 최고 23점까지로 점수를 산정할 수 있다. 검사자간 신뢰도는 r = 0.87에서 r = 0.96이고 검사자내 신뢰도는 r = 0.85에서 r = 0.99 사이로 높은 신뢰도와 내적 타당도를 보이고 있다.[26]

(3) 발바닥압력 분석

선자세에서 몸통정렬과 함께 미세한 움직임에 반응할 수 있는 센서가 내장된 바이오레스큐 플랫폼(BioRescue, RM Ingenierie Marseille, France)을 사용해 정적균형 능력을 평가한다. 대상자에게 안전바가 있는 균형측정 플랫폼(610×580×10mm^3) 위에 기준 자세(뒤꿈치 간격 약 3㎝ 양쪽 발 약 30° 벌림)로 눈을 뜨고 정면에 시선을 고정해 편안한 자세로 서서 양쪽 팔을 몸통 옆에 위치시킨 후, 10초간 선 자세를 유지하고, 4개의 측정 영역에 가해지는 압력 빈도(%)를 측정하였다. 검사자 내 신뢰도는 r=.79, 검사자 간 신뢰도는 r=.92 이다.[27]

(4) 일어나 걸어가기 검사(Timed up and go test, TUG)

동적균형을 측정할 수 있는 검사방법으로 대상자는 팔걸이가 있는 의자에 앉은 자세에서 시작과 동시에 의자에서 일어나 3m 지점까지 보행한 후 장애물을 돌아와서 의자에 앉기까지의 시간을 측정한다. 총 3회에 걸쳐 측정한 후 그 평균값을 적용한다. 측정자내 신뢰도는 r=.99, 측정자 간 신뢰도는 r=.98로 높은 수준이다.[28]

III. 결 과

1. 중재 전·후의 선자세 정렬 분석

(1) 시상면에서의 비교

중재 전 마비쪽으로의 몸통 가쪽굽힘, 팔꿉관절의 굽힘, 비대칭적인 발의 위치를 보였고 중재 후 몸통과 팔꿉관절은 폄 되었으며 양 발은 대칭적으로 위치하였다(Figure 4A).

(2) 이마면에서의 비교

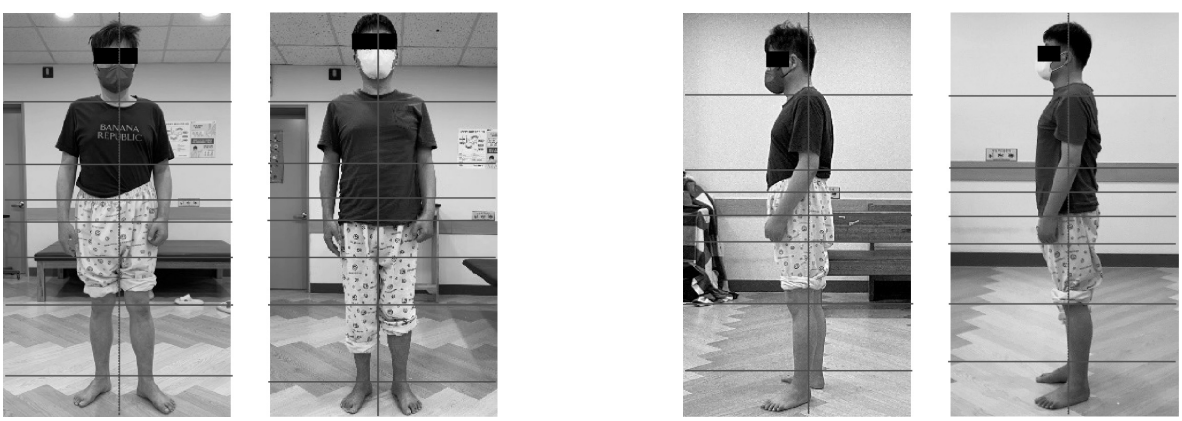
중재 전 목의 굽힘, 중력선 앞에 위치한 엉덩관절, 비대칭적인 발의 위치를 보였고, 중재 후 목은 폄 되었으며 엉덩관절은 중력선에 일치하고 양 발은 대칭적으로 위치하였다(Figure 4B).

2. 몸통손상척도(Trunk Impairment Scale, TIS) 결과

중재 전 9점에서 중재 후 11점으로 2점 증가하였다(Table 2).

3. 발바닥압력분석 결과

마비쪽 발의 압력이 중재 전 30.0%에서 중재 후 40.0%로 10.0%증가하였다(Table 3).



(A) (B)

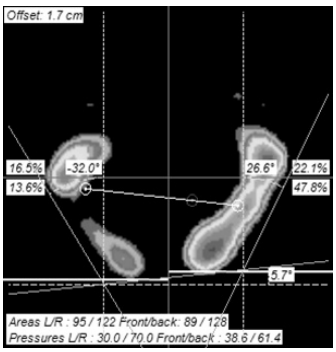
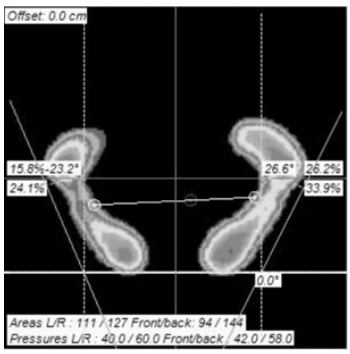
Figure 4. Comparison of standing alignment between pre-training and post-training (A) Sagittal plane, (B) Frontal plane

Table 2. Comparison of Trunk Impairment Scale between pre-training and post-training (Unit: score)

Variables	Pre	Post	Change (Post-Pre)
TIS	9	11	2

TIS: Trunk Impairment Scale

Table 3. Comparison of Foot pressure between pre-training and post-training (Unit: %)

Variables	Pre	Post	Change (Post-Pre)
Pressure			
Left/Right	30.0/70.0	40.0/60.0	10.0/-10.0
Front/Back	38.6/61.4	42.0/58.0	3.4/-3.4

TIS: Trunk Impairment Scale

Table 4. Comparison of Timed up and go test between pre-training and post-training (Unit: sec)

Variables	Pre	Post	Change (Post-Pre)
TUG	22.67	24.33	1.66

TUG: Timed up and go test

4. 일어나 걸어가기 검사(Timed up and go test, TUG) 결과

중재 전 22.67초에서 중재 후24.33초로 1.66초 증가되었다 (Table 4).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 단일 사례 연구로 골반동작 촉진이 편마비 환자의 몸통 안정성, 선자세정렬 및 균형에 미치는 영향에 대해 알아보고자 다리뇌와 바닥핵 경색으로 진단받은 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 골반동작 촉진을 통한 결과를 도출하기 위해 다른 중재는 실시하지 않았으며 중재 기간은 총 3주 동안 주 3회, 60분씩 중재하였다. 선자세정렬 평가를 위해 카메라를 이용한 시상면과 이마면에서의 선자세정렬 분석, 몸통안정성 평가를 위해 TIS, 정적균형 평가를 위해 발바닥압력, 동적균형 평가를 위해 TUG를 실시하였다.

인체 중심을 지나는 중력선은 귀, 어깨뼈봉우리, 허리뼈의 중간부, 제 2 엉치뼈의 앞쪽, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 앞쪽을 지난다.[29] 뇌졸중 환자는 자세조절근의 비효율적인 동원과 지구력 감소로 인해 수직자세정렬 유지의 어려움과 비대칭 정렬을 보이게 된다.[30] 본 연구의 선자세정렬 분석 결과 시상면에서의 선자세는 중재 전 마비쪽으로의 몸통 가쪽굽힘, 팔꿉관절의 굽힘, 비대칭적인 발의 위치를 보였고 중재 후 몸통과 팔꿉관절은 폄 되었으며 양 발은 대칭적으로 위치하였다. 이마면에서의 선자세는 중재 전 목의 굽힘, 중력선 앞에 위치한 엉덩관절, 비대칭적인 발의 위치를 보였고, 중재 후 목은 폄 되었으며 엉덩관절은 중력선에 일치하고 양 발은 대칭적으로 위치하였다. Sam Khamis 등(2007)[31]과 Arumugam 등(2012)[32]은 골반위치의 변화가 신체정렬의 변화를 야기하고, 비정상적인 다리 기전 및 발 정렬의 변화에 큰 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서 중재 전 중력선 앞에 위치한 엉

덩관절과 비대칭적인 발 위치를 확인할 수 있었으며, 중재 후 골반동작 촉진을 통해 항중력방향으로 신체정렬이 회복되어 중력선상에 위치하였고 발 정렬의 변화가 확인되어 골반이 수직자세와 발 정렬에 영향을 미친다는 선행연구와 유사하다.

골반은 자세반응과 조절에서 중심역할을 하는 몸통을 수직자세로 유지시키며,[33] 엉덩관절과 몸통 안정성에 기여한다.[34] 몸통안정성은 허리, 엉덩관절, 배의 항중력근의 활동을 통하여 의식적, 무의식적으로 움직임을 조절할 수 있는 능력이다.[35] 따라서 편마비 환자의 몸통 안정성을 위해서 항중력근의 근긴장도 증진은 필수적이며[36] 항중력근의 효율적인 활동을 위해 골반의 정상적인 움직임이 선행되어야 한다.[37] 본 연구에서 골반 동작 촉진을 통해 TIS가 9점에서 11점으로2점 향상되었는데, 이는 골반동작 촉진이 항중력근인 허리, 배, 엉덩관절의 근육을 통해 몸통 조절에 영향을 미친 것이라 할 수 있으며,[38] 골반움직임 후 TIS결과에서 2점 향상을 통해 편마비 환자의 자세조절 향상을 보고한 장광오 등(2011)[39]의 연구와 편마비 환자를 대상으로 몸통 안정성 향상을 위한 골반 움직임 운동을 실시 한 결과 TIS가 4점 향상되었다고 보고한 나은진 등(2015)[40]의 연구와 유사하였다.

선자세에서 균형능력은 척추 및 골반정렬이 대칭일 때 올바른 자세 균형을 유지할 수 있으나,[41] 편바미 환자는 자세조절근의 비효율적인 동원과 지구력 감소로 인해 비대칭 정렬을 보이게 된다.[30] 따라서 편마비 환자의 골반정렬의 비대칭은 마비쪽으로의 체중이동을 어렵게 한다.[42] 중재 전 중력선 앞에 위치한 엉덩관절과 비대칭적인 발 위치를 통해 발바닥압력에서 마비쪽과 비마비쪽 압력이 30.0%, 70.0%로 비대칭적인 발바닥 압력을 확인하였고, 골반정렬 변화로 인해 마비쪽으로 체중이동의 어려움도 확인하였다. 김지혜 등(2007)[24]의 연구에서는 골반의 움직임을 통해 마비쪽 발바닥압력의 증가를 보고하였으며, 본 연구에서도 골반동작 촉진을 통한 중재 후 마비쪽 발바닥압력에서 30.0%에서40.0%로 10.0%의 증가를 확인하였다. 이는 골반정렬의 변화가 마비쪽으로의 발바닥압력 증가와 체중이동에 영향을 미친다는 선행연구들과 유사하다고 볼 수 있다.[24,42]

비대칭적인 골반은 몸통의 회전을 어렵게 만들고 몸통과 팔다리의 움직임과[43] 동적균형 및 일상생활에 영향을 미친다.[44] 김은자 등(2009),[45] 김동호 등(2012)[46]은 편마비 환자의 골반동작을 통해 TUG평가에서 보행시간 감소로 동적 균형능력의 향상을 보고하였다. 본 연구에서는 선행연구들과 달리TUG결과에서 보행시간의 증가를 보였다. 이는 선자세의 정렬 회복으로 보행 시 비대칭적인 요소가 감소하고 관절의 위치감각이나 근력 및 체중지지율의 증가로 인해 보행시간이 증가했다는 김동희(2013)[25]의 연구결과와 유사하다.

본 연구는 골반동작 촉진운동이 편마비 환자의 몸통 안정성, 선자세정렬 및 자세균형에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

몸통 안정성 평가를 위한 TIS평가 결과는 9점에서 11점으로 2점 향상하였고, 항중력방향으로의 선자세정렬 변화, 정적균형 평가를 위한 발바닥압력 분석 결과 30.0%에서 40.0%로 10.0%의 마비쪽 발바닥압력의 증가, 동적균형 평가를 위해 TUG 결과에서 보행시간 증가의 결과를 도출하였다. 위와 같은 결과로 보아 골반동작 촉진운동의 효과를 확인할 수 있었다.

따라서 골반동작 촉진이 편마비환자의 몸통안정성 증가, 항중력방향으로의 선자세정렬, 정적 균형능력 향상에 영향을 미침에 따라 편마비 환자들을 대상으로 임상에서 이루어지고 있는 골반동작 촉진의 효과와 필요성에 대한 근거를 제시할 수 있다. 그러나 본연구는 편마비 환자 1명으로 실시한 단일사례 연구로 진행되어 모든 환자들에게 일반화하기는 어려우며 선자세정렬을 사진으로 평가하여 객관적인 분석결과보다 주관적인 분석의 결과가 많았다고 생각된다. 향후 본 연구방법인 골반동작 촉진운동의 효과를 입증하기 위해 많은 연구대상자 수와, 객관적인 평가를 위해 신뢰도가 높은 장비를 사용하여 모든 편마비환자의 자세정렬 재활훈련의 지표로 사용될 수 있을 것이며 골반동작 촉진을 통한 편마비환자의 정적 및 동적 자세에서 자세정렬변화에 따른 족저압 및 균형 간의 상관관계에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

1. Shumway-Cook A, Wollacott MH. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Baltimore; Lippincott Williams & Wilkins. 2001.
2. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1996;77(10): 1074-82.
3. Thielman G, Kaminski T, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: comparing 2 training protocols utilizing trunk restraint. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2008;22(6):697-705.
4. Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2004;85(2):261-67.
5. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke. Physical Therapy. 2006;86(1):30-8.
6. Harley C, Boyd, JE, Cockburn J, et al. Disruption of sitting balance after stroke: influence of spoken output.

Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2006;77(5):674-6.
7. Bobath, B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. Elsevier Health Sciences. 1990.
8. Kidd G. Understanding neuromuscular plasticity. A Basic for Clinical Rehabilitation. 1992.
9. Oh JS, Park JS, Kim SY, et al. Comparison of muscle activity during a push-up on a suspension sling and a fixed support. The Journal of Physical Therapy Korea. 2003;10(3):29-40.
10. Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K, et al. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2011;25(8):709-19.
11. Verhryden G, Vereeck L, Truijen S. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. Clinical Rehabilitation. 2006;20(5): 451-8.
12. Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. Clinical Rehabilitation. 1999;13(4):295-300.
13. Aruin AS. The effect of asymmetry of posture anticipatory postural adjustments. Neuroscience Letters. 2006;401(12): 1503.
14. Trueblood PR, Walker JM, Perry J. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. The Journal of Physical Therapy Science. 1989;69(1):32-40.
15. Trueblood PR, Walker JM, Perry J. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. The Journal of Physical Therapy Science. 1989;69(1):18-26.
16. Kamphuis JF, de Kam D, Geurts AC. Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review. Stroke Research and Treatment. 2013:113.
17. Bobath B. Adult hemiplegia. Evaluation and treatment. 3rd ed. London: Heineman Medical Books. 1990.
18. Trueblood PR, Walker JM, Perry J. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. The Journal of Physical Therapy Science. 1989;69(1):32.
19. Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganesan S, et al. Relationship between pelvic alignment and weight-bearing asymmetry in community-dwelling chronic stroke survivors. Journal of Neurosciences in Neural Practice. 2016;7(1):37-40.
20. Kim NS. The effect of hip abduction angle on hamstring muscle activity of low back pain patients during bridge exercise and pelvic posterior tilting exercise. Archives of Orthopedic and Sports Physical Therapy. 2021;17(2): 47-52.
21. Min WK, Chang WN. The effect of active pelvic ti1ting exercise on gait initiation in standing posture in hemiplegic patient - A Pilot Study-. The Journal of Korean Society of Physical Therapy. 2007;12(1):37-47.
22. Lee SC, Kim TH, Cynn HS, Roh JS. The Influence of unstability of supporting surface on trunk and lower extremity muscle activities during bridging exercise combined with core stabilization exercise. The Journal of Physical Therapy Korea. 2010;17(1):17-25.
23. Mun DJ, Lee SH. Effect of body stabilization training on trunk muscle activity in adults. The Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2019;23(3):1-7.
24. Kim JH, Hwang BY, Oh TY. Influence of trunk control using pelvic movements upon the foot pressure in patients with hemiplegia. The Journal of Korean Society of Physical Therapy. 2007;19(5):11-9.
25. Kim DH. The effects of recovery of upright standing posture on balance control in patients with stroke. The Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2013;17(1): 62-3.
26. Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, et al. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. Clinical Rehabilitation. 2007;21(5):387-94.
27. Jeong HT, Yang SM, Kim SM, et al. Effect of intracanal medicaments on push-out bond strength of calcium silicate-based materials. Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentisrty. 2018;45(4):455-63.
28. Park JH, Lee DY, Kim JS, et al. Effects of robot-assisted training on balance and foot pressure in stroke patients. The Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2020;24(3):1-7.
29. Chung HK, Bae SS. Study of the center of gravity in the human body and each segment. The Journal of Korean Physical Therapy. 1993;5(1):61-9.
30. Harburn, K, Hill KM, Kramer JF, et al. Clinical applicability and test-retest reliability of an external perturbation test of balance in stroke subjects. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1995;76(4): 317-23.

31. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. Gait & Posture. 2007;25(1):127-34.
32. Arumugam A, Milosavljevic S, Woodley S, et al. Evaluation of changes in pelvic belt tension during 2 weight-bearing functional tasks. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2012;35(5):390-5.
33. Ahn M. The effect of postural correction on pelvis balance and cervical range of motion. Daegu University. 2004.
34. Gjelsvik BE. The bobath concept in adult neurology, Germany. 2008.
35. Magee DJ. Instability and stabilization. Theory and treatment 2nd ed. 1999.
36. Hwang BY. Effects of proprioceptive control program on the balance and walking in the person with chronic stroke. Keimyung university. 2002.
37. Hwang BY. The effects of strengthening exercise of postural muscles on gait in persons with hemiplegia. The Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2009;14(1):1-4.
38. Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, et al. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2000;79(3):228-34.
39. Jang KH, Kim KY. Effect of intensive trunk-pelvic stabilization training using sling on muscle activity and balance in hemiplegia. Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society. 2011;12(3):1244-52.
40. Na EJ, Lee JS, Kim SS. Effects of training with pelvic motion on walking ability in patients with stroke. Journal of Korean Academy of Medicine & Therapy Science. 2015;7(1):13-20.
41. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins. 2012.
42. Patterson KK, Parafianowic I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2008;89(2):304-10.
43. Charness A. Stroke & Head injury: A guide to functional outcomes in physical therapy management. Rockville, Aspen Publishers. 1996.
44. Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: A randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2016;30(10):1024-33.
45. Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. The Journal of Korean Society of Physical Therapy. 2009;21(4):17-22.
46. Kim DH, Yang JH, Kim YG, Song BK. The effect of strengthening exercise of core muscles and lower limb extensor muscles on postural control and walking of stroke patients. The Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2012;16(1):9-16.