

Original Article

Open Access

감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동이 뇌졸중 환자의 배가로근과 균형에 미치는 영향

송귀빈†
PT레드

The Effects of the Bridge Exercise with the Sensory Feedback of Combined Abdominal Drawing-in on Transverse Abdominal and Balance in Patients with Stroke

Gui-Bin Song†

Department of Physical Therapy, PT Rehabilitation and Education Center

Received: October 19, 2018 / Revised: November 1, 2018 / Accepted: November 6, 2018

© 2019 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: This study was an investigation of the effects of the bridge exercise with the sensory feedback of combined abdominal drawing-in on transverse abdominal and balance in patients with stroke.

Methods: Forty subjects were randomly assigned into two groups. Subjects in the bridge exercise group (BG, n = 20) or feedback drawing-in bridge exercise group (FDBG, n = 20) were studied for 30 minutes each, twice daily, for four weeks. Outcomes were measured using affected weight distribution (AWD), anterior limit of stability (ALOS), posterior limit of stability (PLOS), timed up-and-go test (TUG), the Berg balance scale (BBS), and transverse abdominis thickness (TRA) before and after the four-week intervention period.

Results: There were significant effects in the FDBG pre-intervention and post-intervention in AWD, ALOS, PLOS, TUG, BBS, and TRA.

Conclusion: The results of this study suggest that the bridge exercise with sensory feedback combined with abdominal drawing-in could be beneficial for patients with stroke in terms of transverse abdominal and balance.

Key Words: Bridge exercise, Modified abdominal drawing-in, Transverse abdominal, Balance, Stroke

†Corresponding Author : Gui-Bin Song (guibinlove@hanmail.net)

I. 서론

뇌졸중은 뇌혈관 손상으로 인해 장애가 발생하는 신경학적 결손으로 정의된다(Januario et al., 2010). 뇌졸중은 우리나라 3대 사망원인 중 하나로, 최근에는 발병 연령대가 점점 더 감소하고 있는 추세이며(National Statistical Office, 2011), 여러 합병증을 일으킬 수 있어 환자의 일상생활의 불편함을 초래 할 수 있는 질환이다. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 균형 능력 저하를 보이며(Song & Hwangbo, 2015), 저하된 균형능력은 기립 자세 및 보행의 어려움을 나타내는 요소로, 동일한 연령대 일반인 보다 뇌졸중 환자의 자세 흔들림은 2배 가량 높게 나타난다고 보고되어 왔다(Nichols, 1997). 또한 뇌졸중 환자들은 비대칭적인 무게중심과 체중 이동의 결함을 보이고, 이로 인해 외부자극에 대한 신체적 흔들림의 증가를 보이며, 이는 정적 및 동적 균형을 유지하는 능력이 감소함을 나타낸다(Song, 2012). 그래서 뇌졸중 환자에게 균형 능력의 발달은 독립성을 증가시키고 사회적 활동을 향상시키기 위해 중요한 재활의 목표 중 하나이다(Spinazzola et al., 2003).

정적 및 동적 균형능력 향상에 있어서 몸통 근육은 중요한 역할을 하는데, 편마비 환자의 복부근의 두께는 정상인과 비교하였을 때 얇으며, 선행연구들은 뇌졸중 환자의 몸통 회전, 편, 굽힘 근육들에서 근력 약화가 나타난다고 보고하였다(Tanaka et al., 1997). Davis(2003)는 몸통은 신체의 가장 핵심요소이고, 팔과 다리의 조절 및 기능, 균형과 보행 등의 기능적 움직임을 위한 기본 전제조건이라 하였다. 몸통 근육을 강화시키는 운동은 국소 근육과 대근육을 동시에 수축하여 몸통의 근육을 강화하며, 몸통의 안정성을 증가시킨다(Reeves & Cholewicki, 2003).

배 긴장 방법(abdominal bracing maneuver), 스위스 불을 이용한 등척성 운동, 배꼽 당기기 방법(abdominal hollowing maneuver), 교각 운동 등이 몸통 근육의 강화를 위해 시행 될 수 있다. 교각 운동은 골반바닥근, 배가로근과 같은 몸통 심부 근육이 강화되며, 복압 증가와

척추 안정성 훈련으로 적당하고(Mew, 2009) Lehman 등(2005)은 재활운동에서는 몸통의 안정화 운동이 중요하다고 강조하면서, 교각 운동의 필요성을 보고하였다. 이미 선행연구들에서 다양한 방법으로 수정 및 보고되어 왔는데, 운동의 방법마다 약간의 차이가 있지만 대부분 움직임 시작 시에, 복근과 심부근육의 동시 수축이 중요하고 동시 수축이 선행되지 않은 상태에서 교각 운동을 시행할 경우에는 허리 척추 앞굽음이 발생하고 허리 척추 앞굽음이 대상작용으로 발생하는 경우의 교각 운동은 몸통의 안정화 효과를 얻기 어렵다(Park et al., 2011; Richardson & Jull, 1993).

배속빗근과 배가로근의 수축을 통해 복 벽을 안쪽으로 당겨 복 내압을 증가시키는 기법을 복부 드로잉인 기법이라 한다. 복부 드로잉인 기법은 몸통의 심부 근육을 회복시키기 위해 사용되는 몸통 심부근 안정화 운동방법이며, 과도한 골반의 앞쪽 기울임 각도를 줄이고, 허리 척추 부의 앞굽음을 감소시켜 허리 척추 부 안정화를 효과적으로 수행할 수 있으며(Beninato et al., 2009), 이러한 효과로 인해 허리 통증 환자들의 증상을 감소하기 위해 많이 사용되고 있다(Macedo et al., 2009). 몸통의 안정화를 위한 근육 강화와 과도한 골반의 앞쪽 기울임에 압력 감지를 이용한 감각 피드백이 효과적이라 보고되어왔다(Cynn 등, 2006). 피드백이란 자기 반응을 수정하기 위하여 현재 반응에 관해서 발생하는 교정, 적절성 또는 학습자의 행동 정확성에 관련하여 학습자에게 제공되는 결과 정보라고 하였다(Mayer, 1987; Siedentop, 1983). 이러한 피드백은 목표와 과제를 완성하는 동안 개인 스스로 성취 수준을 느끼면서 동작을 수행하여 자신의 움직임에 관한 여러 가지 정보를 얻을 수 있다. 감각 피드백을 이용한 치료적 중재는 통증 완화 혹은 근육 강화 등을 위해 효과적인 도구로 사용되고 있으며, 몸통 안정화의 효과를 위해 감각적 피드백을 이용한 복부 드로잉인 기법을 사용 할 수 있다.

그러나 기존의 연구들은 근 활성화도 등 복부 드로잉인 기법을 이용하여 근 활성화도 등 바른 신체의 구조에 대해 연구 목적을 두는 경우가 많았으며(Beninato et

al., 2009), 균형과 같은 기능적 변화를 보고하는 연구는 거의 없었다. 더불어 진동 감각의 즉각적 피드백을 이용한 체중 지지 및 균형과 기능적 활동의 변화에 대해 입증 하기 위해 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동에 대해 입증하는 것은 임상적으로 중요한 가치가 있을 것이라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 교각 운동과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 기법을 결합한 교각 운동을 적용하였을 때 배가로근의 두께와 균형 능력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 자기공명영상(MRI)나 뇌 단층화 촬영(CT)에 의해 뇌졸중으로 진단을 받고, 대구광역시 소재의 운동센터와 병원에서 치료 중인 40명의 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였으며, 하루에 30분씩 2번, 총 4주 동안 기존의 신경계 물리치료인 신장 운동, 근력 강화 운동, 관절 가동 운동에 추가로 교각 운동 그룹(BG) 20명과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG) 20명으로 배치 및 분류를 무작위로 시행하였다. 본 연구에서 정한 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행할 수 있는 인지력을 가진 한국형 간이 정신 상태 판별검사(mini-mental state examination-Korea version, MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 수정된 애쉬워드 척도(modified Ashworth scale)에서 하지 경직의 정도가 2단계 이하인 자. 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자이다. 모든 참가자는 Helsinki Declaration 연구 윤리 규정에 따라, 연구의 절차와 목적 등의 정보를 제공받고 동의를 한 자로 구성되었다.

2. 측정 방법 및 도구

1) 진동을 이용한 감각 피드백

복벽을 당겨 복압을 증진하는 드로잉-인 기법을 위해 진동 감각 피드백을 이용하였으며 진동 감각 피드백은 허리둘레의 변화를 감지하는 감지기(Kepping core band, The Core Inc., Korea)를 사용하였다. 허리둘레 변화 감지기는 벨트 본체와 비탄력 밴드로 구성되어 있으며 대상자들은 선 자세를 한 후, 골반 뒤 기울임과 함께, 허리 둘레 변화를 감지 할 수 있도록 배꼽을 위쪽 그리고 뒤쪽으로 힘을 주어 당기고 있는 가장 적절한 위치에 허리둘레 변화 감지기를 착용한다(Kim, 2017). 복근의 수축이 유지되지 않으면 감지기의 센서가 작동하여 진동 감각으로 피드백을 제공하고, 피드백을 제공받은 대상자는 이를 인지 후 다시 배꼽을 위쪽 그리고 뒤쪽으로 수축하게 되는 반복적인 과정을 통해 지속적인 복근 수축을 유도하게 된다(Fig. 1).



Fig. 1. Keeping core band.

2) 바이오 피드백 분석 시스템

시각적 피드백이 주어지고 정적 및 동적 균형 검사와 균형 훈련을 할 수 있는 장비인 바이오 피드백 분석 시스템(AP1153 Biorescue, France)을 균형능력을 측정하기 위해 사용하였다. 압력 중심의 이동경로를 표시하여 무게중심이 중앙에서 벗어나는 정도를 측정해

균형 능력을 평가하는 장비이며 이를 통하여 기저면의 변화 없이 균형을 유지할 수 있는 범위 안에서 무게 중심 이동의 한계 범위를 측정하는 것이다(Colby & Kisner, 2018). 이 장비를 이용하여 선 자세에서의 체중 지지, 선 자세에서의 안정성 한계(limit of stability)의 전방 이동 범위와 후방 이동 범위를 측정하였다.

3) 근육 두께 측정(ultrasound imaging)

초음파 장비(ACCUVIX V10, MEDISON, Korea)와 7.5MHz의 초음파 전도자(L6-13IS Linear probe, MEDISON, Korea)를 사용하였으며 초음파 영상에서 근육 두께를 보다 정확하게 측정하기 위해 초음파 장비에 탑재된 SonoView Program을 사용하였다. 연구 대상자들은 바로 누운 자세에서 무릎관절이 40-80° 굽힘 된 자세로 근육의 두께를 측정하였고(Seo et al., 2012) 초음파 전도자를 12번째 갈비뼈(12th rib)와 엉덩뼈 능선(ilic crest) 사이의 가운데점에서 앞 안쪽으로 2.5cm 지점에 수직으로 접촉하여 측정하였다(Whittaker, 2008). 두 번 반복 측정하여 기록하고 가장 좋은 영상을 선택하였으며 근육의 두께는 SonoView Program의 캘리퍼 기능을 이용하여 기록하였다.

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

본 검사는 팔걸이가 있는 의자에서 일어나 보행을 하고 반환점을 돌아 다시 의자에 착석하는 방법으로 진행되었으며, 반환점은 의자에서 3m 떨어진 곳에 표시하였다. 측정자는 대상자가 해당 과제를 수행하는 동안 걸리는 시간을 측정하였다. 대상자는 기능 수준에 따라 보조도구를 사용할 수 있다. 측정자 간 신뢰도는 $r=0.98$, 측정자 내 신뢰도는 $r=0.99$ 로 높은 신뢰도를 나타내었다(Podsiadlo & Richardson, 1991).

5) 버그 균형 척도(Berg balance scale, BBS)

버그 균형 척도는 14가지 항목으로 구성되어, 자세 유지 능력, 자발적 운동 조절 능력으로 나누어져 있고

각 항목은 0점에서 4점까지 평가되며, 점수가 높을수록 좋은 균형능력을 나타낸다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 측정자간 신뢰도는 $r=0.98$, 측정자내 신뢰도는 $r=0.99$ 로 높은 신뢰도를 나타내었다(Berg et al., 1995).

3. 실험절차

하루에 30분씩 2번, 총 4주 동안 기존의 신경계 물리치료인 신장 운동, 근력 강화 운동, 관절 가동 운동에 추가로 교각 운동과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹을 각 그룹당 20분씩, 주당 3회, 총 4주간 시행하였다.

교각 운동 그룹(BG) 대상자들은 바로 누운 자세에서 무릎을 90°로 굽힌 상태에서, 발바닥은 11자로 놓게 하고 양팔을 몸통에서 30° 정도 벌린 상태로 교각 운동을 시행하였다. 대상자들은 머리와 목을 바른 자세로 두어 천장을 바라보도록 하고 ‘배꼽을 척추 쪽으로 1~2cm 당기도록 배에 힘을 주세요.’라는 구두 명령과 함께, 복부 드로잉-인을 스스로 하도록 골반을 뒤 기울임 시키고 배꼽 당기기 훈련을 시행하고 교육하였다. 복부 드로잉-인의 교육을 시행한 후, ‘엉덩이를 들어 올리세요.’라는 측정자의 지시에 따라서 골반을 들어 올린 후, ‘유지 하세요.’라는 구두 명령에 따라서 5초간 자세를 유지한 후 ‘엉덩이를 다시 내리세요.’라고 측정자가 지시하면 골반을 바닥으로 내린 후, 5초간 휴식을 가진다. 10회 1세트로 각 세트 사이에 30초의 휴식을 가지며 20분간 반복 세트를 수행하였다.

감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG) 대상자들도 교각 운동 그룹(BG) 대상자들과 동일한 자세로 실험을 중재를 하였다. 대상자들에게 약간의 골반 뒤 기울임을 포함한 배꼽 당기기 훈련을 시행한 후 허리둘레 변화 감지기 벨트를 착용하도록 하였다. 과도한 수축으로 대상자가 숨을 참는 것이 발생하지 않도록 교육하였으며, 대상자가 복부에서 힘을 빼 허리둘레가 증가할 경우, 진동 감각 피드백 벨트의 센서를 통해 진동이 발생함으로써 피드백을 제공하였다. 이러한 피드백을 통해 대상자가



Fig. 2. Bridge exercise with modified Abdominal Drawing-in.

다시 복근을 수축하여 드로잉-인 동작을 유지하도록 하였다(Kim, 2017)(Fig. 2).

4. 자료 분석

자료 분석은 SPSS 17.0 for window를 이용하여 통계 처리하고, 집단 내 차이를 알아보기 위해, 대응 표본 T 검정을 시행하였고, 각 군 간의 비교를 위해서 독립 표본 T 검정을 시행하였다. 통계학적 유의수준을 검증하기 위한 유의수준을 0.05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 모두 43명이었으나, 3명은 개인 사유로 실험에 참여하지 못하여 제외하였다. 최종 실험에는 40명이 참여하였다. 교각 운동 그룹(BG)은 남자 9명, 여자 11명으로 총 20명이었고, 연령은 53.18 ± 8.31 세, 신장은 166.50 ± 6.24 cm, 체중은 62.25 ± 9.50 kg이며, 오른쪽 편마비 12명, 왼쪽 편마비 8명으로 구성되었으며, 유병기간은 14.8 ± 4.26 개월이었다. 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동을 각 그룹(FDBG)은 남자 8명, 여자 12명으로 총 20명이었고, 연령은 51.62 ± 7.91 세, 신장은 165.58 ± 7.70 cm, 체중은 60.47 ± 9.42 kg이며, 오른쪽 편마비 9명, 왼쪽 편마비 11명으로 구성되었으며, 유병기간은 15.42 ± 5.37 개월이었다. 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of each group (Mean±SD)

	BG (n=20)	FDBG (n=20)
Male / Female	9/11	8/12
Age (years)	53.18 ± 8.31	51.62 ± 7.91
Height (cm)	166.50 ± 6.24	165.58 ± 7.70
Body weight (kg)	62.25 ± 9.50	60.47 ± 9.42
Paretic side (Rt/Lt)	12/8	9/11
Onset duration (month)	14.8 ± 4.26	15.42 ± 5.37

BG: bridge exercise group,
FDBG: modified drawing-in bridge exercise group

2. 중재방법에 따른 배가로근 두께 변화

교각 운동 그룹(BG)은 배가로근 두께 변화에서 유의한 차이가 없었다. 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)은 배가로근 두께 변화에서 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 더욱이 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)에서 교각 운동 그룹(BG)과 비교하였을 때 유의한 증가를 했다($p<0.05$)(Table 2).

3. 중재방법에 따른 체중 지지율 변화의 변화

교각 운동 그룹(BG)과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)은 선 자세에서 마비 측 하지로 체중 지지율이 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$)(Table 2). 더욱이 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)에서 교각 운동 그룹과 비교하였을 때 유의한 증가를 했다($p<0.05$)(Table 3).

Table 2. Comparison of transverse abdominis thickness between before and after treatments (Mean±SD)

		BG (n=20)	FDBG (n=20)	p
TRA(cm)	Pre	0.32±0.04	0.31±0.06	0.03 ^a
	Post	0.34±0.08	0.39±0.04	
	p	0.13	0.04 [*]	

*significant difference from the pre-test at <0.05 , ^asignificant difference in gains between the two groups, $p<0.05$, BG: bridge exercise group, FDBG: modified drawing-in bridge exercise group, TRA: transverse abdominis thickness

Table 3. Comparison of change in balance ability between before and after treatments (Mean±SD)

		BG (n=20)	FDBG (n=20)	p
AWD (%)	Pre	43.08±3.38	42.68±2.91	0.03 ^a
	Post	45.43±3.90	47.28±6.24	
	p	0.05 [*]	0.03 [*]	
ALOS (mm)	Pre	2573.12±1470.24	2274.55±1711.47	0.01 ^a
	Post	3628.13±1153.31	4924.86±1870.00	
	p	0.07	0.01 [*]	
PLOS (mm)	Pre	2313.52±1103.4	2522.67±938.70	0.00 ^a
	Post	3897.74±1782.65	5361.36±1869.63	
	p	0.03 [*]	0.01 [*]	
TUG (Sec)	Pre	22.82±11.36	21.55±7.20	0.03 ^a
	Post	18.34±7.37	16.65±5.40	
	p	0.04 [*]	0.02 [*]	
BBS	Pre	39.37±6.86	38.81±6.92	0.04 ^a
	Post	44.25±5.74	46.32±6.82	
	p	0.05 [*]	0.03 [*]	

*significant difference from the pre-test at <0.05 , ^asignificant difference in gains between the two groups, $p<0.05$, BG: bridge exercise group, FDBG: modified drawing-in bridge exercise group, AWD: affected weight distribution, ALOS: anterior limit of stability, PLOS: posterior limit of stability, TUG: timed up and go test, BBS; Berg balance scale

4. 중재방법에 따른 정적 및 동적 균형의 변화

교각 운동 그룹(BG)과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)은 선 자세에서 안정성 한계(limit of stability)의 전방 이동 범위와 후방 이동 범위가 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 더욱이 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)에서 교각 운동 그룹(BG)과 비교하였을 때 유의한 증가를 했다($p<0.05$) (Table 2).

교각 운동 그룹(BG)과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)은 일어나 걸어가기 검사(timed up and go test, TUG)와 버그 균형 척도(Berg balance, BBS)에서 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 더욱이 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동 그룹(FDBG)에서 교각 운동 그룹(BG)과 비교하였을 때 유의한 증가를 했다($p<0.05$)(Table 3).

IV. 고찰

뇌졸중 환자는 여러 장애를 동반하여 기능적인 움직임과 일상생활 수행이 어렵고, 균형과 보행능력의 저하를 경험하게 된다(Jorgensen et al., 2002). 더욱이 몸통 조절은 몸통을 바로 세우는 기능뿐 아니라 체중 지지를 조절하고, 정적 또는 동적인 자세 조절과 신체의 움직임에 중요한 역할을 수행한다(Davis et al., 2003). 뇌졸중 환자에게서의 몸통 근육은 일반적으로 알려진 것과는 다르게 양쪽 모두 손상되어 있다고 밝혀졌다(Fujuwara et al., 2001).

Hide 등(1996)은 몸통 안정화 근육들은 몸통의 안정성뿐만 아니라 자세 조절과 움직임에도 큰 역할을 담당하며, 그중 배가로근은 가장 큰 역할을 담당하는 근육이라고 하였다. 따라서 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 4주 동안 교각 운동 기법과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한

교각 운동 기법이 배가로근과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는가를 확인하고자 하였다.

본 연구에서 배가로근의 두께는 실험 후 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹 군은 $0.39\pm 0.04\text{cm}$ 로 유의하게 증가하였고, 교각 운동 그룹군 과도 유의한 차이를 보였다. 교각 운동이 몸통을 안정화하고, 다리 근력을 증진하는 운동으로 임상에서 자주 이용되기는 하지만(Oh et al., 2007), 심부 근육의 동시 수축을 발생시키기 어렵고, 움직임 시작 전, 동시 수축이 먼저 수행되지 않으면 과도한 허리의 앞굽음 등의 대상작용이 발생하므로(Stevens et al., 2007), 정확한 교각 운동의 효과를 얻기 어렵다. Seo 등(2012)의 연구에서 뇌졸중 환자를 대상으로 초음파를 이용한 지속적 피드백을 제공하여 몸통의 근 수축과 복부 드로잉-인을 시행한 결과, 실험 군에서 배가로근의 두께가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹에서 지속적 진동 감각을 이용한 피드백이 실험 참가자의 복부 드로잉-인의 동작을 위한 몸통 근육의 근 수축과 골반 뒤 기울임 움직임을 지속해서 수행 할 수 있도록 도움이 되었다고 생각된다.

뇌졸중 환자들은 몸통 근육의 손상으로 인해 정적 및 동적 균형에도 문제를 가지게 된다. 뇌졸중 환자는 몸통 안정성 감소로 인해 신체 중심을 이동하는 균형 능력 감소가 나타나며, 더욱이 다리에서의 비대칭적 근력으로 인해 한쪽으로 체중 부하량이 과도하게 증가한다(Eng & Chu, 2002). 본 연구에서는 교각 운동 그룹과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹 모두에서 유의하게 증가하였고, 두 그룹 간 차이도 유의하게 나타났다. Lim 등(2012)은 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 복부 드로잉-인 기법과 결합한 교각 운동을 8주간 시행한 결과, 선 자세에서 마비 측으로의 체중 지지율이 증가하였고, 신체 중심 이동 속도와 거리가 유의하게 감소하였다고 보고하였다. Lee 등(2012)은 뇌졸중 환자 15명을 12주 동안 몸통 근육 안정화 운동을 시행한 결과, 자세

동요의 속도에서 유의한 감소를 나타내었다고 보고하였다. 본 연구에서 그룹 간 유의한 차이를 보인 이유는, 감각 정보의 피드백에 중점을 둔 과제 지향적 접근법 (Shumway, 2007)을 이용하여 시행한 운동은 체중 지지율이 마비 측으로 유의하게 증진되었다는 Heo (2011)의 보고와도 일치한다고 생각한다.

안정성 한계(limit of stability)는 두 발로 지면에 서서 발을 떨어뜨리지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게 중심을 이동할 수 있는 최대 범위로 정의된다(Winter et al., 1990). 본 연구에서는 전방 이동 범위, 후방 이동 범위가 교각 운동 그룹 $3628.13 \pm 1153.31\text{mm}$, $3897.74 \pm 1782.65\text{mm}$ 그리고 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹 $4924.86 \pm 1870.00\text{mm}$, $5361.36 \pm 1869.63\text{mm}$ 로 두 그룹 모두 증가되었고, 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다. 이는 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹에서 신체의 자세와 균형 조절을 담당하는 몸통의 근육 중 가장 중요한 역할을 하는 배가로근의 근육 두께가 증가하였으며 이는 신체의 균형능력이 향상되었을 것이라 생각된다. Kim (2017)의 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동을 시행한 결과, 균형능력 결과에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. Park 등(2011)은 압력 중심의 거리가 클수록 환자의 균형능력 및 보행에 좋은 영향을 미친다고 하였다. 따라서, 본 연구의 결과는 뇌졸중 환자에게 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동이 균형능력 향상에 있어서 임상적으로 효과가 있음을 입증하는데 시사하는 바가 크다. 뇌졸중 환자의 균형 회복 양상은 정상 성인의 압력 중심 이동인 전, 후 방향을 중심으로 나타남으로 뇌졸중 환자의 회복 단계와도 상관관계가 있음을 선행연구(Park et al., 2005)를 통해서도 알 수 있다.

뇌졸중 환자에게 몸통 안정화 운동을 시행하였던 선행연구를 살펴보면, 몸통 안정화 운동이 일상 활동 체력과 자세 조절 능력의 향상을 가져오고, 보행능력 증진에도 긍정적 영향을 미친다고 하였다(Choi & Jeong, 2008). 본 연구에서는 TUG (일어나 걸어가

검사, timed up and go test)와 BBS (버그 균형 척도, Berg balance scale)를 측정하여 동적 균형과 기능적 효과를 알아보았다. TUG의 평가 결과 교각 운동 그룹 $18.34 \pm 7.37\text{초}$ 그리고 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹 $16.65 \pm 5.40\text{초}$ 로 두 그룹 모두 증가되었고, 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다. BBS의 평가 결과 교각 운동 그룹과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동 그룹 모두 증가되었고, 그룹 간 유의한 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 신체구조 및 기능인 근육의 구조적인 변화와 더불어, 동적 균형과 같은 기능적인 활동에서도 교각 운동과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동이 효과적임을 입증하고 있다고 할 수 있다. 더욱이 본 연구에 따르면 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동이 일반적인 교각 운동을 시행하였을 때보다 더 나은 통계적 유의 확률을 나타내었다. 이는 감각 정보 피드백을 주어 복부 드로잉-인을 결합한 움직임이 몸통 근육의 활성화를 더욱 증진하고, 몸통의 안정화가 이루어진 것이라 생각된다. 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동이 척추 세움근의 근 활성도를 줄이면서 큰 볼기근을 강화하는데 유용하다고 보고한 선행 논문과 같은 결과를 나타낸다(Kho et al., 2012). 선행연구에서는 교각 운동과 복부 드로잉-인을 결합한 교각 운동이 몸통의 근 활성도와 근력 증진을 해 몸통의 안정화에 기여한다는 것을 이전 연구를 통해 알 수 있으며, 이러한 연구들이 많이 이루어지고 있으나, 몸통 안정화가 동적 균형능력과 기능적 움직임으로 직접적인 영향을 준다는 것에 대한 연구는 부족하다. 더욱이 복부 드로잉-인을 유지하기 위한 감각적 피드백을 직접적, 지속해서 제공하여 복부 근육의 근 활성과 그로 인한 허리의 앞굽음을 감소하고 골반의 뒤 기울임을 유도하는 방법의 중재는 부족하였다. 더욱이 임상에서는 복부 드로잉-인을 지속해서 유지하기 위해서 압력 바이오 피드백(Pressurebio-feedbackunit)을 많이 사용하여왔지만, 도구의 특성상 기저면에서 몸이 떨어지거나 공간에서 움직임을 할 때, 시각적으로 피드백을 받지

못하는 단점이 있었다. 피드백이 제공되지 않아도 학습은 일어날 수 있지만, 어느 정도의 목표 수준에 도달하기 위해서는 외부적인 정보가 필요하다. 본 연구를 통해 피드백은 방법에 따라, 빈도에 따라, 제공하는 시기에 따라서 운동학습 목표에 도달하는데 필요한 시간을 단축해 학습을 촉진할 수 있으며 수행의 결과에 더 좋은 영향을 제공한다는 것을 알 수 있다. 이는 피드백 제공이 움직임 학습에 대한 동기 유발과 운동 학습에 효과적인 결과를 낳는다는 선행연구와 같은 결과이다(Wulf & Whitacre, 1998)

본 연구의 결과로 미루어 볼 때, 교각 운동과 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동이 몸통 근육의 근 활성도와 근력을 증진해 몸통 안정화에 기여하며, 이는 기능적인 균형 능력에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 더욱이 감각적 피드백 운동 학습과 운동 조절에 중요한 요소라는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 신체 구조와 구조적 기능뿐 만 아니라 기능적 활동에 긍정적인 연관성을 준다고 생각된다. 본 연구는 대상자와 퇴원 후 자가 생활을 하는 대상자 모두 24시간을 통제하기 어려웠다는 점과 40명의 대상자로 얻어진 결과를 통해 모든 뇌졸중 환자들에게 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다. 그러나 감각피드백을 이용한 복부 드로잉-인 운동을 결합한 교각 운동이 몸통 근 활성도와 같은 구조적 변화뿐만 아니라, 체중 지지 및 동적 균형에도 효과가 있음을 입증하였고, 감각적 피드백이 운동학습에 효과가 있음을 입증하였다. 향후, 연구에서는 증가한 보행과 같은 기능적 활동 시 미치는 영향이나 체중 지지 내에서 체중 지지 분포도에 대해서도 적극적인연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자들에게 중요한 능력 중 하나인 정적 균형과 동적 균형 능력의 향상에 도움이 된다고 알려진 교각 운동에 추가로 진동 감각 피드백을

적용하여 복부 드로잉-인을 지속해서 유도하였을 때, 교각 운동을 수행하는 중에도 감각피드백을 통하여 배가로근의 지속적인 수축을 유도하고 이를 통하여 골반의 뒤 기울어짐을 유지하면서 운동을 유도해서 몸통의 안정성을 증진하여 대상자들의 정적 균형과 동적 균형 능력을 증진한 것으로 생각된다.

임상에서 뇌졸중 환자의 전반적인 물리치료뿐만 아니라 추가적으로 감각 피드백을 이용한 복부 드로잉-인 기법을 추가로 수행한다면 대상자의 균형능력 향상을 통하여 낙상의 예방, 일상생활 동작 수행 능력의 향상, 보행능력의 향상 등의 긍정적인 효과가 나타날 것으로 생각된다.

References

- Januario F, Campos I, Amaral C. Rehabilitation of postural stability in ataxic/hemiplegic patients after stroke. *Disability & Rehabilitation*, 2010;32(21):1775-1779.
- National Statistical Office. Deaths and the statistical office in 2010. National Statistical Office. 2011.
- Song GB, Hwangbo G. The effect of a rehabilitational sliding machine and conventional neurological physical therapy on the balance of patients with hemiplegia. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(1): 171-173.
- Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Physical therapy*. 1997;77(5):553-558.
- Song BK. Effect of somatosensory stimulation on upper limb in sensory, hand function, postural control and ADLs within sensorimotor deficits after stroke. *Journal of Korean Physical Therapy*. 2012;24(5):291-299.
- Spinazzola L, Cubelli R, Della Sala S. Impairments of trunk movements following left or right hemisphere lesions: dissociation between apraxic errors and postural instability. *Brain: A Journal of Neurology*. 2003;126(12):2656-2666.

- Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Trunk rotatory muscle performance in post-stroke hemiplegic patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1997;76(5):366-369.
- Davis PM. Right in the middle: selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia, 6th ed. Heidelberg. Springer. 2003.
- Reeves NP, Cholewicki J. Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*. 2003;31(1-2):73-139.
- Mew R. Comparison of changes in abdominal muscle thickness between standing and crook lying during active abdominal hollowing using ultrasound imaging. *Manual Therapy*. 2009;14(6):690-695.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropractic and Osteopathy*. 2005;13(7):1-8.
- Park MC, Heo JK, Lee JS. The effects of bridge exercise with different knee joint angles on stroke patients trunk muscle activity at different knee joint angle. *The Korean Society of Medicine and Therapy Science*. 2011;3(1):61-72.
- Jull GA, Richardson CA, Toppenberg R, et al. Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilization. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1993;39(3):187-193.
- Beninato M, Portney LG, Sullivan PE. Using the international classification of functioning, disability and health as a framework to examine the association between falls and clinical assessment tools in people with stroke. *Physical Therapy*. 2009;89(8):816-828.
- Macedo LG, Maher CC, Latimer J, et al. Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. *Physical Therapy*. 2009;89(1):9-25.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(11):1454-1458.
- Siedentop D. Developing teaching skills in physical education, 2nd ed. Boston. Houghton Mifflin. 1983.
- Mayer RE. Educational psychology: a cognitive approach. New York. Scott & Foresman. 1987.
- Kim CB. Effects of modified abdominal draw-in maneuver on trunk muscle stability and functional capacity and pain in patients with chronic low back pain. *Journal of PNF and Movement*. 2017;15(3):217-226.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed up & go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991;39(2):142-148.
- Berg K, Wood-Dauphine 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.
- Colby LA, Kisner C, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 11th ed. Philadelphia. FA Davis Company. 2018.
- Seo DK, Kwon OS, Kim JH, et al. The effect of trunk stabilization exercise on the thickness of the deep abdominal muscles and balance in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(2):181-185.
- Whittaker JL. Ultrasound imaging of the lateral abdominal wall muscles in individuals with lumbopelvic pain and signs of concurrent hypocapnia. *Manual therapy*. 2008;13(5):404-410.
- Jorgensen L, Engstad T, Jacobsen BK. Higher incidence of falls in long-term stroke survivors than in population controls: depressive symptoms predict falls after stroke. *Stroke*. 2002;33(2):542-547.
- Fujiwara T, Sonoda S, Okajima Y, et al. The relationships between trunk function and the finding of transcranial

- magnetic stimulation among patients with stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 2001;33(6): 249-255.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first episode low back pain. *Spine*. 1996;21(23):2763-2769.
- Oh JS, Cynn HS, Won JH, et al. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercise on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2007;37(6):320-324.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment pattern in healthy subjects during stabilization exercises. *Manual Therapy*. 2007;12(3):271-279.
- Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(8):1138-1144.
- Lim J, Lee S, Lee D, et al. The effect of a bridge exercise using the abdominal drawing-in maneuver on the balance of chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(8):651-653.
- Lee JY, Part JS, Lee DH, et al. Effect of the trunk muscle stabilization training on balance for chronic stroke patients. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2012;13(3):1212-1219.
- Shumway-cook A, Woollacott M. Motor control: translating research into clinical practice, 3rd ed. Philadelphia. Pillincott & willkins. 2007.
- Heo JY. Effect of task oriented approach sit to standing practice on mobility in stroke patients. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
- Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Medical progress through technology*. 1990;16(1-2):31-51.
- Park JW, Nam KS, Baek MY. The relationship between the plantar center of pressure displacement and dynamic balance measures in hemiplegic gait. *Korean Academy Of University Trained Physical Therapy*. 2005;12(1):11-21.
- Choi HJ, Jeong JW. The effect of 6 weeks intensive core stability training on functional fitness and postural control ability of stroke patients. *Korean Society of Exercise Physiology*. 2008;17(4):505-514.
- Kho EK, Jang JH, Jung DY. Effect of abdominal hollowing on muscle activity of gluteus maximus and erector spinae during bridging exercise. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2012;24(5): 319-324.
- Wulf G, Shea CH, Whitacre C. Physical-guidance benefits in learning a complex motor skill. *Journal of Motor Behavior*. 1998;30(3):367-380.