

Case Study

Open Access

# 편측무시 환자에게 실시간 초음파 영상을 이용한 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 효과 -단일 사례 연구-

김지선 · 기경일<sup>1</sup> · 강태우<sup>2†</sup>

다빈치병원 재활치료부, <sup>1</sup>대한PNF학회 대전충남도회, <sup>2</sup>우석대학교 보건복지대학 물리치료학과

## The Effects of Task-Oriented Training for Left Trunk Flexion Pattern Using Real-Time Ultrasound Imaging -A Single-Subject Experimental Study-

Ji-Seon Kim · Kyong-Il Ki<sup>1</sup> · Tae-Woo Kang<sup>2†</sup>

*Department of Rehabilitation, Davinci Hospital*

<sup>1</sup>*KPNFA Daejeon-Chungnam Branch*

<sup>2</sup>*Department of Physical Therapy, College of Health & Welfare, Woosuk University*

Received: February 9, 2019 / Revised: February 20, 2019 / Accepted: February 20, 2019

© 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 investigates the effects of task-oriented training for a left trunk flexion pattern using real-time ultrasound imaging in a stroke patient with unilateral neglect symptoms.

**Methods:** This study used the ABA experimental design, which is a single-subject research method among individual case research methods. For the ABA experimental design, changes in the degree of unilateral neglect, balance ability, and the thickness of the lateral abdominal muscle were visually analyzed during the baseline process, in the intervention period, and after the intervention. The experiments were performed 24 times in total for 8 times in each of the 3 periods. The unilateral neglect was measured using the Albert test, balance ability was measured using the Berg balance test, and the thickness of the lateral abdominal muscle was measured using ultrasound imaging. The subject was a 50-year-old male patient with unilateral neglect caused by right cerebral hemorrhage. He performed task-oriented training for a voluntary left trunk flexion pattern using real-time ultrasound imaging during the intervention period.

**Results:** The result of comparing the data collected during the intervention period with the data point average of the baseline process showed that balance ability improved and the tendency line was above the baseline. The tendency line of unilateral neglect was below the baseline and showed a decreasing tendency. The thickness of the lateral abdominal muscle showed an increasing

†Corresponding Author : Tae-Woo Kang (ktwkd123@woosuk.ac.kr)

trend and the tendency line was above the baseline.

**Conclusion:** The results of this study suggest that the task-oriented training for left trunk flexion pattern using real-time ultrasound imaging has a beneficial effect on balance ability, the degree of unilateral neglect, and the strength of the lateral abdominal muscle in unilateral neglect patients.

**Key Words:** Neglect, Ultrasonography, Trunk flexion pattern

## I. 서론

편측무시(neglect)는 손상 뇌반구의 반대측 신체 정보에 대한 인식과 처리 기능이 결여되어 있는 것을 의미한다(Marshall & Robertson, 2013). 이와 같은 한쪽 신체 분절에 대한 반응의 제한은 신체 분절의 근력 약화와 균형능력 감소에 많은 영향을 미치게 되며 (Jehkonen et al., 2000), 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자들은 편측 공간 무시로 인해 몸통 균형능력에 문제가 나타난다(van Nes et al., 2009). Pérennou 등(1999)과 van Nes 등(2009)는 편측무시가 신체 균형에 좋지 않은 영향을 미친다고 하였다.

편측무시를 위한 치료적 접근 방법은 하향식 접근법(top-down)과 상향식 접근법(bottom-up)으로 구분된다. 하향식 접근법은 외재적인 자극이나 명령을 이용하는 방법으로 이에 반응하여 무시측을 탐색하며 새로운 기술을 배우는 방법이다. 하향식 접근법으로 시각적 탐색(visual scanning), 상상연습(mental practice)이 있다(Fanthome et al., 1995; Gordon et al., 1985; Niemeier et al., 2001). 상향식 접근법은 무시측에 제공되는 자극을 통해 무시측에 대한 지각을 향상시킴과 동시에 과제수행능력을 높여주는 방법이다. 상향식 접근법으로 프리즘 안경, 눈 패치, 몸통 돌림과 같은 방법들이 있다(Barrett & Burkholder, 2006; Beis et al., 1999; Wiart et al., 1997). 하지만, 최근 연구에서 눈 패치와 몸통 돌림, 팔다리 활동과 인식 훈련, 그리고 몸통 돌림과 시각적 자극 같이 서로 다른 두 접근법을 결합한 접근법이 효과적이라고 하였다(de Sèze et al., 2001; Fong et al., 2007; Robertson et al., 2002).

편측무시를 위한 다양한 치료적 접근 방법 중 시각적 되먹임(visual feedback)과 몸통 돌림을 결합한 훈련이 편측무시 증상을 감소시킨다고 하였다(Wiart et al., 1997). 몸통 돌림 시 외측복부근육인 배가로근(transverse abdominal muscle, TrA), 배속빗근(internal abdominal oblique muscle, IO), 배바깥빗근(external abdominal oblique muscle, EO)은 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. TrA와 IO는 같은 방향으로 EO는 반대 방향으로 몸통을 돌림시키며, 양쪽의 IO와 EO가 수축하면 몸통을 굽힘시키는 것으로 알려져 있다(Urquhart & Hodges, 2005). TrA와 IO는 안쪽에 위치하고 있어 근수축 활동을 관찰하는 것이 어렵다. 실시간 초음파 영상(real time ultrasound image, RTUI)을 이용한 시각적 되먹임은 TrA와 IO의 두께 변화에 대한 정보를 즉각적으로 제공이 가능하다(Giggins et al., 2013). RTUI는 초음파 화면에 나타나는 근육층의 두께로 근육의 기능을 측정하는 비침습적인 방법이다(Bunce et al., 2004; Teyhen et al., 2005). 또한 외측복부근육의 기능 증가를 위해 능동적인 고유수용성신경근 촉진법(proprioceptor neuromuscular facilitation, PNF)의 패턴을 이용한 훈련이 효과적이라고 알려져 있다(Gong, 2015).

편측무시환자는 자세조절과 기능적인 활동이 감소되어 있다(van Nes et al., 2009). 편측무시 환자들은 신체 중심선에서 벗어나 몸통이 비대칭적으로 한쪽으로 편향되며, 이로 인해 자세 안정성이 감소된다(Pérennou et al., 1998). 편측무시 환자에게 수의적인 왼쪽 방향으로 몸통 돌림을 적용한 중재방법이 효과적인 것으로 알려져 있으며, 외측복부근육은 몸통 돌

림과 자세 안정성에 중요한 역할을 하는 근육으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자에게 RTUI를 이용한 왼쪽 굽힘 굴곡 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 효과를 알아보려고 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 발병 후 16개월이 지난 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 연구대상자는 오른쪽 대뇌내출혈로 뇌내혈종(intracranial hematoma) 제거술과 머리 뼈절개술(craniotomy)을 시행한 편측무시 환자로 신장 168cm, 체중 69.4kg인 50세 남성이었다. 편측무시는 선 나누기 검사(line bisection test)를 이용해 측정하였다. 연구대상자는 선 나누기 검사에서 1/4인치 이상의 편향된 양상을 보여 편측무시가 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 목적에 따른 평가와 중재의 시행이 가능할 수 있도록 보조도구 없이 5분 이상 독립적으로 선 자세를 유지할 수 있는 환자로 선정하였다. 어깨관절의 근육을 제외한 왼쪽 팔의 근력은 2/5이었으며, 엉덩관절의 근육을 제외한 왼쪽 다리의 근력은 2/5이었다. 경직도(spasticity)는 근육 경직 척도(modified Ashworth scale, MAS)를 이용해 측정하였으며, 팔 굽힘근은 MAS 2, 다리는 MAS 1이었다. 또한, 한국판 간이 정신상태검사(mini-mental state examination-Korean version)에서 25점으로 인지 능력에 문제가 없는 것으로 나타났다. 연구대상자는 편측 시야 결손(hemianopsia)나 행위상실증(apraxia)과 같은 증상은 없었다. 연구를 진행하는 동안 연구대상자는 병원에서 제공되는 일반적인 재활치료를 받았으며, 재활치료 시 편측무시를 위한 치료는 포함되지 않았다.

### 2. 실험 설계

본 연구는 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자에게

몸통 굽힘 패턴(trunk flexion pattern)의 과제지향적 훈련(task-oriented training)을 적용한 후 그 효과를 알아보기 위해 개별 사례 연구 방법(single-subject experimental research design) 중 단일 사례 연구 방법인 ABA 실험설계를 사용하였다. 총 실험 회기는 24회로 기초선 과정, 중재기간 그리고 중재 이후 기간으로 구분하여 각각 8회씩 시행하였다. 기초선 과정과 중재 이후 기간에는 일반적인 재활치료를 시행하였으며, 중재기간 동안에는 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 이용한 과제지향적 훈련을 추가적으로 실시하였다. 일반적인 재활치료는 팔과 다리의 근력 증가를 포함한 보존적인 치료와 기능적 활동을 위한 매트 운동과 보행 훈련을 실시하였다. 중재기간 동안 연구대상자에게 RTUI를 이용한 왼쪽으로 몸통 굽힘 패턴을 적용하여 편측무시를 위한 과제지향적 훈련을 실시하였다. 중재 이후 기간은 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 지속 효과를 알아보기 위해 실시하였다. 반복되는 측정의 학습효과를 피하기 위해 각 회기마다 하루씩 간격을 두고 시행하였다.

### 3. 측정 도구

#### 1) 편측무시

알버트 검사(Albert test)를 이용해 편측무시를 검사하였다. 알버트 검사는 A4 크기의 검사용지 위에 2.5cm 길이의 선이 중앙에 4개, 왼쪽과 오른쪽에 각각 18개로 총 40개의 선이 그려져 있다. 연구대상자의 체간 중앙에 검사용지를 위치시키고, 먼저 평가자가 중앙 4개의 선을 표시하여 시범을 보인 후 연구대상자가 나머지 36개의 선을 찾고 표시하도록 했다. 알버트 검사의 점수는 (무시한 선의 개수/총 선의 개수)×100으로 계산하였다. 알버트 검사는 신뢰도와 타당도가 높은 측정방법이다(Brem et al., 2014; Cha & Kim, 2015).

## 2) 균형능력

기능적 균형을 측정하기 위해 균형잡기 검사(Berg balance test, BBS)를 실시하였다(Blum & Komer-Bitensky, 2008; Sibley et al., 2011). BBS는 14개의 균형 측정으로 구성되며, 각 항목의 점수는 0~4점으로 총점은 56점이다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 측정에서 측정자가 신뢰도가 높은 측정방법이다(Lisa & Nicol, 2006).

## 3) 외측복부근육 두께

외측복부근육의 두께를 측정하기 위해 5 MHz 볼록형 탐촉자 초음파(achieve CST, V2U healthcare, Singapore) B-모드를 사용하였다. 초음파를 이용해 휴식 시와 복부 드로우-인(abdominal draw-in maneuver, ADIM) 시 TrA, IO, EO의 수축을 측정하였다. 초음파 탐촉자는 12번째 갈비뼈와 엉덩뼈능선 사이 2.5cm 내측에 위치하도록 하였다(Teyhen et al., 2005). 초음파 측정 후 초음파 화면에서 TrA의 근막 끝 부분에서 내측으로 2cm 수평선을 그은 후 수평선과 수직으로 선을 그어 TrA, IO, EO의 두께를 측정하였다(Hodges et al., 2003). 연구대상자는 엉덩관절과 무릎관절을 굽힘하고 바로 누운 자세(hook-lying position)에서 측정을 실시하였으며, 양쪽 외측복부근육의 두께를 모두 측정하였다. 휴식과 ADIM을 무작위로 실시하였으며, 각각 3번씩 측정하였다. ADIM은 "배꼽을 등쪽으로 움직이세요."라고 구두 지시를 내렸다(Mannion et al., 2008; Stetts et al., 2009). 각 동작을 5초 동안 유지하도록 하였으며, 각 동작 간에 30초의 휴식시간을 갖도록 하였다(Ishida et al., 2012).

## 4. 중재 방법

RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제 지향적 훈련은 정확한 TrA의 수축을 위한 ADIM 훈련 단계와 편측무시를 위한 RTUI를 이용한 훈련 단계로

구분하여 실시하였다. ADIM은 TrA의 단독적인 수축이 가능한 훈련 방법이다(Teyhen et al., 2005). 첫단계에서 연구대상자는 엉덩관절과 무릎관절을 굽힘하고 바로 누운 자세에서를 취하였다. 초음파 화면은 연구대상자의 왼쪽 눈 높이에 맞춰 위치하도록 하였다. TrA 수축의 변화를 초음파 화면을 통해 실시간으로 볼 수 있도록 하였다. 연구대상자는 몸의 중심에서 왼쪽으로 15-35도 몸통을 수의적으로 돌림하도록 하였다(Fong et al., 2007). ADIM을 실시하는 동안 정확한 TrA의 수축을 즉각적으로 수정하며 실시하도록 하였다. 두 번째 단계는 연구대상자가 바로 선 자세에서 실시하였으며, 초음파의 위치와 근육의 수축은 첫단계와 동일한 방법으로 진행하였다. 연구대상자는 몸통을 왼쪽으로 회전하여 초음파 화면을 볼 수 있도록 하였다. 근육의 수축은 5초 동안 유지하였고, 각각의 단계를 10회씩 3세트 반복 훈련하였다.

## 5. 자료 분석

본 연구에서는 기초선 과정, 중재기간 그리고 중재 이후에 편측무시 정도, 균형능력 그리고 외측복부근육의 두께 변화를 평가하기 위해 측정된 자료는 시각적으로 분석되었다. 각 측정 회기에서 수집된 자료는 그래프 상 점으로 표시하고 그 값에 대한 경향선으로 분석을 실시하였다.

## III. 연구 결과

각 회기별로 측정된 자료는 Fig 1과 Fig 2에 제시되었다. 기초선 과정과 비교하여 중재기간과 중재 이후 기간의 자료점을 연결한 경향선이 다른 양상을 보였다. 먼저, 중재기간 동안 BBS는 최소 2점에서 최대 8점까지 향상되었으며, 기초선 과정의 자료점 평균값을 연장한 경향선보다 위에 위치하는 것으로 나타났다. 중재기간 동안 알버트 검사는 최소 2점에서 최대 7점까지 감소되었으며, 기초선 과정의 자료점 평균값을

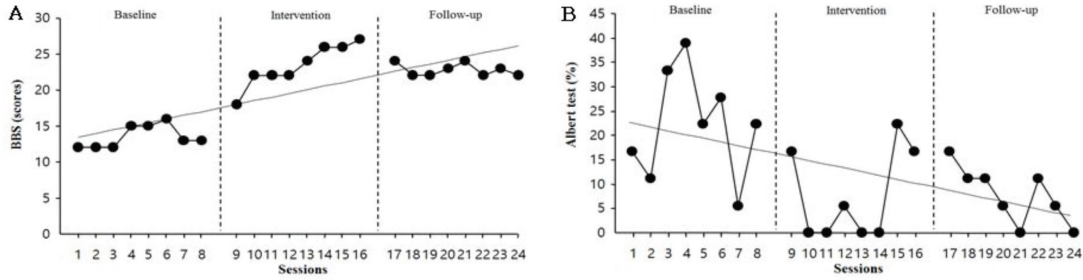


Fig. 1. Comparison of individual data across the baseline, intervention, and follow-up phases. (A) Berg balance test (BBS). (B) Albert test. Solid transverse lines indicate the celeration line in each phase.

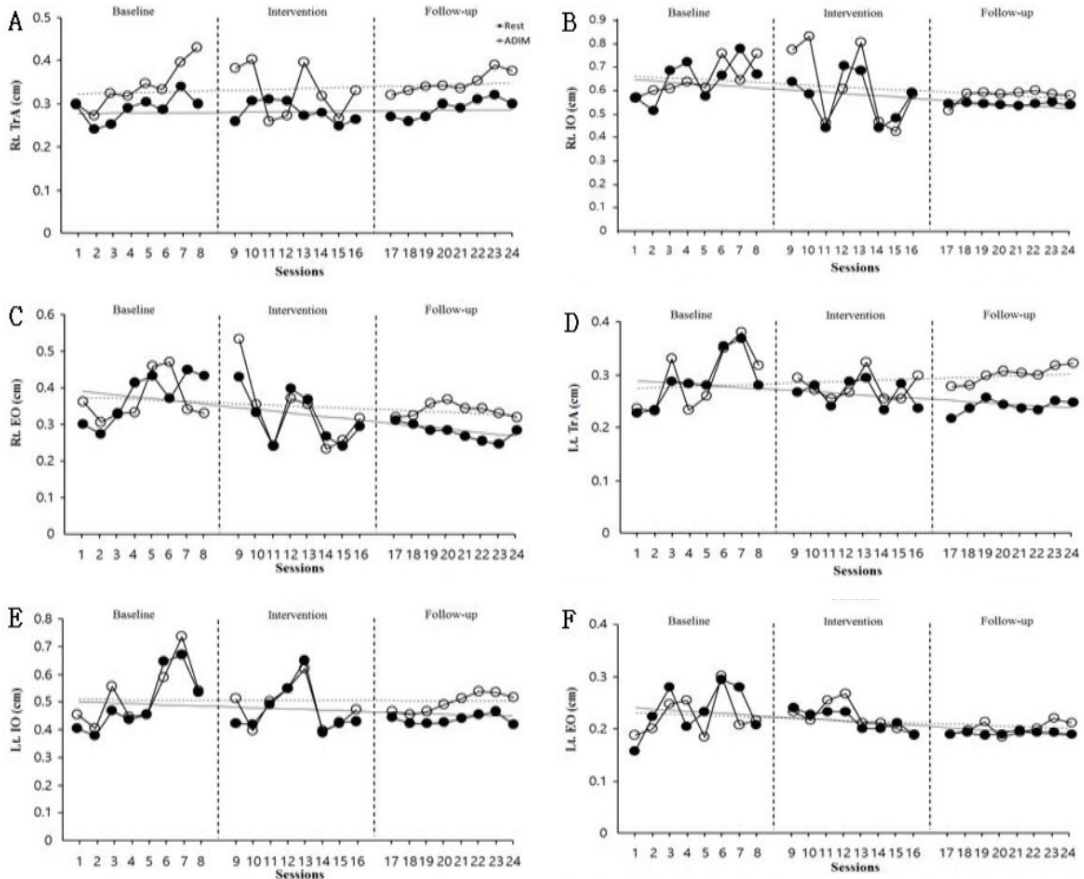


Fig. 2. Comparison of individual data across the baseline, intervention, and follow-up phases. (A) Thickness of right side transverse abdominis. (B) Thickness of right side internal oblique. (C) Thickness of right side external oblique. (D) Thickness of left side transverse abdominis. (E) Thickness of left side internal oblique. (F) Thickness of left side external oblique. Solid and dotted transverse lines indicate the celeration line in resting position and abdominal drawing-in maneuver, respectively.



연장한 경향선보다 아래 위치하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 중재기간 동안 ADIM을 실시하였을 때 오른쪽과 왼쪽 TrA의 두께 변화는 기초선 과정의 자료점 평균값을 연장한 경향선보다 위에 위치하는 것으로 나타났다. 중재기간 동안 ADIM을 실시하였을 때 양쪽 IO와 EO의 두께 변화는 기초선 과정의 자료점 평균값을 연장한 경향선보다 아래 위치하는 것으로 나타났다(Fig. 2).

#### IV. 고 찰

편측무시는 운동, 감각 그리고 인지 감소의 결과로 나타나며(van Nes et al., 2009), 이로 인해 비대칭적인 몸통의 편향으로 자세의 안정성이 감소하게 된다(Pérennou et al., 1998). 따라서, 편측무시 환자들은 균형, 보행과 같은 기능적인 능력이 저하한다(van Nes et al., 2009). 몸통의 비대칭성은 편측무시 그리고 기능 능력과 높은 상관성이 있다. RTUI는 편측무시 환자에게 수의적인 몸통 움직임 훈련을 적용 시 유용하게 사용할 수 있다. 본 연구는 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자에게 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 효과를 알아보고자 하였다. 연구의 결과 RTUI를 이용한 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련이 편측무시 정도, 균형능력 그리고 외측복부근육의 두께 변화에 효과적인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 편측무시 환자에게 RTUI를 이용한 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련을 실시하였다. RTUI를 이용한 중재 방법은 외측복부근육의 정확한 수축에 대한 정보를 제공하여 재교육과 진단방법으로 유용하게 사용되어지고 있다(Beazell et al., 2011). RTUI를 이용한 중재 방법은 외측복부근육의 두께 변화를 즉각적인 관찰이 가능하여 환자에게 정확한 TrA, IO 그리고 EO의 수축 정보를 제공하여 효과적인 교육이 가능할 수 있었다. 건강한 사람의 경우 양쪽 외측복부근육의 두께가 대칭적으로 나타난

다(Ikai et al., 2003). 본 연구의 연구대상자는 왼쪽 외측복부근육의 두께가 오른쪽보다 얇았다. 특히, 연구대상자가 ADIM을 실시하였을 때 양쪽 근육의 두께 차이가 더 크게 나타났다. 따라서 연구대상자에게 양쪽 외측복부근육의 대칭성 회복을 위한 훈련의 필요성을 알 수 있었다. 이는 RTUI를 이용해 왼쪽으로 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련이 편측무시와 균형능력, 그리고 TrA의 수축 능력 향상에 도움이 되고 이월효과가 있는 것으로 해석될 수 있다.

선행 연구들에서는 편측무시의 재활치료 방법으로 시각과 청각적인 되먹임, 눈 패치, 왼쪽 몸통 돌림이 주로 제시되고 있다(Fong et al., 2007; Gordon et al., 1985; Karnath et al., 1993; Spinelli & Di Russo, 1996; Wiart et al., 1997). 시각과 청각적인 되먹임 방법은 환자들에게 중재법 실행 후 성공과 실패에 대한 정보만을 제공하는 것으로 알려져 있다(Wiart et al., 1997). 왼쪽 방향으로 몸통 돌림 훈련은 시각적 오류를 감소시키는 것으로 나타났다(Karnath et al., 1993; Wiart et al., 1997). Fong 등(2001)은 눈 패치를 착용한 상태에서 수의적인 몸통 돌림을 실시한 그룹에서 편측무시 정도의 감소와 기능적인 능력이 증가하였다 보고했다. 이는 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 결과 편측무시 정도와 균형능력 그리고 외측복부근육의 두께 변화에서 기초선 기간보다 중재 기간 동안 긍정적인 영향을 보인 본 연구의 결과와 일치한다. TrA는 능동적인 활동 시 정상적인 운동 조절에 중요하게 작용하는 것으로 알려져 있다(Hodges, 1999). 본 연구의 결과 TrA의 두께가 증가하였다. 따라서 이와 같은 결과가 상하지의 움직임 시 몸통의 안정성을 제공하여 균형능력을 증가시키는데 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구는 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 효과를 알아보기 위해 ABA 단일 사례 연구 방법을 사용하였다. 단일 사례 연구 방법은 임상적인 견지에서 대상자의 구체적인 반응을 체계적으로 연구할 수 있는 실험 방법으로 여겨진다

(Portney & Watkins, 2000). 그러나 본 연구에서는 한 명을 연구대상자로 하였기 때문에 본 연구의 결과를 일반화하기에는 어려움이 따른다. ABA 단일 사례 연구 방법에 따른 중재 적용에 따라 기초선 과정과 중재 이후 기간 동안 일반적인 재활치료를 시행하였으며, 중재기간 동안 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 이용한 과제지향적 훈련을 추가적으로 실시하였다. 중재기간 동안 추가적인 중재 적용에 따른 운동량 증가에 의해 기능 향상의 결과가 나타났을 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 점을 보완하여 많은 연구대상자를 포함하고 보다 오랜 기간 동안 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련에 대한 연구가 지속적으로 시행되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 편측무시 증상이 있는 뇌졸중 환자에게 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 효과를 알아보기 위해 시행하였다. 그 결과 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련이 편측무시 정도, 균형능력 그리고 외측복부근육의 두께 변화에 효과적인 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과 RTUI를 이용해 왼쪽 몸통 굽힘 패턴을 적용한 과제지향적 훈련의 적용이 편측무시 환자들의 중재 방법으로 유익한 것으로 생각된다. 본 연구는 한 명을 대상으로 본 연구의 결과를 일반화하기에는 어려움이 있으므로, 향후 많은 수의 대상자를 통한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

## References

Barrett AM, Burkholder S. Monocular patching in subjects with right hemisphere stroke affects perceptual-attentional bias. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2006;43(3):337-346.

- Beazell JR, Grindstaff TL, Hart JM, et al. Changes in lateral abdominal muscle thickness during an abdominal drawing-in maneuver in individuals with and without low back pain. *Research in Sports Medicine*. 2011;19(4):271-282.
- Beis JM, André JM, Baumgarten A, et al. Eye patching in unilateral spatial neglect: efficacy of two methods. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1999;80(1):71-76.
- Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physal Therapy*. 2008;88(5):559-566.
- Brem AK, Unterburger E, Speight I, et al. Treatment of visuospatial neglect with biparietal tDCS and cognitive training: a single-case study. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2014;8:180.
- Bunce SM, Hough AD, Moore AP. Measurement of abdominal muscle thickness using M-mode ultrasound imaging during functional activities. *Manual Therapy*. 2004;9(1):41-44.
- Cha HG, Kim MK. The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on unilateral neglect of acute stroke patients: a randomised controlled trial. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 2015;33(2):53-58.
- De Sèze M, Wiart L, Bon-Saint-Côme A, et al. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(6):793-800.
- Fong KN, Chan CC, Au DK. Relationship of motor and cognitive abilities to functional performance in stroke rehabilitation. *Brain Injury*. 2001;15(5):443-453.
- Fong KN, Chan MK, Ng PP, et al. The effect of voluntary trunk rotation and half-field eye-patching for patients with unilateral neglect in stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2007;21(8):729-741.

- Fanthome Y, Lincoln NB, Drummond A, et al. The treatment of visual neglect using feedback of eye movements: a pilot study. *Disability and Rehabilitation*. 1995;17(8):413-417.
- Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of Neuroengineering Rehabilitation*. 2013;10:60.
- Gong W. The effects of dynamic exercise utilizing PNF patterns on abdominal muscle thickness in healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(6):1933-1936.
- Gordon WA, Hibbard MR, Egelko S, et al. Perceptual remediation in patients with right brain damage: a comprehensive program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1985;66(6):353-359.
- Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*. 1999;4(2):74-86.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*. 2003;27(6):682-692.
- Ikai T, Kamikubo T, Takehara I, et al. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;82(6):463-469.
- Ishida H, Hirose R, Watanabe S. Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. *Manual Therapy*. 2012;17(5):427-431.
- Jehkonen M, Ahonen JP, Dastidar P. Visual neglect as a predictor of functional outcome one year after stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2000;101(3):195-201.
- Karnath HO, Christ K, Hartje W. Decrease of contralateral neglect by neck muscle vibration and spatial orientation of trunk midline. *Brain*. 1993;116(Pt 2):383-396.
- Lisa B, Nicol KB. Usefulness of the Berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physal Therapy*. 2006;88(5):559-566.
- Mannion AF, Pulkovski N, Gubler D, et al. Muscle thickness changes during abdominal hollowing: an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. *European Spine Journal*. 2008;17(4):494-501.
- Marshall J, Robertson I. Unilateral neglect: clinical and experimental studies. East Sussex. Lawrence Erlbaum Associates Ltd. 2013.
- Niemeier JP, Cifu DX, Kishore R. The lighthouse strategy: improving the functional status of patients with unilateral neglect after stroke and brain injury using a visual imagery intervention. *Topic in Stroke Rehabilitation*. 2001;8(2):10-18.
- Pérennou DA, Amblard B, Leblond C, et al. Biased postural vertical in humans with hemispheric cerebral lesions. *Neuroscience Letters*. 1998;252(2):75-78.
- Portney L, Watkins M. Foundations of clinical research: applications to practice. 2nd ed. New Jersey. Prentice Hall. 2000.
- Robertson IH, McMillan TM, MacLeod E, et al. Rehabilitation by limb activation training reduces left-sided motor impairment in unilateral neglect patients: a single-blind randomized control trial. *Neuropsychological Rehabilitation*. 2002;12(5):439-454.
- Sibley KM, Straus SE, Inness EL, et al. Balance assessment practices and use of standardized balance measures among Ontario physical therapists. *Physal Therapy*. 2011;91(11):1583-1591.
- Spinelli D, Di Russo F. Visual evoked potentials are affected by trunk rotation in neglect patients. *Neuroreport*. 1996;7(2):553-556.
- Stetts DM, Freund JE, Allison SC, et al. A rehabilitative ultrasound imaging investigation of lateral abdominal muscle thickness in healthy aging adults. *Journal*



- of Geriatric Physal Therapy*. 2009;32(2):60-66.
- Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2005;35(6):346-355.
- Urquhart DM, Hodges PW. Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *European Spine Journal*. 2005;14(4):393-400.
- Van Nes IJ, van Kessel ME, Schils F, et al. Is visuospatial hemineglect longitudinally associated with postural imbalance in the postacute phase of stroke? *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009;23(8):819-824.
- Wiat L, Côme AB, Debelleix X, et al. Unilateral neglect syndrome rehabilitation by trunk rotation and scanning training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1997;78(4):424-429.