

이 석 민 교수 지도  
석 사 학 위 논 문

체간 안정화 재활 로봇이 뇌졸중  
환자의 앉은 자세 균형, 체간  
조절 및 재활 동기에 미치는 효과

삼육대학교 대학원

물리치료학과

황 성 환

2017년 12월

이 석 민 교수 지도  
석 사 학 위 논 문

체간 안정화 재활 로봇이 뇌졸중  
환자의 앉은 자세 균형, 체간  
조절 및 재활 동기에 미치는 효과

삼육대학교 대학원

물리치료학과

황 성 환

2017년 12월

이 석 민 교수 지도  
석 사 학 위 논 문

체간 안정화 재활 로봇이 뇌졸중  
환자의 앉은 자세 균형, 체간  
조절 및 재활 동기에 미치는 효과

이 논문을 이학석사학위 논문으로 제출함

2017년 12월

삼육대학교 대학원

물리치료학과

황 성 환

# 황성환의 이학석사학위 논문을 인준함

심사위원장 : \_\_\_\_\_ (인)

심사위원 : \_\_\_\_\_ (인)

심사위원 : \_\_\_\_\_ (인)

삼육대학교 대학원

2017년 12월



## 감사의 글

추운 겨울이 있어 여름의 고마움을 알듯이 새로운 공부를 해서 지금 이 시간이 소중하다는 것을 알았습니다. 이석민 교수님 지난 2년 감사드리며 언제나 건강하시길 바라며 이병희 교수님의 물리치료 사랑을 느낄 수 있는 수업 감사합니다.

논문을 준비하면서 더욱 고마운 안승현 선생님 고맙다는 말이 부족합니다. 논문 작성에 힘을 실어준 이형주, 장호영, 허윤정 박사님 감사하며 함께 석사 논문 준비한 김은형, 허효령, 조용준, 한동국, 박경림, 엄영진 선생님들 감사합니다.

대학원 꿈을 꾸게 해주신 임채식 과장님, 실험 동의 과정을 도와주신 김은주 과장님, 동작 분석실의 구도훈 연구원, 국립 재활원에서 언제나 힘이 되어준 최혜영, 김정은, 손미옥, 김경은, 김성미, 이왕재 선생님, 신관 4층 물리치료실 서영중, 김광준, 유평근, 박경남, 김성환, 전경선, 이규배, 김경현, 정지희, 차선운 선생님 감사합니다.

언제나 저를 지지해주시고 걱정해주신 부모님과 저에게 가장 큰 기쁨과 사랑을 주는 아내와 두 딸에게 감사합니다.

논문 작성에 도움을 주신 모든 분들에게 감사하며 지금의 저를 있게 해주신 병원 환자분들을 위해 열심히 노력하고 최선을 다하는 사람이 되도록 하겠습니다.

2017년 12월

황 성 환

## 목 차

|   |    |
|---|----|
| 감사의 글 .....                                     | i  |
| 국문요약 .....                                      | vi |
| I. 서론 .....                                     | 1  |
| A. 연구의 배경 및 필요성 .....                           | 1  |
| B. 연구의 목적 .....                                 | 5  |
| C. 연구의 가설 .....                                 | 6  |
| D. 용어의 정의 .....                                 | 7  |
| II. 문헌고찰 .....                                  | 8  |
| A. 체간 안정화 재활 로봇 훈련에 대한 선행 연구 .....              | 8  |
| B. 앉은 자세 균형에 대한 선행 연구 .....                     | 11 |
| C. 체간 조절에 대한 선행 연구 .....                        | 15 |
| D. 재활 동기에 대한 선행 연구 .....                        | 19 |
| III. 연구방법 .....                                 | 23 |
| A. 연구 설계 .....                                  | 23 |
| B. 연구의 대상 및 절차 .....                            | 24 |
| C. 실험 방법 .....                                  | 27 |
| D. 측정 도구와 자료 수집 과정 .....                        | 29 |
| E. 변수의 선정 .....                                 | 32 |
| F. 분석방법 .....                                   | 33 |
| IV. 연구결과 .....                                  | 34 |
| A. 연구 대상자의 일반적 특성 .....                         | 34 |
| B. 연구 대상자의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기 동질성 검증 ..... | 36 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| C. 앉은 자세 균형 변화 .....     | 38  |
| D. 체간 조절 능력 변화 .....     | 54  |
| E. 재활 동기 변화 .....        | 58  |
| V. 논의 .....              | 60  |
| A. 앉은 자세 균형 능력의 변화 ..... | 60  |
| B. 체간 조절 능력의 변화 .....    | 64  |
| C. 재활 동기 변화 .....        | 68  |
| VI. 결론 .....             | 70  |
| 참고문헌 .....               | 71  |
| Abstract .....           | 84  |
| 부록 1. 연구 참여 동의서 .....    | 86  |
| 부록 2. 뇌졸중 자세 평가 척도 ..... | 88  |
| 부록 3. 체간 손상 척도 .....     | 93  |
| 부록 4. 재활 동기 척도 .....     | 100 |
| 부록 5. 체간 안정화 재활 로봇 ..... | 103 |
| 부록 6. 힘 측정판 .....        | 105 |

## 표 목 차

|  |    |
|--|----|
| 표 1. 체간 안정화 재활 로봇에 관한 연구 .....                           | 10 |
| 표 2. 앉은 자세 균형에 관한 연구 .....                               | 13 |
| 표 3. 체간 조절 연구에 관한 연구 .....                               | 17 |
| 표 4. 재활 동기에 관한 연구 .....                                  | 22 |
| 표 5. 연구의 독립변수와 종속변수 .....                                | 32 |
| 표 6. 연구 대상자의 일반적인 특성 .....                               | 35 |
| 표 7. 연구 대상자의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 관한<br>동질성 검정 ..... | 37 |
| 표 8. 수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 .....                    | 38 |
| 표 9. 수정된 기능적 건측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 .....                    | 40 |
| 표 10. 눈 뜬 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 .....                     | 42 |
| 표 11. 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 .....                    | 44 |
| 표 12. 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화 .....                    | 46 |
| 표 13. 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도 전·후 변화 .....                    | 48 |
| 표 14. 눈 뜬 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 .....                 | 50 |
| 표 15. 눈 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 .....                | 52 |
| 표 16. 뇌졸중 자세 평가 척도 전·후 변화 .....                          | 54 |
| 표 17. 체간 손상 척도 전·후 변화 .....                              | 56 |
| 표 18. 재활 동기 전·후 변화 .....                                 | 58 |

## 그림 목 차

|  |     |
|--|-----|
| 그림 1. 연구 설계 .....                          | 23  |
| 그림 2. 연구의 절차 .....                         | 26  |
| 그림 3. 수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 .....     | 39  |
| 그림 4. 수정된 기능적 건측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 .....     | 41  |
| 그림 5. 눈 뜬 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 .....       | 43  |
| 그림 6. 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 .....      | 45  |
| 그림 7. 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화 .....      | 47  |
| 그림 8. 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화 .....     | 49  |
| 그림 9. 눈 뜬 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 .....   | 51  |
| 그림 10. 눈 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 ..... | 53  |
| 그림 11. 뇌졸중 자세 평가 척도 전·후 변화 .....           | 55  |
| 그림 12. 체간 손상 척도 전·후 변화 .....               | 57  |
| 그림 13. 재활 동기 전·후 변화 .....                  | 59  |
| 그림 14. 체간 안정화 재활 로봇 훈련기 .....              | 104 |
| 그림 15. 체간 안정화 로봇 훈련 모습 .....               | 104 |
| 그림 16. 힘 측정판 .....                         | 106 |
| 그림 17. 힘 측정판 앞은 자세 측정 .....                | 106 |

## 국 문 요 약

### 체간 안정화 재활 로봇이 뇌졸중 환자의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 미치는 효과

본 연구는 뇌졸중 환자에게 체간 안정화 재활 로봇 훈련이 앉은 자세 균형과 체간조절 및 재활 동기에 어떠한 효과가 있는지 알아보고자 하였다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련군(실험군)과 일반적인 물리치료군(대조군)은 무작위 배정으로 각각 9명으로 분류되었고, 모두 일반적인 물리치료를 6주간 주 10회(1일 2회 × 30분간) 실시하였으며, 실험군은 부가적으로 6주간 주3회 × 30분간 체간 안정화 재활 로봇 훈련을 실시하였다. 치료 중재 후 효과를 알아보기 위하여 앉은 자세 균형능력은 수정된 기능적 팔 뻗기 검사와 힘 측정판을 체간 조절 능력은 뇌졸중 자세 조절 평가 척도와 체간 손상 척도를 이용하였으며, 재활 참여도는 재활 동기 설문지로 평가하였다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군 모두 훈련 전 후 수정된 기능적 전측, 건측 팔 뻗기 검사에서 유의한 차이가 있었으며 ( $p<0.05$ ), 체간 안정화 재활 로봇 훈련군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다 ( $p<0.05$ ). 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군 모두 훈련 전 후 결과, 힘 측정판의 동요 속도에서 눈 뜬 상태와 감은 상태의 좌우와 전후 동요 속도, 신체 중심 압력 거리 변화의 전후에서 유의한 차이가 없었으며, 두 집단 간에도 유의한 차이는 없었다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군 모두 훈련 전후 뇌졸중 자세 평가 척도에 유의한 차이가 있었고( $p<0.05$ ), 체간 안

정화 재활 로봇 훈련군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군의 훈련 전후 체간 손상 척도에서 유의한 차이가 있었고( $p < 0.05$ ), 체간 안정화 재활 로봇 훈련군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군 모두 훈련 전 후 재활 동기는 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.05$ ), 체간 안정화 재활 로봇 훈련군이 일반적인 물리치료군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 적용한 체간 안정화 재활 로봇 훈련은 뇌졸중 환자의 다양한 체간 근육의 강화, 고유수용성 감각 입력, 하지 근력 강화, 대칭적인 체중 부하와 이동이 가능한 특이성 과제 지향적 훈련 방법으로 체간 훈련에 유용한 치료 방법이 될 수 있을 것이다.

**주요어 :** 뇌졸중, 로봇, 앉은 자세 균형, 체간 조절, 동기

# I. 서론

## A. 연구의 배경 및 필요성

뇌졸중 발병 후 5년 이내 사망률은 35.2%에서 38.5%이며 5년 이후 생존자는 약 60%이상 되는 것으로 보고되고 있고(박안숙과 고은, 2017) 뇌졸중 환자는 9%만이 질병이전 기능 상태로 완전히 회복되고 73% 환자들은 불안전 회복되어, 신경학적 장애로 감각, 운동, 인지, 언어, 정서, 지각 장애 등 다양한 증상으로 나타나며, 균형 및 보행 기능이 불안전 회복되어 장애를 가지고 살아가야 한다(Norman, 2017). 뇌졸중 환자들의 특이성 장애 중 심각한 균형 결핍 환자일수록 독립적인 보행과 일상생활동작에 많은 장애가 있다((Karthikbabu et al., 2017).

급성기 35명 환자들 중 뇌졸중 직후 앉기 자세가 가능한 환자들은 앉기 자세가 불가능한 환자들에 비해 6개월 후 독립적인 보행이 가능할 수 있는 확률이 20배 높다고 하였다(Bank et al., 2016). 뇌졸중 환자들의 체간 조절 능력은 균형 회복에 있어서 필수적인 요소이다. 뇌졸중 환자들의 앉기 균형은 급성기 뇌졸중 환자들의 포괄적인 일상생활동작(45%~71%)(Cabanas-Valdés et al., 2013)과 보행(62%) 및 동적 균형(58%)능력과 유의한 관련이 있고(Verheyden et al., 2009), 뇌졸중 발병 6개월 후 보행 수준을 예측할 수 있는 중요한 인자로 보고되었다(Duarte et al., 2010).

체간은 신체의 중심축으로 자동적이고 무의식적인 앉기와 서기 균형, 이동하기, 체위 변경, 보행 시 선행적인 자세조절에서 중요한 부분을 차지한다(Perlmutter et al., 2010). 일반적으로 동적 균형과 독립 보행이 가능한 뇌졸중 환자일수록 그렇지 않은 환자들에 비해 삶의 질이 높고 재활 동기에 긍정적인 변화를 보인다(Gomes et al., 2016). 특히 독립 보행이 불가능하고 앉기 균형 능력이



낮은 환자들의 경우 비정상적인 공간 지각 능력과 고유수용성 감각 저하로 인한 신체 부정렬로 나타나는데 이는 불안정한 환경에 변화하지 않고 순응하려는 경향으로 체간의 비대칭적인 자세를 유발한다(Rand et al., 2010). 또한 신체 중심이 견측으로 이동되어 비대칭적인 체중부하가 발생되어 안정성이 감소되며 이는 이차적인 합병증을 유발한다(Giggins et al., 2013). 체간 손상 척도를 이용한 평가에서 아급성기 뇌졸중 환자들의 상·하부의 체간 움직임에 장애가 있으며 체간 조절 장애는 입·퇴원 기간을 예측하고 일상생활 동작 수행 능력에 대한 초기 예측인자로 알려져 있다(Verheyden et al., 2006). 또한 체간 조절은 균형(51%), 보행 속도(27%), 기능적 이동(44%)에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Verheyden et al., 2006). 뇌졸중 환자들의 체간 조절 장애와 근력 약화는 자세 조절 수행 문제와 기능적 독립생활에 부정적인 영향을 준다. 대다수 국내 임상에서 앉기와 서기 균형이 불가능한 환자들에게도 독립 보행 훈련을 실시하고 있으나 이는 심각한 비대칭적인 체중 부하와 체간 부정렬을 만드는 요인으로 작용하기도 한다. 게다가 국내 국외 뇌졸중 후 치료의 대부분은 상·하지 운동 기능 회복과 선 자세 균형 및 보행에 중점을 두고 있는 반면 앉기 균형 훈련과 체간 훈련은 무시 되어왔다(Di Monaco et al., 2010).

체간 조절과 앉기 균형, 보행, 기동성, 일상생활동작과 매우 유의한 관련이 있고 기능적인 예후를 결정짓는 변수로 체간 재활 훈련의 중요성을 강조하고 있다(Kwakkel & Kollen, 2013; Verheyden et al., 2006). 따라서 뇌졸중 환자들의 앉기 균형 능력과 체간 조절 훈련은 기능 회복에 필요한 훈련으로 가장 먼저 선행되어야 한다.

이러한 사실을 근거로 체간 훈련에 관한 선행연구들을 살펴보면 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 체간 외측 굴곡 훈련의 효과성(동적 앉기 자세 균형) 연

구(Verheyden et al., 2009), 체간 위치 자각 훈련을 통한 급성기 뇌졸중 환자들의 대칭적인 앉기 자세의 효과(Jung et al., 2014), 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 물리치료 볼(physio ball)와 매트(plinth) 이용한 체간 훈련 효과(Karthikbabu et al., 2011) 등이 보고되었으나 자발적 회복이 연구 결과에 미치는 영향을 배제하지 않을 수 없다. 만성 뇌졸중 환자들 대상으로 매트를 이용한 체간 훈련 효과 연구에서 보행과 균형이 보고되었으나 대조군이 없어 연구 결과를 일반화 할 수 없다(Karthikbabu et al., 2011). 선행 연구에서 치료 중재 후 효과성이 보고되었으나 이러한 치료 방법은 치료사의 정신적 육체적 노력을 필요로 하며, 치료사의 집중적인 일대일 환자 치료를 위해 많은 시간이 필요하며 환자 치료 중재에는 치료사의 체력적인 소모가 크기 때문에 치료 효과가 감소 될 수 있다고 보고 하였다(신규현, 2008). 또한 실생활 환경과 다른 과제 선정은 치료 효율감소로 이어져 환자 들이 치료에 수동적이고 치료과정에 대한 불신으로 이어진다고 하였다(Joo et al., 2010). 로봇 재활치료에서 화면을 통한 문제 해결 방법과 흥미와 재미를 유발하는 과제 수행 영역으로 확대되고 있다(Esquenazi & Packel, 2012; 김영기, 2014). 재활 로봇은 치료사 노동 강도와 치료시간을 줄이고, 정확하고 일관적인 치료를 제공하며 재활 치료 능률과 질을 향상시킨다 하였다. 특히 시지각을 이용한 로봇훈련은 정확하고 다양한 감각 되먹임으로 능동적이고 적극적인 참여와 결과에 대해 동기유발을 하게하며, 중요한 과제로 기능 향상으로 집중적 연습을 훈련시킬 수 있는 장점이 있다(Butler & Willett, 2010; Jack et al., 2001). 뿐만 아니라, 로봇 재활은 환자를 위한 보호 장비와 간단한 조작을 통한 다양한 치료 훈련 프로그램을 제공하여 도전적이고, 동기 유발적이며 구체적 과제에 집중하도록 프로그램을 제공한다(Saposnik et al., 2011). 훈련 결과를 측정, 저장할 수 있다(김영기, 2014).

최근에는 낙상의 위험을 최소화하며 안정성을 고려한 균형 훈련, 하지 근력 강

화, 체중 이동 훈련, 체간 근육의 강화 훈련을 난이도 조절이 가능하고 순차적으로 시행 할 수 있으며 시각적 피드백을 제공하는 훈련기기를 이용한 연구들이 시도되고 있다(Morone et al., 2011). 국내에서 개발한 체간 안정화 훈련 연구를 살펴보면 다중계 위축 환자 1명을 대상으로 한 케이스 연구(Lee et al., 2017), 급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 균형, 보행, 재활 참여도에 관한 연구(박윤상, 2015)가 있었으며, 김영기(2014) 연구는 8명의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 로봇 시스템 개발 연구가 있다. 선행 연구 모두 독립보행이 가능하거나 표본 수가 너무 적고 체간 훈련 중재 후 효과를 규명하는데 한계가 있다. 게다가 체간 안정화 재활 로봇 훈련기는 앉고 서기 자세에 대한 어려움으로 기동성에 제한이 있거나 일어서기 및 서서 유지하는데 어려운 환자들의 체간 훈련과 앉기 및 서기 자세 균형을 훈련하며 좌석 및 발판 센서를 이용하여 체중 이동 훈련이 가능하도록 고안 되었다.

따라서 본 연구의 목적은 독립보행이 불가능한 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 안정화 재활 로봇 중재 후 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

## B. 연구의 목적

연구의 목적은 뇌졸중 환자에게 6주간 체간 안정화 재활 로봇훈련과 일반적인 물리치료를 시행하여 집단 간 앉은 자세균형, 체간 조절 및 재활 동기 변화를 구명하여 재활치료의 기초자료를 제공하여 향후 뇌졸중 환자의 물리치료 증진에 기여하고자 하며 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 체간 안정화 재활 로봇을 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 앉은 자세 균형 효과를 알아보고자 하였다.

둘째, 체간 안정화 재활 로봇을 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 체간조절 효과를 알아보고자 하였다.

셋째, 체간 안정화 재활 로봇을 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 재활 동기 효과를 알아보고자 하였다.

## C. 연구의 가설

본 연구 목적에 따라서 다음과 같은 가설을 설정하였다.

첫째, 체간 안정화 재활 로봇군과 일반적인 물리치료를 받는 군의 사전·사후 앉은 자세 균형에 차이가 있으며, 두 집단 간에도 차이가 있을 것이다.

둘째, 체간 안정화 재활 로봇군과 일반적인 물리치료를 받는 군의 사전·사후 체간 조절에 차이가 있으며, 두 집단 간에도 차이가 있을 것이다.

셋째, 체간 안정화 재활 로봇군과 일반적인 물리치료를 받는 군의 사전·사후 재활 동기에 차이가 있으며, 두 집단 간에도 차이가 있을 것이다.

## D. 용어의 정의

### 1. 체간 안정화 재활 로봇훈련

본 연구에서 치료적 중재로 사용한 체간 안정화 재활로봇은 독립보행이 불가능한 환자들의 체간 훈련, 앉기 및 서기 자세 균형을 훈련할 수 있도록 좌석과 발판 센서를 이용하여 체중 이동 훈련이 가능하도록 고안 되었다. 환자는 좌석에 앉거나 서 있는 자세로 화면을 보면서 전·후·좌·우 방향으로 체중을 이동하면서, 체간 근육 강화 및 앉기와 선 자세에서 균형 훈련을 하는 것을 말한다.

### 2. 앉은 자세 균형

본 연구에서 앉은 자세 균형이란 자세 동요 발생 시 안정된 앉기 자세에서 외부의 지지나 신체적 도움 없이 침상 가장 자리에서 직립 자세(upright posture)를 유지할 수 있는 능력을 말한다(Portney & Watkins, 2009).

### 3. 체간 조절

본 연구에서 체간 조절이란 신체의 직립 자세를 유지하고 체중 이동을 조절하기 위한 체간 근육의 수행 능력이며, 정적이거나 동적인 자세 조절을 하는 동안 지지 기저면(base of support)내에서 신체 중심을 유지하기 위한 체간의 선택적인 움직임 수행할 수 있는 능력을 말한다(Davies, 2000).

### 4. 재활 동기

본 연구에서 재활 동기는 자신의 능력에 대한 자율성, 지각, 주의 환경과의 관계 속에서 잔존 능력을 활성화하며 변화된 삶 형태에 빠르게 적응하기 위해 활동에 참여하려는 심리적 욕구를 말한다(한혜숙과 임난영, 2002).

## II. 문헌고찰

### A. 체간 안정화 재활 로봇 훈련에 대한 선행 연구

다중계 위축 환자의 균형 보조 촉진 되먹임 사례 연구((Lee et al., 2017)에서 되먹임 촉진 보조 균형 훈련기(feedback facility-assisted balance training)를 이용하여 6주간 30분씩 30회 훈련한 결과 버그 균형검사에서 3점, 체간 손상 척도에서 4점 향상되었고, 기능적 독립 평가의 이동과 보행에서 15점 개선되었으며, 옷 입기와 씻기에서 도움이 감소하였다. 기능적 팔 뻗기 검사에서 15 cm로 개선되었고, 보행 속도는 감소되었고 기능적 보행 검사와 하지 근력에는 변화가 없다고 하였다. 되먹임 촉진보조 균형 훈련기는 새로운 신경로 활동과 감각 되먹임을 통한 운동 루프(loop)를 향상시키고 반복적이고 집중적인 과제 수행 훈련을 통해 신경로 연결을 강화하는데 도움이 된다고 하였다(Angeli et al., 2014).

급성기 뇌졸중 환자 28명을 대상으로 체간 보정 재활 로봇 훈련 연구(박운상, 2015)에서 버그 균형 검사, 10 m 보행검사, 체중지지 양, 보행 길이·넓이·속도, 피츠버그 재활 참여 척도에서 일반적인 물리치료 받는 군에 비해 유의한 차이가 있다고 하였다. 중재 후 버그 균형 검사는 23.00점에서 39.43점, 마비측 체중지지 양은 34.21%에서 45.64%로, 10 m 보행 평가에서 38.50초에서 20.79초로 유의하게 향상되었다 하였다( $p<0.05$ ), 보행 길이는 18.69 cm에서 26.80 cm, 보행 넓이는 26.41 cm에서 36.80 cm로, 보행 속도는 19.72 cm/s에서 29.45 cm/s로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 체간보정 재활로봇 훈련은 난이도가 있는 과제 구성으로 지속적인 마비측 하지의 체중 부하와 체중 이동이 가능하게 하고 운동 수행에 필요한 감각 되먹임을 제공하여 균형 능력이 향상되었고, 체간 안정성과 하지 근력을 강화하여 보행 능력을 개선시키는데 효과적인 운동방법이라고 하였다.

뇌졸중 환자의 자세 교정과 균형 능력 향상을 위한 로봇 시스템 개발 및 임상 유용성에 관한 연구(김영기, 2014)에서 8주간 1회 30분씩 만성 뇌졸중 환자 8명을 대상으로 적용한 결과 10 m 보행 평가, 버그 균형 검사, 일어나 걸어가기 검사, 뇌졸중 환자 자세 교정에서 유의하게 개선되었다고 하였다. 앉은 자세에서 목표 자세로 도달하는 평균 시간이 68.8초에서 49.5초로 감소하였고, 앉은 자세에서 일어서기는 2.3회에서 4.4회로 증가하였으며, 선 상태에서 균형 훈련 실패가 4.4회에서 0.1회로 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 10 m 보행 평가는 45.1초에서 40.1초로 감소하였고, 버그 균형 검사는 34.9점에서 40.8점으로 유의하게 향상되었다( $p<0.05$ ). 체간 안정화 로봇 시스템은 뇌졸중 환자에게 다양한 방법으로 체간근력을 강화시키며, 지속적으로 마비측의 체중 부하를 통해 하지 근력을 강화시켰고 상부 체간과 하부 체간의 분리된 움직임 유도할 수 있도록 설계되었으며, 시각과 촉각의 감각 피드백을 제공하여 기능적인 움직임의 재교육과 뇌의 가소성을 촉진하도록 고안되었다(Subramanian et al., 2010; 김영기, 2014)(표 1).



표 1. 체간 안정화 재활 로봇에 관한 연구

| 연구자       | 연구<br>년도 | 연구과제  | 연구대상     |          | 방법  | 결과   |
|-----------|----------|---|----------|----------|---|--|
|           |          |   | 연령       | 인원       |   |  |
| Lee et al | 2017     | MSA 환자를 위한 FFBT 사례 연구                                       | 61       | 1        | 다중계 위축(MSA) 여자 환자를 6주 30번 30분 되먹임 촉진 보조 균형 훈련기(FFBT) 프로그램으로 시행  | BBS 3점 향상, TIS 4점 향상, FIM 25점 향상, FR 15 cm 증가, MRC 하지 근력 평가와 FAC에서는 변화 없음        |
| 박윤상       | 2015     | 급성기 뇌졸중 환자의 체간 보정 재활 로봇을 이용한 게임 훈련으로 균형, 보행 및 재활 참여도에 대한 연구 | 63<br>62 | 14<br>14 | 체간 보정 재활 로봇을 4주 5회 1회 30분<br>대조군은 일반적인 물리치료를 4주 5회 1회 30분       | BBS, 10 m 보행검사, 체중지지 양, 보행 길이·넓이·속도, 피츠버그 재활 참여 척도에서 실험군이 대조군보다 더 크게 유의한 향상을 보였다 |
| Kim       | 2013     | 뇌졸중 환자의 자세 교정과 균형 능력 향상을 위한 로봇 시스템 개발 및 임상적 유용성 검증          | 45       | 8        | 실험군은 8주 1일 1회 30분 재활 로봇 시스템으로 앉은 자세 훈련, 앉고 서기, 선 자세 균형 능력 훈련 중재 | 실험군에서 보행속도와 BBS 사전 사후 평가에 유의한 차이( $p<0.05$ )<br>FAC과 일어나 걸기 검사에서 유의한 차이 없음       |

주. MSA=multiple system atrophy(다중계 위축); FFBT=feedback facility-assisted balance training(되먹임 촉진 보조 균형 훈련기, 체간 안정화·보정 재활 로봇, 3DBT-33); BBS=Berg balance scale; TIS=trunk impairment scale; FIM=functional independence measure; FR=functional reach; functional reach; FAC=functional ambulation category, MRC=Medical Research Council.

## B. 앉은 자세 균형에 대한 선행 연구

뇌졸중 환자의 동적 앉은 자세 균형과 체간 조절 향상을 위한 부가적인 코어 안정성 15분 훈련의 추적 조사 연구(Rosa Cabanas-Valdés 등, 2016)에서 체간 손상 척도는 3.80점에서 6.30점으로 증가하였고, 뇌졸중 자세 척도는 15.59점에서 21.43점으로 유의하게 증가하였다고 보고하였다( $p < 0.001$ ). 불안정한 지지면에서 물리치료 볼(physio ball)을 이용한 코어 안정성 훈련은 균형을 촉진하고 안정성 한계(limit of stability)의 개선과 고유수용성 감각 능력을 향상시킨다. 또한 척추 안정화에 필요한 복근과 척추기립근을 강화하고 지속적인 감각 자극 유입으로 인한 중추신경계의 감각 내먹임(feed-forward)을 가능케 하여 선택적이고 협응된 움직임 제공하는데 유용한 방법이라고 하였다(Romano et al., 2015; Wirth et al., 2017). 체간 안정성 훈련이 뇌졸중 환자의 체간 조절 기능, 서기 균형, 이동 효과에 미치는 무작위 통제 시험 연구(Haruyama et al., 2017)에서 체간 손상 척도는 15.50점에서 19.63점, 기능적 팔 뻗기는 26.72 cm에서 30.09 cm로 유의하게 향상되었다( $p < 0.001$ ). 체간 안정성을 위해서는 항중력 자세에서 운동을 실시하는 것이 매우 효과적이며, 환자들에게 쉽고 안전하게 적용할 수 있다고 하였다(Rose et al., 2011).

아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 진신 진동 치료가 앉기 균형에 미치는 연구(이종화 등, 2017)에서 체간 손상 척도는 3점에서 8.3점으로 유의하게 증가하였고( $p < 0.001$ ), 앉은 자세에서 이중 운동 과제 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 연구(이승원 등, 2012)에서 이중과제 훈련을 실시한 결과 눈 뜬 상태에서 좌우동요속도는 1.32 cm/s에서 훈련 후 0.53 cm/s로 감소하여 유의한 차이( $p < 0.05$ )를 보였으나 두 집단 간에 유의한 차이는 없다고 하였다. 눈 뜬 상태에서 전후 동

요속도는 실험 전후 비교에서 유의한 차이는 없었고 두 집단 간 전후 차이에서도 유의한 차이는 없다고 하였으며, 눈 뜬 상태에서 총 동요속도는 1.97 cm/s에서 0.55 cm/s로 유의한 차이가 있었으나( $p < 0.05$ ), 두 집단 간에 유의한 차이는 없다고 하였다. 일반적으로 노인 또는 신경계 손상 환자들의 균형 능력은 전정 기능과 체성 감각을 보상하기 위해서 시각에 의존하는데(Bugnariu & Fung, 2007), 앉은 자세 균형을 촉진하기 위해서는 다양한 움직임에 의해 발생하는 지속적인 체성 감각 자극과 불안정한 지지면에서 체간 안정성 훈련 및 감각 되먹임 훈련이 매우 효과적인 치료 방법이라도 하였다(Schilling et al., 2009)(표 2).

표 2. 앉은 자세 균형에 관한 연구

| 연구자                         | 연구<br>년도 | 연구과제   | 연구대상     |          | 방법   | 결과   |
|-----------------------------|----------|--|----------|----------|--|--|
|                             |          |  | 연령       | 인원       |  |  |
| 이종화외<br>5명                  | 2017     | 전신 진동 치료가 아급성 뇌졸중 환자의 앉은 균형에 미치는 효과: 무작위 통제 시험                         | 64<br>59 | 15<br>15 | 실험군은 전신 진동 치료와 일반적인 물리치료를 5일 1회 30분 실시<br>대조군은 일반적인 물리치료를 앉은 자세 균형 훈련을 포함하여 5일 2회 30분 실시 | 두 군 모두 BBS, FAC, TIS 전 후 차이가 유의한 향상이 있었으나 두 집단 간에 유의한 차이가 없음.                            |
| Cabanas<br>-Valdés<br>et al | 2016     | 뇌졸중 환자의 동적 앉은 자세 균형과 체간 조절 향상을 위한 부가적 코어 안정성 운동의 훈련 무작위 통제 시험 장기 추적 조사 | 75<br>72 | 36<br>32 | 실험군은 15분 코어 안정성 운동을 부가적으로 실시<br>두 군은 일반적인 물리치료를 5주 1주 5회 실시                              | TIS의 동적 앉기 균형( $p<0.009$ ), FIST( $p<0.009$ ), BBS( $p<0.002$ ) 부가적 코어 안정 운동에 유의한 향상을 보임 |

주. BBS=Berg balance scale; TIS=trunk impairment scale; FIST: function in sitting Test; FAC=functional ambulation category.

표 2. 계속

| 연구자                           | 연구<br>년도 | 연구과제  | 연구대상 |    | 방법  | 결과   |
|-------------------------------|----------|---|------|----|---|--|
|                               |          |   | 연령   | 인원 |   |  |
| Koshiro<br>Haruyam<br>a et al | 2016     | 코어 안정성 훈련이<br>뇌졸중 환자에게 체간<br>기능, 서기 균형, 이동<br>효과: 무작위 통제 시<br>험 | 67   | 16 | 실험군은 400분 동안 일반적<br>인 물리치료와 코어 안정성<br>훈련 실시<br>대조군은 일반적인 물리치료<br>를 실시   | 두 군 모두 TIS( $p<0.001$ ), PARM( $p<0.001$ )<br>모두 유의하게 증가하였고, 실험군이 대조군<br>보다 TIS, PARM FAC에 유의한 향상이 있<br>음          |
|                               |          |   | 65   | 16 |   |  |
| 이승원<br>외 2명                   | 2012     | 앉은 자세에서의 이중<br>운동 과제 훈련이 만<br>성 뇌졸중 환자의 균<br>형에 미치는 영향          | 59   | 14 | 실험군은 이중과제 훈련을<br>추가로 6주 주 3회 30분 실<br>시<br>대조군은 6주 주 5회 1회 60<br>분 물리치료 | 힘 측정판의 자세동요속도를 3가지 조건(눈<br>뜨 상태, 눈 감은 상태, 불안정한 지지면 상<br>태)에서 균형 능력 평가에서 좌우 동요 속도<br>와 총 동요 속도가 유의하게 감소( $p<0.05$ ) |

주. TIS=trunk impairment scale; FIST: function in sitting Test; FAC=functional ambulation category; FR=functional reach; TUG=timed up-and-go; PARM=pelvic active range of motion(골반 능동 범위).

### C. 체간 조절에 대한 선행 연구

아급성기 뇌졸중 환자의 동적 앉은 자세 균형과 체간 조절 향상을 위한 체간 안정성 훈련의 연구(Cabanas-Valdés et al., 2016)에서 실험군의 체간 손상 척도는 3.50점에서 9.38점으로 증가되었고( $p < 0.001$ ), 기능적 앉기 검사는 20.75점에서 43.70점으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.002$ ), 브루넬 균형 검사는 2.30점에서 7.55점, 버그 균형 검사는 5.42점에서 28.45점, 뇌졸중 자세 평가 척도는 14.72점에서 25.82점으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.001$ ), 체간은 선행적 자세 조절에서 핵심적인 역할로 과제 수행시 사지의 움직임에 대한 안정성을 제공한다고 하였다(Hwang et al., 2015; Rogers & Mille, 2003).

뇌졸중 발병 후 초기 체간 운동을 적용하여 균형과 이동성 증가를 무작위 통제 실험 연구(Saeyns et al., 2012)에서 실험군의 체간 손상 척도는 10.06점에서 18.78점, 티넬 점수는 7.22점에서 20.67점, 버그 균형 검사는 23.78점에서 43.17점으로 유의하게 향상되었다고 하였다( $p < 0.001$ ). 뇌졸중 환자들에게 부가적인 체간 운동을 10시간 적용한 무작위 통제시험 연구(Verheyden et al., 2009)에서 실험군의 동적 앉은 자세 균형이 5.12점에서 8.59점으로 유의하게 증가하였고( $p < 0.02$ ), Karthikbabu 등 (2011a)은 만성 뇌졸중 환자의 체간 조절 훈련이 체간 조절과 균형 및 보행에 미치는 사전 사후 효과 연구에서 체간 손상 척도는 17.83점에서 19.40점, 버그균형 검사는 41점에서 47점( $p < 0.001$ ), 보행속도는 0.47초에서 0.54초( $p < 0.009$ ), 분당 걸음 수는 76.06수에서 81.40수로 유의하게 향상되었다고 하였다( $p < 0.001$ ). 일반적인 물리 치료 이외에 10시간의 부가적인 특이적 과제 체간 훈련 후 아급성기 뇌졸중 환자의 체간 조절이 향상되었고, 체간의 올바른 자세를 인식하는 자가 훈련을 적용한 결과 대칭적인 앉은 자세와 체중 부하가 가능하다고 하

였다(Mudie et al., 2002). 급성기 뇌졸중 환자들에게 물리치료 공과 매트를 이용한 체간 조절과 기능적 균형에 관한 무작위 대조 선행 연구(Karthikbabu et al., 2011b)에서 체간 손상 척도 점수가 11.47점에서 16.34점, 브루넬 균형 평가(Brunel balance assessment)는 4.4점에서 8.8점으로 유의하게 향상되었다고 하였다 ( $p < 0.001$ ). 특히 체간 상부와 하부 근육에 다양한 자극을 줄 수 있는 교각 운동, 견갑대와 체간 상부와 하부의 회전 등 선택적인 근육 강화에 초점을 두었고, 이는 복직근과 복횡근 및 외내 복사근의 근력이 강화 되어 체간 조절 능력이 개선되었다. 체간 근력 강화와 체간 상하부의 분리 운동 및 회전, 외측 글곡 훈련으로 인하여 체성 감각 조절 기능이 다양해지고, 되먹임 훈련으로 선행적 자세 조절 수행이 효과적으로 도움이 되어 체간 조절 능력이 향상 되었다고 하였다(Aruin, 2005; Caronni & Cavallari, 2009; Horak, 2006)(표3).

표 3. 체간 조절 연구에 관한 연구

| 연구자                                   | 연구<br>년도 | 연구과제  | 연구대상     |          | 방법   | 결과   |
|---------------------------------------|----------|---|----------|----------|--|--|
|                                       |          |   | 연령       | 인원       |  |  |
| Cabana<br>s-Vald<br>és et<br>al.      | 2016     | 아급성 뇌졸중 환자의 동적 앉은 자세 균형과 체간 조절 향상을 위한 부가적인 체간 안정성 운동 효과 | 75<br>74 | 40<br>40 | 실험군은 코어 안정성 훈련을 15분 실시<br>대조군은 일반적인 물리치료를 5주 주 5회 1시간 실시         | 실험군이 S-TIS(2.0), FIST, BBA, BBS, 티넬티 검사, S-PASS, 바텔 지수 평가에서 유의한 향상이 있음.                |
| Saey<br>s et al                       | 2012     | 뇌졸중 후 초기 체간 운동으로 균형과 이동성 증가를 위한 무작위 통제 시험               |          | 18<br>15 | 실험군은 체간 근육 강화 협응 운동 선택적 체간 움직임 훈련 추가<br>대조군은 8주 주 4회 30분 물리치료 실시 | 실험군이 TIS, 티넬티 검사, 눈 뜨고 눈 감고 롬버그(romberg) 검사, BBS, FAC 등에서 대조군보다 유의한 향상이 있음.            |
| Karthi<br>k babu,<br>Solomon<br>et al | 2011     | 만성 뇌졸중 환자의 체간 조절, 균형 보행과의 체간 재활 역할: 사전 사후 연구            | 50       | 15       | 실험군은 선택적 체간 근육 운동 요법을 4주 주 4회 45분 실시                             | TIS, BBS, 보행 속도, 걸음 수에 유의한 향상 ( $p<0.001$ ), 마비측 보폭 길이, 비마비측 보폭 길이에 유의한 향상( $p<0.05$ ) |

주. BBS=Berg balance scale; S-TIS(2.0)=Spanish version of trunk impairment scale 2.0; FIST: function in sitting Test; FAC=functional ambulation category; BBA: Brunel balance assessment; S-PASS: Spanish version of postural assessment scale for stroke.



표 3. 계속

| 연구자                                 | 연구<br>년도 | 연구과제   | 연구대상     |          | 방법   | 결과  |
|-------------------------------------|----------|--|----------|----------|--|---|
|                                     |          |  | 연령       | 인원       |  |   |
| Karthi<br>kbabu,<br>Nayak,<br>et al | 2011     | 급성기 뇌졸중 환자<br>의 물리치료 공과 매<br>트울 이용한 체간 조<br>절과 기능적 균형 비<br>교: 무작위 대조 선<br>행 연구 | 55<br>59 | 15<br>15 | 실험군은 체간 운동 과제를<br>물리치료 공 위에서 실시<br>대조군은 매트 위에서 실시 3<br>주 주 4회 1시간 실시 | 두 군 모두 TIS가 유의한 향상이 있었고<br>두 군간 비교에서 실험군이 유의한 향상<br>( $p<0.001$ )이 있었으며 BBA에서 유의한 향<br>상( $p<0.001$ )이 있음 |
| Verhey<br>den et<br>al              | 2009     | 뇌졸중 후 부가적 운<br>동의 체간 기능 향<br>상: 선행 무작위 통<br>제 시험                               | 55<br>62 | 17<br>16 | 실험군은 10시간 개인적 운동<br>과 체간 운동 감독을 추가<br>대조군은 5주 주 4회 30분 물<br>리치료 실시   | 두 군 모두 TIS가 유의한 향상이 있었으나<br>두 집단 간 비교에서 유의한 차이는 없음.   |

주. TSI=trunk impairment scale; BBA: Brunel balance assessment.

#### D. 재활 동기에 대한 선행 연구

조기 로봇 보조 보행 훈련이 급성기 뇌졸중 환자의 기능회복과 자기 효능감 및 재활동기에 미치는 효과 연구(조성태, 2016)에서 재활동기 척도는 90.54점에서 102.44점으로 일반적인 물리치료를 받는 군에 비해 유의한 차이가 있다고 보고하였다( $p < 0.05$ ). 뇌졸중 후 기능적 소실과 우울 및 심리적인 스트레스가 있는 급성기 뇌졸중 환자들에게 가상 현실을 통한 조기 로봇 보조 보행 훈련이 환자들에게 능동적인 참여를 이끌어 내고 지속적이고 반복적인 훈련으로 재활 동기를 향상시키는데 효과적이라고 보고하였다(Schwartz et al., 2009; 송귀빈과 박은초, 2016).

로봇 보조 보행훈련이 만성 뇌졸중 환자의 신체적 효과와 심리학적 효과에 미치는 연구(Calabrò et al., 2015)에서 실험군과 대조군 모두 일반적 건강, 회피 전략, 균형, 보행 능력이 향상 되었고( $p < 0.001$ ), 실험군은 문제 해결, 긍정적 태도, 우울에서 대조군보다 더 유의하게 향상되었다( $p < 0.001$ ). 환자에게 시각적인 피드백과 더불어 과제 지향적 훈련을 제공하여 관심과 흥미를 유도함으로써 동기 부여에 긍정적인 효과를 제공한다고 하였다(Banz et al., 2008).

로봇 보조 재활 훈련을 이용하여 환자 동기를 향상시키기 위한 전략 연구(Colombo et al., 2007)에서 1군(제1 자유도를 가진 로봇, 손목 재활 도구)은 로봇 점수(robot score)에서 110.45점에서 163.74점, 수행지수(performance index)는 110.45점에서 199.73점, 퓨글 마이어(Fugl-Meyer)는 70.43점에서 75.71점으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.04$ ). 2군(제2 자유도를 가진 로봇, 건관절과 주관절 재활 도구)의 로봇 점수는 204.90점에서 539.70점, 수행지수는 204.90점에서 1006.3점, 퓨글 마이어는 61.00점에서 65.67점으로 유의하게 개선되었다고 하였다( $p < 0.01$ ). 점수 변화를 실시간으로 확인하고 시각적으로 환자에게 피드백을 제공함으로써 치료

기간 동안에 동기를 유지하며 치료 효과를 이끌어 낼 수 있는 효과적인 방법으로 재활 훈련의 중요성을 알리 수 있었다.

뇌졸중 후 "내가 한번 할 수 없다면, 왜 백 번이나 할까?": 가상 환경에서 움직임의 성공에 대한 의지를 상지 운동으로 연결하는 동기 연구(Reinkensmeyer & Housman, 2007)에서 퓨글 마이어 상지 점수 전후 증가가 실험군은 3.7점으로 대조군은 2.7점되었으며, 상지 운동 능력 평가(motor activity log)에서 실험군의 전후 평가에서  $p=0.06$ , 대조군은  $p=0.10$ 으로 측정되었으나 두 집단 간 비교에서 유의하지 않았다. T-WREX는 상지의 움직임으로 가상 과제 완성을 통한 성공 경험으로 훈련을 강화하고 반복적인 과제 수행을 제공하며 뇌졸중 환자에게 흥미로운 활동과 기능적 상관성(functional causality)을 제공하여 약화된 팔을 운동하는데 동기로 도움을 주었다(Kahn et al., 2006). 치료적 중재 후 효과성만을 입증하는 연구에서 벗어나서 유용성 평가로 심리 측정학적 요소를 고려한 환자들의 치료 만족도와 재활 동기, 참여도에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다(표4).

표 4. 재활 동기에 관한 연구

| 연구자  | 연구<br>년도 | 연구과제   | 연구대상 |    | 방법  | 결과   |
|--|----------|--|------|----|---|--|
|  |          |  | 연령   | 인원 |   |  |
| 조성태  | 2016     | 조기 로봇 보조 보행<br>훈련이 급성기 뇌졸<br>중 환자에게 기능회<br>복과 자기효능감 및<br>재활동기에 미치는<br>영향 | 63   | 18 | 실험군은 일반적인 재활과<br>로봇보조 보행 훈련을 4주<br>1일 1회 30분 실시<br>대조군은 일반적인 재활을<br>2회 실시 | TIS, MFRT, 10m 보행 검사, 재활 동기에<br>두 집단 간에 유의한( $p<0.05$ ) 향상이 있음.  |
| Rocco<br>Salvator<br>e<br>Calabrò<br>et al | 2015     | 로봇 보조 보행훈련<br>이 만성 뇌졸중 환자<br>의 신체적 효과와 심<br>리학적 효과에 대한<br>연구             | 58   | 30 | 종단 연구로 30일 일반적<br>물리치료 후 30일 로봇과<br>함께 물리치료 실시<br>8 주간 주 5회 60분 중재.       | 대조군은 균형( $p<0.001$ )과 보행능력( $p<0.01$ )<br>을 제외하고 기능적 회복에서 유의한 차이<br>가 없었으나, 로봇 보조 보행 치료군은 운동<br>기능과 심리적인 변화에 유의한 차이 있음<br>( $p<0.05$ ) |
| Colombo<br>et al                           | 2007     | 로봇 보조 재활과정<br>에서 환자 동기를 향<br>상시키기 위한 전략                                  | 66   | 8  | G1군 손목 재활 기구<br>G2군 견관절 주관절 기구<br>두 군은 일반적인 물리치료를<br>45분 적용               | G1군은 푸겔 마이어 전후 검사에서 유의한<br>향상을 보임( $p=0.05$ )<br>G2군은 푸겔 마이어 전후 검사에서 유의한<br>향상을 보임( $p=0.001$ )  |

주. TSI=trunk impairment scale; MFRT=modified functional reach test.

표 4. 연속

| 연구자                            | 연<br>구<br>년<br>도 | 연구과제   | 연구대상     |   | 방법   | 결과 |
|--------------------------------|------------------|--|----------|---|--|----|
|                                |                  |  | 연령       | 인원  |  |    |
| Reinkens<br>meyer &<br>Housman | 2007             | 뇌졸중 후 "내가 한<br>번 할 수 없다면, 왜<br>백 번이나 할까?" 가<br>상 환경에서 움직임<br>의 성공에 대한 의지<br>를 상지 운동으로 연<br>결하는 동기 연구 | 13<br>12 | 실험군은 T-WREX를 착<br>용<br>대조군은 일반적인 재활<br>치료<br>두 군은 8주 훈련 | 실험군의 푸글 마이어 상지 평가 점수 3.7점<br>향상, 상지 운동 능력 평가는 실험 전후<br>$p=0.06$<br>대조군의 푸글 마이어 상지 평가 점수 2.7점<br>향상, 상지 운동 능력 평가는 실험 전후 대<br>조군은 $p=0.10$<br>두 집단 간에 유의한 차이는 없음 |    |

주. WREX=Wilmington Robotic Exoskeleton; T-WREX=Therapy WREX.

### III. 연구방법

#### A. 연구 설계

본 연구는 사전 사후 통제 집단 설계(Pre-post control group design)이다. 연구 집단은 중재 방법에 따라 체간 안정화 재활 로봇 훈련과 일반적인 물리치료를 병행하여 실시한 실험군과 일반적인 물리치료만 실시한 대조군으로 무작위 할당하였다. 중재에 들어가기에 앞서 사전검사( $O_1$ ,  $O_3$ )를 하고 중재 후 사후 검사( $O_2$ ,  $O_4$ )를 실시하였다(그림 1).

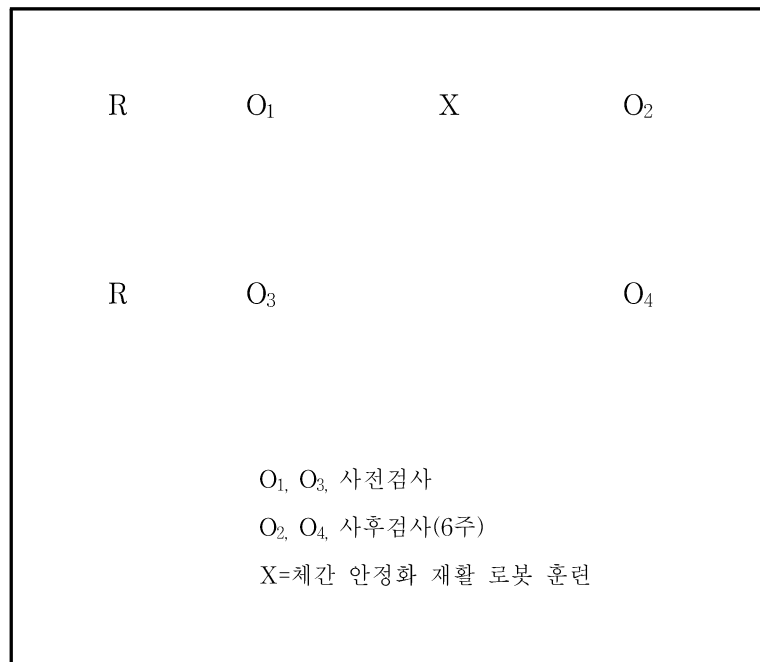


그림 1. 연구 설계.

## B. 연구의 대상 및 절차

### 1. 연구의 대상

본 연구 대상은 N 재활병원에 입원 환자 중 연구 선정 기준에 맞는 환자를 대상으로 모집 하였으며, 본 연구에 동의한 환자는 무작위로 체간 안정화 재활 로봇 훈련(실험군)과 일반적인 물리치료군(대조군)으로 할당하였다. 모든 대상자는 연구 목적과 절차에 대하여 자세히 설명하였으며, 연구 진행 중에도 본인이 원할 때는 연구에서 철회할 수 있음을 설명한 후 동의서를 받고 진행하였다. 본 연구는 국립 재활원 연구 윤리위원회 승인을 받아 시행하였다(NRC-2017-03-021).

본 연구의 자료 수집은 N 재활병원에 입원한 환자로 6주간 연구를 적용하였다. 피험자의 선정기준은 뇌졸중 진단을 받은 12개월 이내의 내과적·신 경학적으로 안정된 재활이 가능한 자, 하위 운동 신경 병변, 양 하지에 외상, 정형외과적인 문제가 없는 자, 관절 가동 범위 제한이 없는 자, 기능적 보행 지수(functional ambulation classification, FAC)가 1점 이하로 독립적 보행이 어려운 자, 한국판 간이 정신상태 검사 (MMSE-K)에서 24점 이상인 자, 침대나 매트 끝에 앉아 10 초 동안 앉은 자세를 유지할 수 있는 자(Verheyden et al., 2004)로 하였다.

## 2. 실험 절차

본 연구에 참가를 원하는 24명을 모집하였고, 연구 기준에 부합되지 않는 1명은 제외하였고, 3명은 연구 목적 설명을 들은 후 연구에 동의하지 않아 총 20명을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험 전 성별, 나이, 발병 원인, 마비 부위, 연령, 유병기간, MMSE-K(한국판 간이 정신상태 검사), 신장, 체중 등 일반적 특성을 병원 의무 기록지를 보고 작성 하였다. 무작위 할당 방법으로 실험군( $n=9$ )과 대조군( $n=9$ )으로 분류하였으며, 모두 사전·사후 검사로 앉은 자세 균형 검사, 체간조절 검사, 재활 동기 검사를 실시하였다.

실험군과 대조군 모두 일반적인 물리치료를 6주간 주 10회(1일 2회  $\times$  30분간) 실시하였으며, 실험군은 부가적으로 체간 안정화 재활 로봇 프로그램에 따라 6주간 주3회  $\times$  30분간 체간 안정화 재활 로봇 훈련을 실시하였다(그림 2).



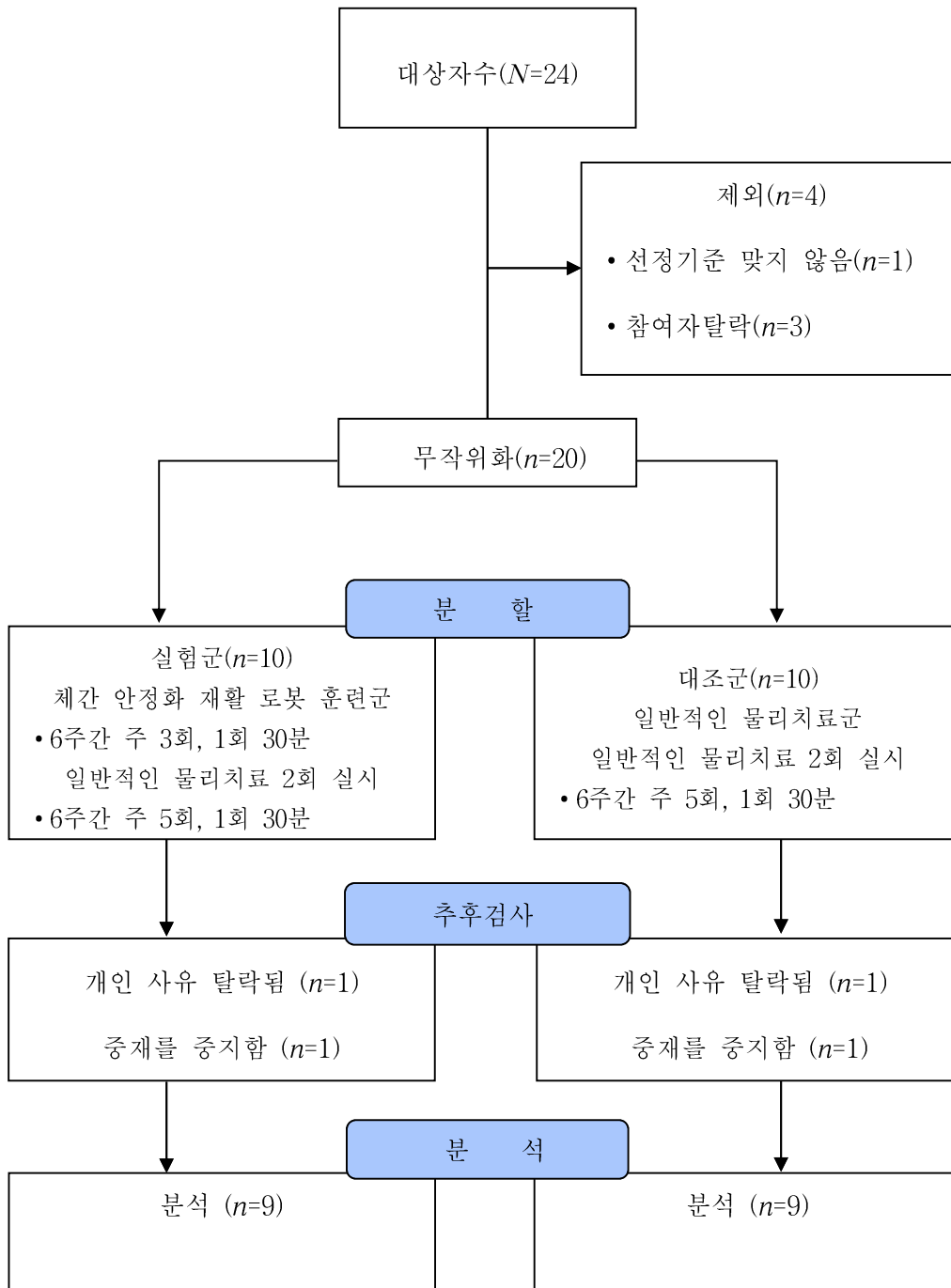


그림 2. 연구의 절차.

## C. 실험 방법

선정 기준을 적용하여 20명이 연구에 참여하였고 무작위로 체간 안정화 재활 로봇 훈련군(실험군)과 일반적인 물리치료 훈련군(대조군)으로 분류하였다. 연구자는 성별, 나이, 발병 원인, 마비 부위, 연령, 유병기간, MMSE-K(한국판 간이 정신상태 검사), 신장, 체중 등은 병원 기록지를 통해 직접 작성하였다.

### 1. 체간 안정화 재활 로봇 훈련

실험군은 체간 안정화 재활 로봇 균형 훈련기 3DBT-33(주 멘엔텔, 한국, 2015)를 이용하여 훈련하였다. 3DBT-33은 좌석에 부착된 무게센서로 체간 안정화 훈련이 가능하며 발판 센서를 이용하여 일어서는 훈련으로 하지 근력 보강이 가능한 로봇 재활 의료기이다. 동작원리로 앉은 상태에서 환자의 체간 안정화 훈련과 로봇으로 훈련하는 하지 재활 훈련기이며 서 있는 자세에서 좌우 균형을 측정, 훈련을 할 수 있다(그림 14). 구성은 전면에 모니터가 있으며 일어설 때 도움을 주는 로봇 손잡이, 둔부의 좌·우측 무게 센서, 발판 좌·우측 무게 센서로 양측의 무게를 감지하고 좌석이 전방으로 기울어지게 하며 앉고 일어설 때 3단계로 구성되어 진행된다. 훈련은 체간 안정화 재활 로봇 프로그램으로 앉은 자세의 체중 이동, 체중 전·후·좌·우 이동, 앉고 일어서기 그리고 선 자세에서의 체중이동 4가지로 구성되었다. 훈련은 초기화면에서 환자 이름을 선택 후 앉은 자세에서 환자는 5초 후 자동으로 좌·우 균형 비율을 측정하고 훈련을 시작한다(그림 15). 훈련 시작 전 난이도는 환자 경·중에 따라 치료사는 프로그램을 선택하였고 휴식 시간은 환자가 원하는 만큼 허용하였다.

## 2. 일반적인 물리치료

대조군은 환자 상태와 능력에 따른 일반적인 물리치료로 구성되었으며, 전문적인 지식을 습득한 전문 물리치료사에 의해 주 5회 1일 30분간 일반적인 물리치료 2회 실시하였다. 일반적인 물리치료는 뇌졸중으로 인한 손상으로 환자에게 나타나는 이차적 신체적 장애인 마비측 상지와 하지의 관절 가동 범위 감소, 전반적인 근력 감소, 기능적 움직임 감소, 앉은 자세 균형, 이동 및 보행등의 문제를 중추 신경발달치료 접근법(neuro developmental treatment, NDT), 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF), 그리고 보바스 치료법(bobath therapy, Bobath)등으로 뇌졸중 환자의 비정상적인 움직임, 자세에 대한 재교육 실시로 운동을 촉진시켜 다양한 기능을 수행하여 일상생활에 도움이 되는 치료를 시행 하였다(Krukowska et al., 2016). 누운 자세에서 무릎을 구부리고(hook-lying position) 골반의 후방움직임에 대한 운동과 교각 운동(bridge exercise)으로 양다리에 체중부하를 주는 훈련을 하였다. 위의 활동이 원활하며 앉은 자세에서 마비측 하지에 체중을 부하할 수 있도록 치료사가 구두 지시와 함께 손을 이용한 촉각 자극 신호로 환자 양쪽 엉덩이의 대칭적 자세와 허리를 바르게 펴고 앉게 하여 올바른 정렬로 마비측과 건측에 대한 대칭적인 체중 부하 훈련을 하였다. 환자의 움직임 수준에 따라 다양한 과제를 제시고 도구를 사용하여 환자의 수동적·능동적 훈련을 하였고, 체간 안정화 훈련(Core exercise)을 중심으로 도구(togu) 및 균형판(balance board), 물리치료 공을 이용한 운동을 병행하였다. 또한 기립 자세 유지와 보행이 가능한 환자는 기립 자세에서 균형 운동 및 치료사의 도움과 환자 보행훈련을 실시하였다.

## D. 측정 도구와 자료 수집 과정

### 1. 수정된 기능적 팔 뻗기(modified functional reach test)

수정된 기능적 팔 뻗기 검사는 선 자세에서 기능적 팔 뻗기 검사의 수정된 검사로 선 자세에서 최대한 전방으로 팔을 뻗을 수 있는 거리를 측정하여 안정성의 한계를 평가하는 도구이다(Duarte et al., 2002). 환자의 견측면에 척도가 있는 벽 쪽에 앉은 자세로 환자 견봉돌기(acromion)를 기준으로 척도(거리 측정이 가능한 자)를 벽에 부착 한다. 대상자는 고관절, 슬관절, 족관절을 90도 굴곡하고 발바닥은 바닥에 붙이고 앉은 자세를 취한다. 견관절은 90도 굴곡, 주관절 신전, 세번째 손가락 끝을 시작점으로 하여 최대한 팔을 뻗은 거리를 측정한다. 전측 팔 뻗기와 견측 팔 뻗기 순서는 다음과 같다. 1) 앉은 자세에서 견측을 벽 쪽으로 하고 팔을 앞으로 뻗는다. 2) 견측 팔은 벽 쪽으로 붙여 옆 방향으로 뻗는다. 3) 가능한 멀리 팔을 뻗으며 벽에 닿지 않도록 한다. 4) 체간 회전을 하지 않도록 한다. 처음은 연습은 하고 결과에 포함시키지 않는다. 모든 평가는 3회 실시하며 평균값으로 기록하였다. 각 검사마다 15초 휴식 시간을 가지며 측정하였다. 본 연구에서는 견측 손의 전측 팔 뻗기와 견측 손의 측면 팔 뻗기를 시행 하였다(Thompson & Medley, 2007). 뇌졸중 환자를 대상으로 한 수정된 기능적 팔 뻗기 검사의 측정자간 신뢰도(Inter-rater reliability)는 급간내 상관계수(Intra-Class Coefficient, ICC)=0.97로 보고되었다(Katz-Leurer et al., 2009).

### 2. 힘 측정판(force plate) 검사

힘 측정판은 움직이는 대상의 지면 반발력(ground reaction force)을 측정 할 수 있는 장비로 움직이는 물체의 지면 반발력, 균형 감각 측정, 지면 반발력에 기

인한 신체 중심 압력(center of pressure, COP)이동 측정이 가능하다.

실험 데이터 자료 측정을 위해 힘 측정판(Accugait Advanced Mechanical Technology Inc.; Watertown, MA, US, 2014)을 사용하였다(그림 16). 본 연구에서는 앉은 자세의 지면 반발력의 동요 속도, 신체 중심 압력 이동 거리 등을 측정하기 위해 힘 측정판을 사용하였다. 실험에 앞서 먼저 영점 세팅을 한 후, 힘 측정판 위에 앉은 자세에서 측정을 시작하였다. 알루미늄 프로파일 위에 힘 측정판을 고정하고 환자는 그 위에 앉은 후 측정 하였다. 앉은 자세의 자세 동요 속도와 신체 중심 압력 이동거리에 대한 측정으로 표준편차를 산출하여 분석하였다. 편안한 자세로 앉고 상지는 이완된 자세로 두며 양 발은 지면에 뜬 상태로 시작하여 눈을 뜨고 30초 동안 유지한 자세로 3회 측정, 눈을 감고 30초 동안 유지한 자세로 3회 측정하였다. Accugait의 신체 중심 압력 평균속도에 대한 측정자간 신뢰도 ICC=0.60으로 보고되었다(Golriz et al., 2012)(그림17).

### **3. 뇌졸중 자세 평가 척도(postural assessment scale for stroke)**

뇌졸중 자세 평가 척도는 뇌졸중 환자 균형 및 체간 자세조절 평가를 위한 척도로서, 자세유지 능력과 변화되는 자세에서의 평형유지 능력 등 2개의 범주에 12개 항목들을 검사하며 3가지 기본적 자세인 눕기, 앉기, 서기로 구성되어 있다. 각 항목 당 최소 0점에서 최고 3점을 적용하며 총 36점 만점으로 측정자간 신뢰도 ICC=0.88, 검사-재검사 신뢰도 ICC=0.72를 보인다(Benaim et al., 1999).

### **4. 체간 손상 척도 검사(trunk impairment scale)**

체간 조절 능력을 측정 도구로 본 연구에서는 체간 손상 척도를 사용하였다. 체간 손상 척도는 앉은 자세의 정적, 동적 균형 능력과 체간 협응 능력을 측정하며 정적 균형 3개 항목, 동적균형 10개 항목과 체간 협응 4개 항목으로 구성되었

으며, 각 항목당 최소 0점에서 최고 3점을 적용하며 총 23점으로 점수가 높을수록 체간 조절 능력이 우수하다는 것을 의미한다(Verheyden et al., 2004). 측정자간 신뢰도는 ICC=0.96이고, 측정자내 신뢰도는 ICC=0.99이다(Verheyden, Nieuwboer, De Wit, et al., 2007).

## 5. 재활 동기

한혜숙과 임난영(2001)이 개발한 장애인 재활 동기 측정도구를 김형선 등(2009)이 뇌졸중 환자에게 알맞도록 수정, 보완한 재활 동기를 사용하였다. 이 도구는 자기 결정에 따른 5개 동기유형으로 구성된 설문을 통해 평가를 하며, 외부적 동기 4문항, 의무적 동기 4문항, 무동기 4문항, 과제 지향적 동기 8문항으로 총 27문항으로 변화 지향적 동기 7문항 이루어졌다. 리커트 4점 척도로, ‘전혀 그렇지 않다’, ‘그렇지 않다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’로 최저 1점에서 최고 4점(무동기 문항은 역점수)으로 하며, 최저 점수27점에서 최고 108점으로 높을수록 재활 동기가 높다는 것이다. 측정자간 신뢰도는 ICC=0.86(한혜숙과 임난영, 2001)이며, 연구에서 측정자간 신뢰도 ICC=0.87이었다(김형선 등, 2009).

## E. 변수의 선정

연구가설에 입각하여 독립변수에 따른 종속변수의 변화를 알아보기 위한 변수 선정은 다음과 같이 설정하였다(표 5).

표 5. 연구의 독립변수와 종속변수

| 독립변수  | 종속변수   |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"><li>· 앉은 자세 균형</li><li>수정된 팔 뻗기 검사</li><li>힘 측정판 측정</li></ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>· 체간 안정화 재활 로봇 적용</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>· 체간 조절 능력</li><li>뇌졸중 자세 평가 척도</li><li>체간 손상 척도</li></ul> |
|   | <ul style="list-style-type: none"><li>· 재활 동기</li></ul>  |

## F. 분석방법

본 연구에서는 SPSS version 18.0을 이용하였고 연구 대상자들의 일반적인 특성에 관한 변수들은 기술 통계와 빈도분석을 하였고, 동질성검정은 피어슨 카이 스퀘어 검정과 독립  $t$  검정을 하였다. 본 연구 대상자 수가 적고 정규분포 하지 않아 비모수통계를 이용하였다. 두 집단 내·간 실험 전·후 변화량에 대한 차이 검증은 윌콕슨 부호 순위 검정과 맨-휘트니 U 검정을 하였다. 모든 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.



## IV. 연구결과

### A. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 참여 대상자는 실험군 9명과 대조군 9명으로 총 18명을 대상으로 하였으며, 대상자의 일반적 특성에 따른 실험군과 대조군 동질성 검증은 다음과 같다.

대상자 일반적 특성은 실험군이 남성 4명, 여성 5명이었으며, 대조군이 남성 6명, 여성 3명이었다. 뇌졸중 유형별로는 실험군이 뇌출혈 5명과 뇌경색 4명이었으며, 대조군이 뇌출혈 5명과 뇌경색 4명이었다. 마비부위는 실험군이 좌측마비 5명과 우측마비 4명이었으며, 대조군이 좌측마비가 8명과 우측마비가 1명이었다. 연령은 실험군이 평균 58.22세, 대조군이 평균 56.11세이었다. 유병기간은 실험군은 평균 4.44개월이며, 대조군은 평균 3.89개월이었다. 한국판 간이 정신 상태 검사 점수는 실험군이 평균 25.56점이며, 대조군은 평균 24.78점이었다. 신장은 실험군이 161.67 cm이며 대조군은 168.33 cm이었다. 체중은 실험군이 56.56 kg이며 대조군은 65.78 kg이었다. 연구대상자의 일반적인 특성은 두 집단 간 동질한 것으로 나타났다(표 6).

표 6. 연구 대상자의 일반적인 특성

(N=18)

|           | 실험군 (n=9)                  | 대조군 (n=9)     | $\chi^2/t$ | p     |
|-----------|----------------------------|---------------|------------|-------|
| 성별(명)     |                            |               |            |       |
| 남성        | 4                          | 6             | 0.900      | 0.343 |
| 여성        | 5                          | 3             |            |       |
| 뇌졸중 유형(명) |                            |               |            |       |
| 경색        | 4                          | 4             | 0.000      | 0.000 |
| 출혈        | 5                          | 5             |            |       |
| 마비 부위(명)  |                            |               |            |       |
| 좌측        | 5                          | 8             | 2.492      | 0.114 |
| 우측        | 4                          | 1             |            |       |
| 연령 (세)    | 58.22 ± 12.22 <sup>a</sup> | 56.11 ± 9.82  | 0.353      | 0.729 |
| 유병기간(개월)  | 4.44 ± 1.13                | 3.89 ± 1.26   | 0.905      | 0.383 |
| MMSE-K(점) | 25.56 ± 1.87               | 24.78 ± 1.85  | 0.227      | 0.824 |
| 신장(cm)    | 161.67 ± 6.72              | 168.33 ± 7.05 | -2.052     | 0.573 |
| 체중(kg)    | 56.56 ± 10.02              | 65.78 ± 12.84 | -1.698     | 0.109 |

주. MMSE-K=한국판 간이 정신 상태 검사.

<sup>a</sup>평균±표준편차.

## B. 연구 대상자의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기 동질성 검증

본 연구에 참여한 대상자의 앉은 자세 균형, 체간 조절, 재활 동기에 관한 동질성 검증 결과는 표와 같다(표 7).

본 연구에서 실험군과 대조군의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기 동질성 검증에서 모두 유의한 차이가 없었다. 수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사에서 실험군은 23.44 cm, 대조군은 27.00 cm이었고, 건축 팔 뻗기에서 실험군이 14.44 cm, 대조군이 17.78 cm이었다. 힘 측정판의 좌·우 동요 속도는 눈을 뜬 상태에서 실험군 6.42 cm/s와 대조군 5.12 cm/s이었고, 눈을 감은 상태에서는 실험군 6.35 cm/s와 대조군 5.41 cm/s이었다. 전·후 동요 속도는 눈을 뜬 상태에서 실험군 2.84 cm/s와 대조군 2.52 cm/s이었고, 눈을 감은 상태에서는 실험군 2.36 cm/s와 대조군 2.22 cm/s이었다. 신체 중심 압력 거리는 눈을 뜬 상태에서 실험군 26.50 cm와 대조군 22.09 cm이었고, 눈을 감은 상태에서는 실험군 26.95 cm와 대조군 22.82 cm이었다. 뇌졸중 자세 평가 척도는 실험군이 13.22점과 대조군 11.33점이었고, 체간 손상 척도 실험군 6.00점과 대조군 5.56점이었다. 재활 동기는 실험군 77.56점, 대조군 80.67점이었다.

표 7. 연구 대상자의 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 관한 동질성 검정 (N=18)

|                              |                        |              | 실험군 (n=9)                 | 대조군 (n=9)    | t(p)          |
|------------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------|
| 수정된 기능적<br>팔 뻗기<br>(cm)      | 전측                     |              | 23.44 ± 8.00 <sup>a</sup> | 27.00 ± 6.08 | -1.061(0.304) |
|                              | 건측                     |              | 14.44 ± 5.36              | 17.78 ± 4.35 | -1.448(0.167) |
| 앉은<br>자세<br>균형               | 좌·우 동요<br>속도<br>(cm/s) | EO           | 6.42 ± 1.36               | 5.12 ± 1.26  | 2.094(0.053)  |
|                              |                        | EC           | 6.35 ± 1.14               | 5.41 ± 1.55  | 1.458(0.164)  |
|                              | 전·후 동요<br>속도<br>(cm/s) | EO           | 2.84 ± 0.52               | 2.52 ± 0.53  | 1.294(0.214)  |
|                              |                        | EC           | 2.36 ± 0.55               | 2.22 ± 0.55  | 0.515(0.613)  |
| 신체 중심<br>압력<br>이동 거리<br>(cm) | EO                     | 26.50 ± 6.19 | 22.09 ± 5.36              | 1.514(0.126) |               |
|                              | EC                     | 26.95 ± 5.93 | 22.82 ± 6.84              | 1.368(0.190) |               |
| 체간<br>조절                     | 뇌졸중 자세 평가 척도<br>(점)    |              | 13.22 ± 6.09              | 11.33 ± 4.58 | 0.743(0.468)  |
|                              | 체간 손상 척도<br>(점)        |              | 6.00 ± 2.44               | 5.56 ± 2.24  | 0.402(0.693)  |
|                              | 재활 동기<br>(점)           |              | 77.56 ± 7.78              | 80.67 ± 3.39 | -1.100(0.288) |

주. EO=eye open(눈을 뜬 상태); EC=eye close(눈을 감은 상태).

<sup>a</sup>평균±표준편차.

## C. 앉은 자세 균형 변화

### 1. 수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화

수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사에서 실험군이 훈련 전 23.44 cm에서 훈련 후 36.44 cm으로 13.00 cm로 증가하였고( $p<0.001$ ), 대조군에서도 훈련 전 27.00 cm에서 훈련 후 33.89 cm로 7.11 cm로 유의하게 증가하였다( $p<0.004$ ). 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다 ( $p<0.05$ )(표 8, 그림 3).

표 8. 수정된 기능적 전측 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 (N=18)

|                                     |        | 실험군 (n=9)                    | 대조군 (n=9)                   | $z(p)$                    |
|-------------------------------------|--------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 수정된<br>기능적 전측<br>팔 뻗기<br>검사<br>(cm) | 훈련 전   | 23.44 ± 8.00 <sup>a</sup>    | 27.00 ± 6.08                |                           |
|                                     | 훈련 후   | 36.44 ± 4.15                 | 33.89 ± 7.60                |                           |
|                                     | 전·후 차  | 13.00 ± 5.29                 | 7.11 ± 4.75                 | -1.955(0.05) <sup>†</sup> |
|                                     | $z(p)$ | -7.370(0.001) <sup>***</sup> | -4.044(0.004) <sup>**</sup> |                           |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ , <sup>\*\*</sup> $p<0.01$  실험 전·후 비교, <sup>†</sup> $p<0.05$  두 집단 간 비교.

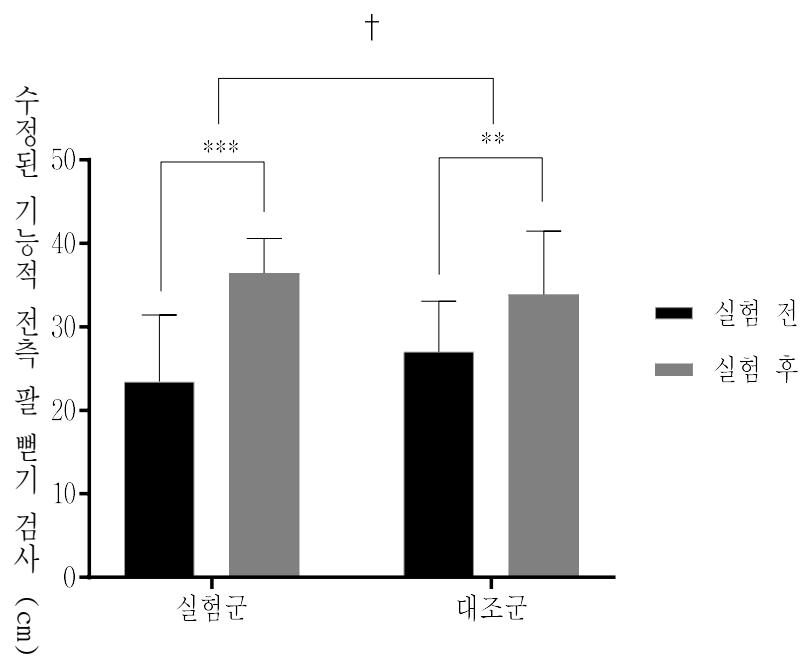


그림 3. 수정된 기능적 전측 팔 뺨기 검사의 전·후 변화.  
 \*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$  실험 전·후 비교, †  $p < 0.05$  두 집단 간 비교.

## 2. 수정된 기능적 건축 팔 뻗기 검사의 전·후 변화

수정된 건축 기능적 팔 뻗기 검사에서 실험군이 훈련 전 14.44 cm에서 훈련 후 24.56 cm로 10.11 cm로 유의하게 증가하였고( $p < 0.008$ ), 대조군에서도 훈련 전 17.78 cm에서 훈련 후 23.78 cm로 6.00 cm로 유의하게 증가하였다( $p < 0.007$ ). 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.014$ )(표 9, 그림 4).

표 9. 수정된 기능적 건축 팔 뻗기 검사의 전·후 변화 (N=18)

|                                     | 실험군 (n=9)                   | 대조군 (n=9)                   | $z(p)$                       |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 훈련 전                                | 14.44 ± 5.36 <sup>a</sup>   | 17.78 ± 4.35                |                              |
| 수정된<br>기능적 건축<br>팔 뻗기<br>검사<br>(cm) | 훈련 후<br>24.56 ± 5.72        | 23.78 ± 5.99                |                              |
| 전·후 차                               | 10.11 ± 4.54                | 6.00 ± 5.24                 | -2.451(0.014) <sup>† †</sup> |
| $z(p)$                              | -2.668(0.008) <sup>**</sup> | -2.692(0.007) <sup>**</sup> |                              |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>\*\*</sup> $p < 0.01$ , 실험 전·후 비교, <sup>† †</sup> $p < 0.05$  두 집단 간 비교.

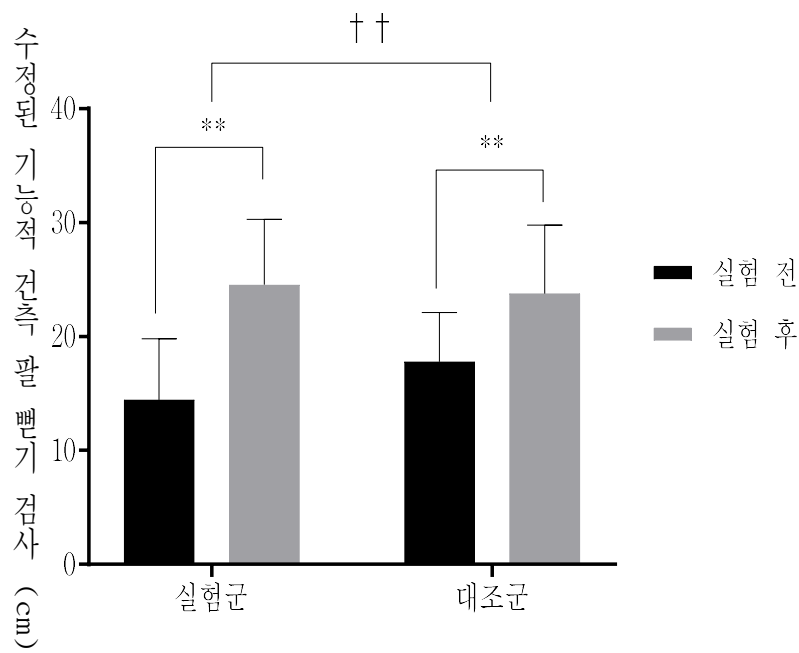


그림 4. 수정된 기능적 건축 팔 뻗기 검사의 전·후 변화.  
 \*\* $p < 0.01$  실험 전후 비교, ††  $p < 0.01$  두 집단 간 비교.



### 3. 눈 뜬 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화

힘 측정판의 눈 뜬 상태의 좌우 동요 속도에서 실험군은 훈련 전 6.42 cm/s에서 훈련 후 5.65 cm/s로 0.77 cm/s 감소하였으나 유의한 차이가 없었고, 대조군은 훈련 전 5.12 cm/s에서 훈련 후 5.45 cm/s로 0.32 cm/s 증가하여 유의한 차이가 없었다. 또한 두 집단 내 실험 전후 차이에 효과가 없었으므로 집단 간에 차이는 없는 것으로 나타났다(표 10, 그림 5).

표 10. 눈 뜬 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 (N=18)

|                                      |                       | 실험군 (n=9)                | 대조군 (n=9)     | <i>z</i> ( <i>p</i> ) |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|
| 눈 뜬<br>상태에서<br>좌우 동요<br>속도<br>(cm/s) | 훈련 전                  | 6.42 ± 1.36 <sup>a</sup> | 5.12 ± 1.26   |                       |
|                                      | 훈련 후                  | 5.65 ± 1.19              | 5.45 ± 1.25   |                       |
|                                      | 전·후 차                 | 0.77 ± 1.36              | 0.32 ± 0.68   | -1.987(0.050)         |
|                                      | <i>z</i> ( <i>p</i> ) | -1.362(0.173)            | -1.244(0.214) |                       |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

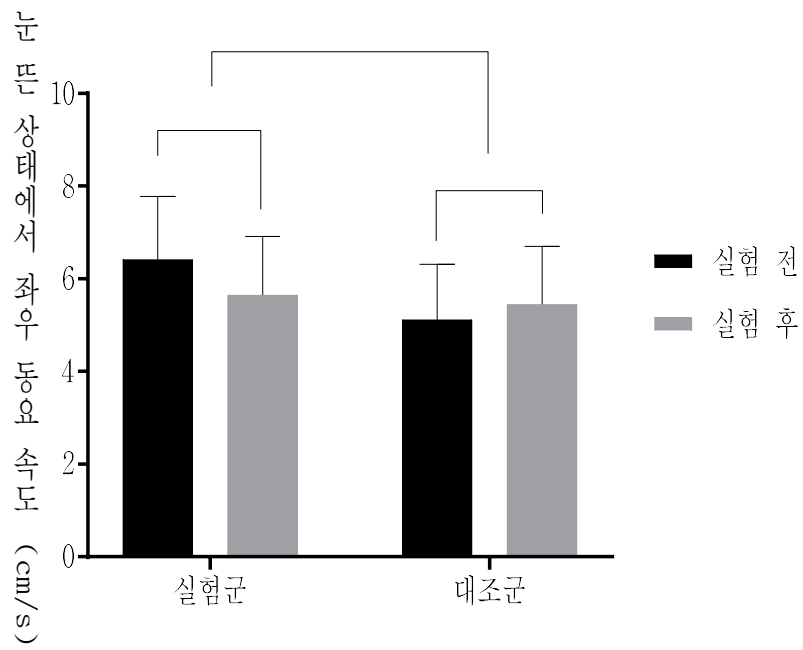


그림 5. 눈 뜬 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화.

#### 4. 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화

힘 측정판의 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 실험군은 훈련 전 6.35 cm/s에서 훈련 후 6.24 cm/s로 0.11 cm/s 감소하였으나 유의한 차이는 없었고, 대조군은 훈련 전 5.41 cm/s에서 훈련 후 5.57 cm/s로 0.15 cm/s 증가하여 유의한 차이가 없었다. 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서도 유의한 차이는 없었다(표 11, 그림 6).

표 11. 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화 (N=18)

|                       | 실험군 (n=9)                | 대조군 (n=9)     | <i>z</i> ( <i>p</i> ) |
|-----------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|
| 훈련 전                  | 6.35 ± 1.14 <sup>a</sup> | 5.41 ± 1.55   |                       |
| 훈련 후                  | 6.24 ± 1.07              | 5.57 ± 1.24   |                       |
| 전·후 차                 | 0.11 ± 0.56              | 0.15 ± 1.13   | -0.486(0.666)         |
| <i>z</i> ( <i>p</i> ) | -0.770(0.441)            | -0.296(0.767) |                       |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

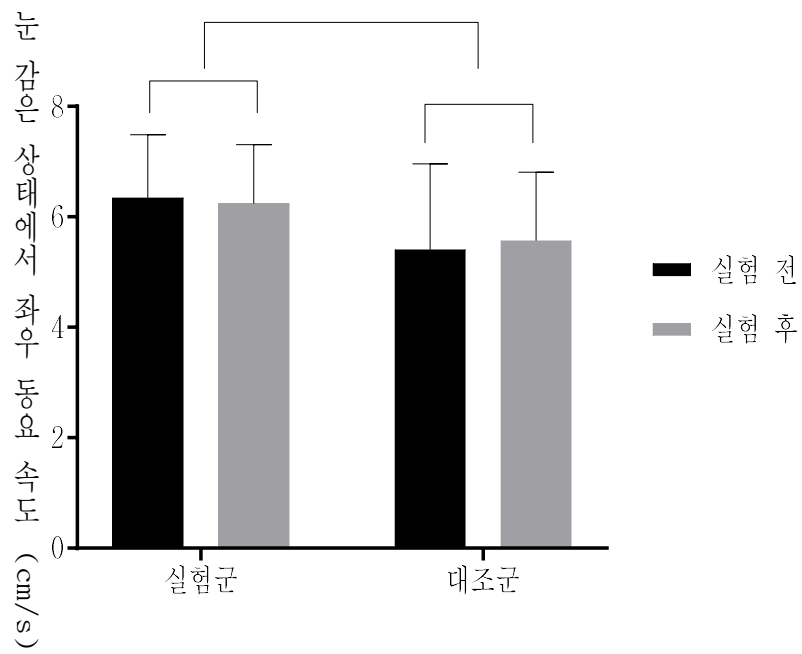


그림 6. 눈 감은 상태에서 좌우 동요 속도 전·후 변화.

### 5. 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도 전·후 변화

힘 측정판의 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도 실험군은 훈련 전 2.84 cm/s에서 훈련 후 2.60 cm/s로 0.32 cm/s 감소였으나 유의한 차이는 없었고, 대조군은 훈련 전 2.52 cm/s에서 훈련 후 2.61 cm/s로 0.11 cm/s 증가하여 유의한 차이는 없었다. 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서도 유의한 차이는 없었다(표 12, 그림 7).

표 12. 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화 (N=18)

|                                      |       | 실험군 (n=9)                | 대조군 (n=9)     | z(p)          |
|--------------------------------------|-------|--------------------------|---------------|---------------|
| 눈 뜬<br>상태에서<br>전후 동요<br>속도<br>(cm/s) | 훈련 전  | 2.84 ± 0.52 <sup>a</sup> | 2.52 ± 0.53   |               |
|                                      | 훈련 후  | 2.60 ± 0.48              | 2.61 ± 0.51   |               |
|                                      | 전·후 차 | 0.32 ± 0.27              | 0.11 ± 0.35   | -0.574(0.605) |
|                                      | z(p)  | -1.836(0.066)            | -0.533(0.594) |               |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

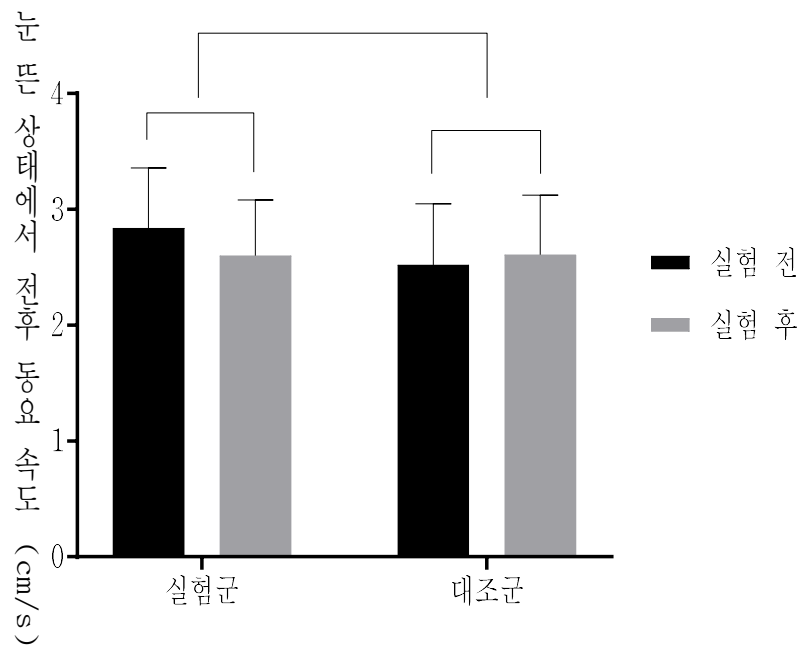


그림 7. 눈 뜬 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화.

## 6. 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도 전·후 변화

힘 측정판의 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도 실험군은 훈련 전 2.36 cm/s에서 훈련 후 2.18 cm/s로 0.17 cm/s 감소하였으나 유의한 차이는 없었고, 대조군은 훈련 전 2.27 cm/s에서 훈련 후 2.33 cm/s로 0.11 cm/s 증가하여 유의한 차이는 없었다. 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서도 유의한 차이는 없었다(표 13, 그림 8).

표 13. 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도 전·후 변화 (N=18)

|                                       |                       | 실험군 (n=9)                | 대조군 (n=9)     | <i>z</i> ( <i>p</i> ) |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|
| 눈 감은<br>상태에서<br>전후 동요<br>속도<br>(cm/s) | 훈련 전                  | 2.36 ± 0.55 <sup>a</sup> | 2.27 ± 0.55   |                       |
|                                       | 훈련 후                  | 2.18 ± 0.47              | 2.33 ± 0.50   |                       |
|                                       | 전·후 차                 | 0.17 ± 0.27              | 0.11 ± 0.35   | -1.015(0.340)         |
|                                       | <i>z</i> ( <i>p</i> ) | -1.718(0.086)            | -0.178(0.859) |                       |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

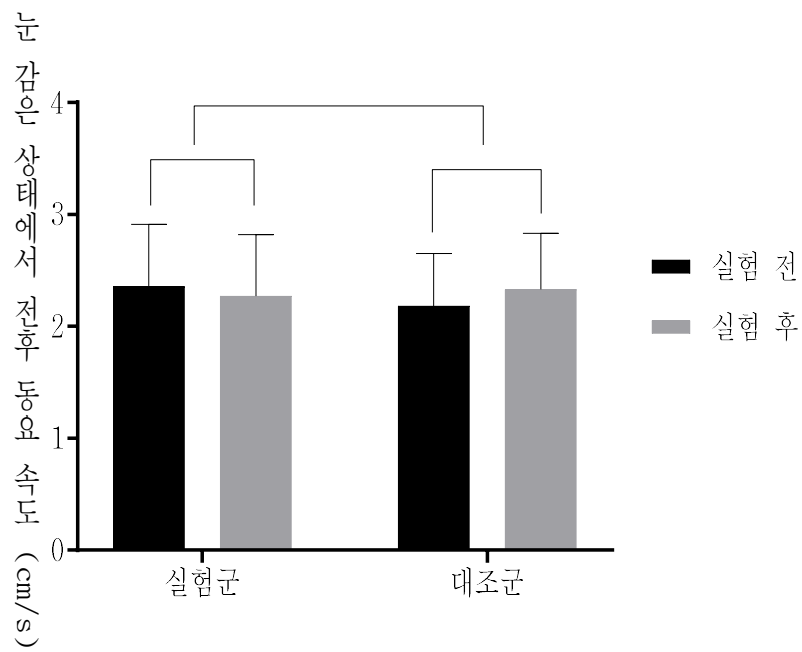


그림 8. 눈 감은 상태에서 전후 동요 속도의 전·후 변화.



### 7. 눈 뜬 상태에서 신체 중심 압력 거리 이동의 전·후 변화

힘 측정판에서 눈 뜬 상태의 신체 중심 압력거리 이동의 전후 변화는 실험군의 경우 훈련 전 26.50 cm에서 훈련 후 26.09 cm로 0.40 cm 감소하였으나 유의한 차이가 없었고, 대조군은 훈련 전 22.09 cm에서 훈련 후 23.02 cm로 0.93 cm로 증가하여 유의한 차이는 없었다. 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서도 유의한 차이는 없었다(표 14, 그림 9).

표 14. 눈 뜬 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 (N=18)

|   |             | 실험군 (n=9)                 | 대조군 (n=9)     | <i>z(p)</i>   |
|---|-------------|---------------------------|---------------|---------------|
| 눈 뜬<br>상태에서<br>신체 중심<br>압력 거리<br>이동<br>(cm) | 훈련 전        | 26.50 ± 6.19 <sup>a</sup> | 22.09 ± 5.36  |               |
|   | 훈련 후        | 26.09 ± 4.89              | 23.02 ± 5.13  |               |
|   | 전·후 차       | 0.40 ± 5.49               | 0.93 ± 3.16   | -0.221(0.863) |
|   | <i>z(p)</i> | -0.652(0.515)             | -0.533(0.594) |               |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

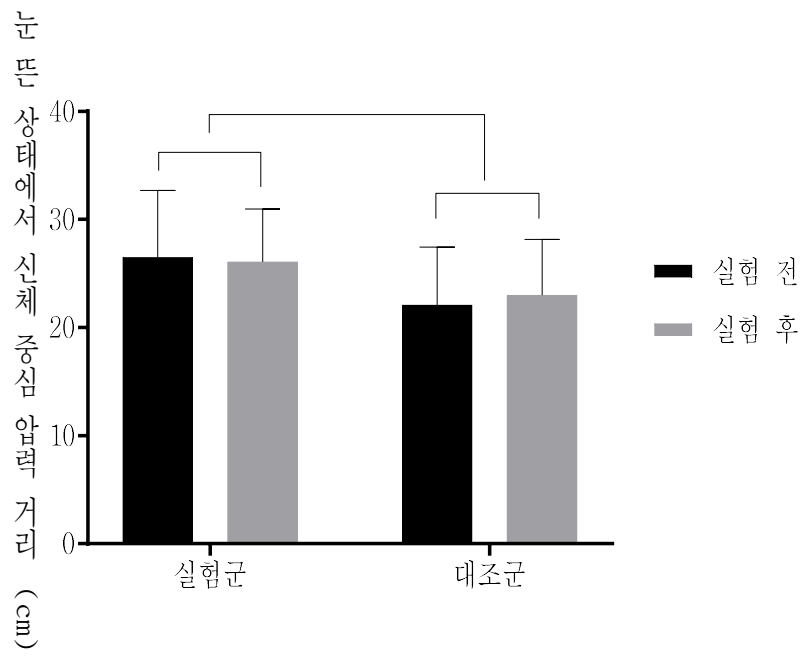


그림 9. 눈 뜬 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화.

### 8. 눈 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화

힘 측정판에서 눈 감은 상태의 신체 중심 압력 거리의 전후 변화는 실험군의 경우 훈련 전 26.95 cm에서 훈련 후 27.06 cm로 0.10 cm증가로 유의한 차이는 없었고, 대조군은 훈련 전 22.82 cm에서 훈련 후 23.48 cm로 0.66 cm증가하여 유의한 차이는 없었다. 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서도 유의한 차이는 없었다(표 15, 그림 10).

표 15. 눈 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화 (N=18)

|  |                       | 실험군 (n=9)                 | 대조군 (n=9)     | <i>z</i> ( <i>p</i> ) |
|--|-----------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|
| 눈 감은<br>상태에서<br>신체 중심<br>압력 거리<br>이동<br>(cm) | 훈련 전                  | 26.95 ± 5.93 <sup>a</sup> | 22.82 ± 6.84  |                       |
|  | 훈련 후                  | 27.06 ± 4.53              | 23.48 ± 4.96  |                       |
|  | 전·후 차                 | 0.10 ± 4.28               | 0.66 ± 4.51   | -0.044(0.965)         |
|  | <i>z</i> ( <i>p</i> ) | -0.296(0.767)             | -0.296(0.767) |                       |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

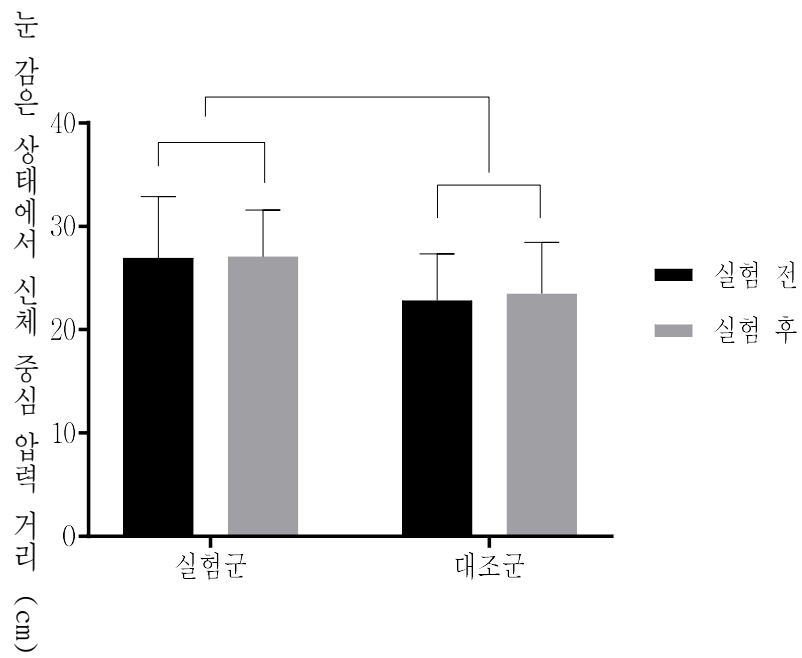


그림 10. 눈 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 전·후 변화.

## D. 체간 조절 능력 변화

### 1. 뇌졸중 자세 평가 척도 전·후 변화

뇌졸중 자세 평가 척도에서 실험군이 훈련 전 13.22점에서 훈련 후 22.22점으로 9.11점 증가하였고( $p < 0.007$ ), 대조군에서도 훈련 전 11.33점에서 훈련 후 16.44점으로 5.11점 증가하여 유의한 차이가 있었다( $p < 0.012$ ). 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.04$ )(표 16, 그림 11).

표 16. 뇌졸중 자세 평가 척도 전·후 변화 (N=18)

|                        |        | 실험군 (n=9)                   | 대조군 (n=9)                   | $z(p)$                     |
|------------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                        | 훈련 전   | 13.22 ± 6.09 <sup>a</sup>   | 11.33 ± 4.58                |                            |
| 뇌졸중 자세<br>평가 척도<br>(점) | 훈련 후   | 22.22 ± 3.56                | 16.44 ± 5.72                |                            |
|                        | 전·후 차  | 9.11 ± 3.25                 | 5.11 ± 3.68                 | -2.045(0.040) <sup>†</sup> |
|                        | $z(p)$ | -2.675(0.007) <sup>**</sup> | -2.524(0.012) <sup>**</sup> |                            |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>\*\*</sup> $p < 0.01$ 는 실험 전·후 비교, <sup>†</sup> $p < 0.05$ 는 집단 간 비교.

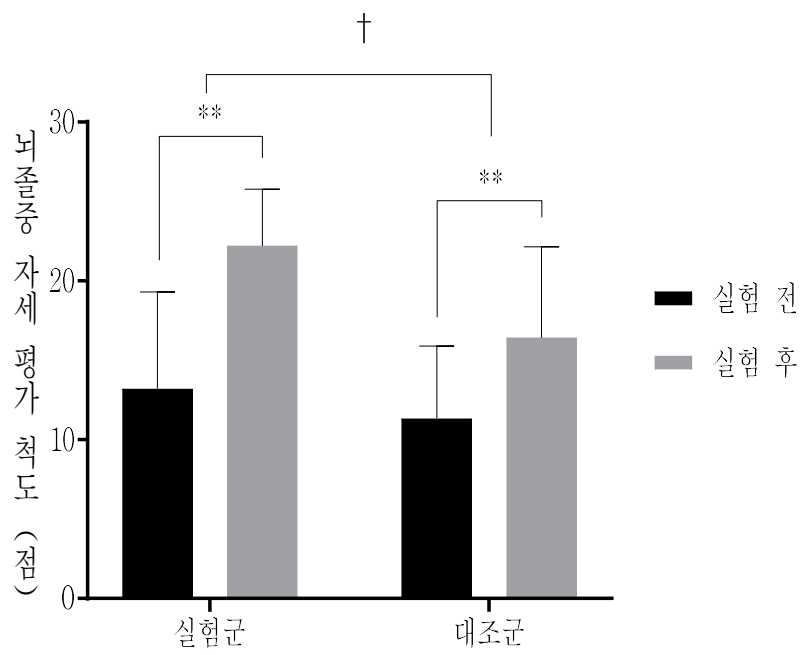


그림 11. 뇌졸중 자세 평가 척도 전·후 변화.  
 \*\*  $p < 0.01$  실험 전·후 비교, †  $p < 0.05$ 는 집단 간 비교.

## 2. 체간 손상 척도 전·후 변화

체간 손상 척도에서 실험군이 전 6.00점에서 훈련 후 9.33 점으로 3.33점 증가하였고( $p < 0.007$ ), 대조군에서도 훈련 전 5.56점에서 훈련 후 6.78점으로 1.22점 증가 하여 유의한 차이가 있었다( $p < 0.041$ ). 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p < 0.014$ )(표 17, 그림12).

표 17. 체간 손상 척도 전·후 변화 (N=18)

|              |       | 실험군 (n=9)                   | 대조군 (n=9)                  | z(p)                        |
|--------------|-------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|              | 훈련 전  | 6.00 ± 2.44 <sup>a</sup>    | 5.56 ± 2.24                |                             |
| 체간 손상 척도 (점) | 훈련 후  | 9.33 ± 3.12                 | 6.78 ± 2.22                |                             |
|              | 전·후 차 | 3.33 ± 1.80                 | 1.22 ± 1.30                | -2.436(0.014) <sup>††</sup> |
|              | z(p)  | -2.667(0.007) <sup>**</sup> | -2.041(0.041) <sup>*</sup> |                             |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>\*</sup>p<0.05는 실험 전·후 비교, <sup>††</sup>p<0.01는 집단 간 비교.

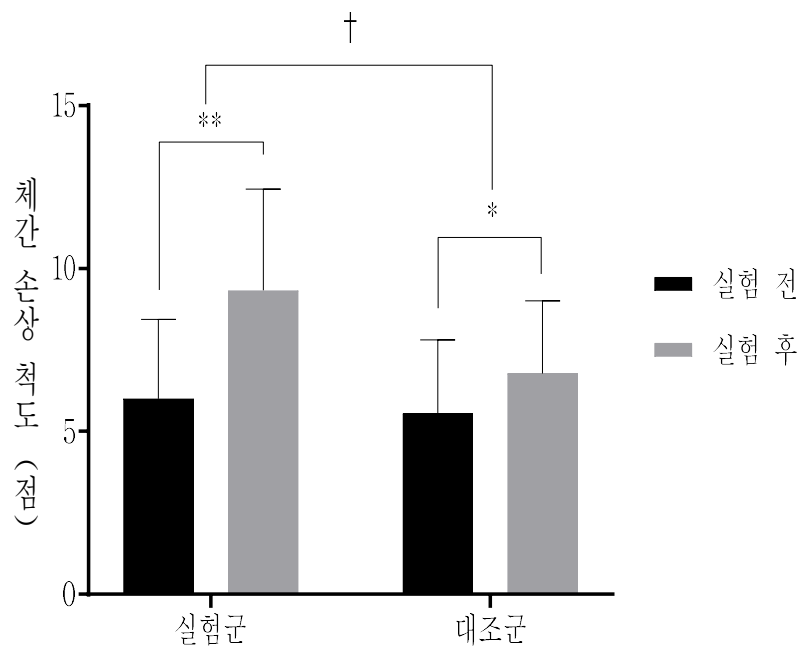


그림 12. 척간 손상 척도 전·후 변화.  
 \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ 는 실험 전·후 비교, † $p < 0.05$ 는 집단 간 비교.



## E. 재활 동기 변화

### 1. 재활 동기 전·후 변화

재활 동기에서 실험군이 훈련 전 77.56점에서 훈련 후 87.67점으로 10.11점 증가하였고( $p<0.008$ ), 대조군에서도 훈련 전 80.67점에서 훈련 후 85.56점으로 4.89점 증가하였다( $p<0.008$ ). 두 집단 간의 훈련 전·후 차이 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p<0.011$ )(표 18, 그림 13).

표 18. 재활 동기 전·후 변화 (N=18)

|              | 실험군 (n=9) | 대조군 (n=9)                   | $z(p)$                      |                             |
|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 재활 동기<br>(점) | 훈련 전      | 77.56 ± 7.78 <sup>a</sup>   | 80.67 ± 3.39                |                             |
|              | 훈련 후      | 87.67 ± 8.06                | 85.56 ± 3.39                |                             |
|              | 전·후 차     | 10.11 ± 5.32                | 4.89 ± 2.26                 | -2.487(0.011) <sup>††</sup> |
|              | $z(p)$    | -2.670(0.008) <sup>**</sup> | -2.670(0.008) <sup>**</sup> |                             |

주. <sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>\*\*</sup> $p<0.01$ 는 실험 전·후 비교, <sup>††</sup> $p<0.01$ 는 집단 간 비교.

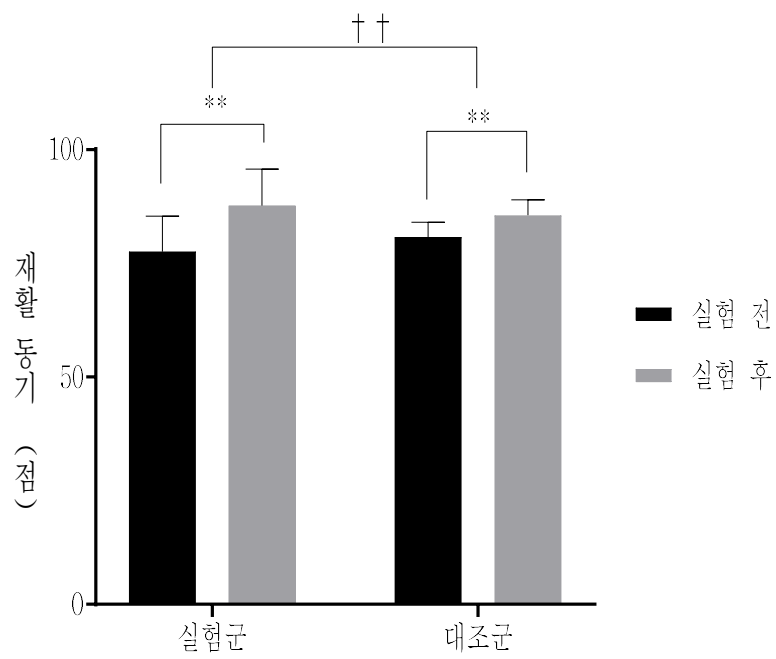


그림 13. 재활 동기 전·후 변화.  
 \*\*  $p < 0.01$ 는 실험 전·후 비교, ††  $p < 0.01$ 는 집단 간 비교.

## V. 논의

본 연구에서 독립적인 보행이 어려운 뇌졸중 환자에게 체간 안정화 재활 로봇 훈련을 받은 군과 일반적인 물리치료를 받은 군 간에 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 유의한 차이가 있는지 알아보고자 하였다.

### A. 앉은 자세 균형 능력의 변화

앉기 자세를 유지할 수 있는 능력은 옷 입기, 식사하기, 침상 이동, 휠체어 사용 등 기본적인 자립 활동에 필수적인 요소이다(Verheyden et al., 2006). 앉은 자세를 유지하기 위한 선행적인 조건은 체간 근위부의 안정성과 상·하지 근·원위부의 협응성이 요구된다. 일반적으로 정상인의 체간 근육은 상하지의 움직임이 발생하기 전 활성화되어 선행적인 자세 조절에 관여하는 데 이와는 달리 뇌졸중 환자들의 경우 팔을 뺏는 동작에 관여하는 근육이 먼저 활성화되고 체간 근육의 개시 시간이 지연된다고 알려져 있다(dickstein et al., 2000). 또한 마비측 하지로 체중 이동하기, 안정성 한계의 결여 그리고 예측치 못한 불균형에 대한 균형 재확립에 빠르게 반응하기가 어렵다(Dickstein, Shefi, Marcovitz, & Villa, 2004).

이러한 사실로 미루어 볼 때 뇌졸중 환자들의 앉기 균형 능력 저하는 팔을 뺏어 물건을 쥐기, 식사하기, 이동하기, 체위 변경 등 일상생활동작에 부정적인 영향을 준다고 할 수 있다. 본 연구에서 체간 안정화 재활 로봇을 이용한 실험군의 전방, 건측 방향으로 수정된 전방 기능적 팔 뺏기 검사에서 훈련 후 각각 13 cm, 10.11 cm로 일반적인 물리치료를 받은 군은 각각 7.11 cm, 6 cm에 비해 유의한 차이가 있었다. 뇌졸중을 대상으로 한 선행 연구에서 체간 안정화 훈련 후 버그 균형 검사는 18.30점에서 35.20점으로 유의한 향상이 있었고(오근배와 백지영, 2012), 체간 안정화 재활 로봇을 이용한 연구에서 중재 후 전방 기능적 팔 뺏기

검사는 15 cm 증가 되었고(Lee et al., 2017), 버그 균형 검사는 16점, 마비측 체중 지지 12%증가, 10m 보행 평가에서 38.50초에서 20.79초(박윤상, 2015), 버그 균형 검사는 34.9점에서 40.8점으로 6점, 앉은 자세에서 일어서기 횟수가 2.3회에서 4.4 회로 유의하게 향상되었다(김영기, 2014). 본 연구 피실험자들은 보행에 현저히 제한이 있는 환자(기능적 보행 지수 1점)들로 체간 안정화 재활 로봇을 적용한 피실험자들의 앉기 균형 능력이 독립 보행이 가능한 피실험자들을 대상으로 한 선행 연구와도 유사한 연구 결과를 확인할 수 있었다. 보행이 어려운 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 마비측 체중 신기 훈련으로 일상 생활 활동 수행 능력이 향상 되었다고 하였다(Dean et al., 2007; Kim et al., 2016).

본 연구 피실험자들은 앉기 자세 균형이 떨어지는 환자들로 균형 능력이 우수한 환자들에 비해 수정된 전방 기능적 팔 뻗기 검사 시 무게 중심점의 이동 보다 체간의 유연성과 같은 비정상적인 보상전략과 비 마비측 하지에 더욱 의존하였을 것이다(Thomas & Lane, 2005). 이에 대해 앉은 자세 균형의 정량적인 분석을 위하여 힘 측정판을 이용하여 눈을 뜨거나 감은 상태에서 좌·우, 전·후 동요 속도와 신체 중심 압력 변화를 알아보았다. 앉기와 서기 자세에서 뇌졸중 환자들은 정상인에 비해 비대칭적인 체중 부하와 자세 동요가 발생하여 비 마비측으로 과도한 체중지지가 발생한다(Bonan et al., 2002; Geiger et al., 2001). 일반적으로 뇌졸중 환자는 같은 나이 정상인에 비해 정적 앉기와 서기 자세에서 자세 동요가 2배 정도 증가하고 안정성 한계 또한 감소한다(Birnbaum et al., 2016). 뇌졸중 발병 후 80일 미만의 급성기 뇌졸중 환자들의 자세동요 속도는 눈을 뜬 상태에서 4.9 mm/s 눈을 감은 상태에서 10.7 mm/s로 정상인보다 약 3배정도 높다(Walker et al., 2000).

본 연구에서 체간 안정화 재활 로봇 훈련을 받은 군은 앉은 자세의 정적 균형

이 일반적인 물리치료를 받은 군에 비해 눈을 뜬 상태에서 좌우와 전후 동요 속도는 각각 0.77 cm/s, 0.32 cm/s, 눈을 감은 상태에서 좌우와 전후 동요 속도는 각각 0.11 cm/s, 0.17 cm/s로 감소하였으나 대조군은 오히려 증가하였다. 그러나 집단 내·간 실험 전후 변화에서도 유의한 차이는 없었다. 이승원 등의 연구(2012)에서 이중 과제 훈련군의 눈 뜬 상태에서 자세동요 속도는 좌우 동요속도가 1.36 cm/s에서 0.79 cm/s로 유의하게 감소( $p<0.01$ )하였고, 전후 동요속도는 1.16 cm/s에서 0.96 cm/s로 감소하였으나 유의한 차이는 없다고 하였다. 눈 감은 상태에서 자세동요 속도는 좌우 동요속도가 1.56 cm/s에서 0.74 cm/s로 유의하게 감소( $p<0.02$ )하였고, 전후 동요속도는 1.15 cm/s에서 0.99 cm/s로 감소하였으나 유의한 차이는 없다고 하였다. 뇌졸중 환자들은 앉은 자세에서 전후 방향으로의 균형 조절은 하지를 이용하여 보상할 수 있고 좌우측으로의 균형 조절은 체간의 조절만으로 가능(van Nes et al., 2008)하다. 이는 체간 안정화 재활 로봇 훈련 시 체중 지지와 이동 시 좌석과 발판 센서에 의한 시각적인 피드백, 고유수용성 감각 훈련, 지속적인 하지와 골반의 체중 부하, 집중적인 반복 학습, 정상적인 패턴을 촉진한 훈련의 결과로 생각된다. 또한 앉기와 서기 자세에서 여러 방향의 움직임을 통해 신체 감각의 입력과 지속적인 고유수용성 감각의 피드백 결과로 사료된다(Schilling et al., 2009; Son & Hwang, 2017). 두 집단 간에 유의한 차이를 발견하지 못한 것은 본 연구 피실험자들의 앉기 자세 균형이 현저히 낮은 환자들로 표본수가 적고 그 변화량의 정도가 미비하며 상대적으로 훈련 기간이 짧아 장기간의 앉기 균형 훈련이 필요할 것이다.

또한 본 연구에서 눈을 뜨거나 감은 상태에서 신체 중심 압력 거리의 변화도 알아보았는데 신체 중심 압력 거리 변화에 대한 측정은 자세조절 척도의 하나로 지면과 접촉하고 있는 신체 모든 압력점에 대한 무게평균을 의미한다(Latash et

al., 2003). 연구 결과 체간 안정화 훈련군의 눈을 뜬 상태에서 전후 신체 중심 압력 거리의 변화는 26.50 cm에서 26.09 cm로 0.40 cm 감소하였고, 대조군은 22.09 cm에서 23.02 cm로 0.93 cm로 증가하여 전후 변화와 집단 간에 유의한 차이는 없었다. 눈을 감은 상태에서도 전후 신체 중심 압력 거리의 변화는 26.95 cm에서 27.06 cm로 0.10 cm로 증가하였고, 대조군은 22.82 cm에서 23.48 cm로 0.66 cm 증가하여 전후 변화와 집단 간에 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 힘 측정판으로 신체 중심을 평가할 때 피실험자들의 신체 부정렬에 의한 비대칭적인 하지와 둔부의 체중 부하에 영향을 받는다(Li et al., 2017). 낙상 두려움을 최소화하고 자세 동요를 줄이기 위해 허리를 굽혀 몸을 움켜쥐거나 상지 근위부와 체간 하부의 과도한 협력 수축으로 인하여 측정 결과에 영향을 주었을 것으로 생각된다(Genthon et al., 2007). 또한 힘 측정판을 사용하여 신체 중심을 평가할 때 고난이도의 기술이 요구된다 하였다(Golriz et al., 2012). 게다가 본 연구 피실험자들은 독립보행이 불가능하고 동적 균형이 현저히 낮은 환자들로 그 표본수가 9명으로 적고 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 환자들의 신체적인 특성을 고려하지 못하였다. 따라서 본 연구의 체간 안정화 로봇 훈련 후 정량적인 앉은 자세 균형의 효과성을 입증하지 못하였다. 추후 연구에서 더 많은 표본수를 대상으로 앉기 자세 균형의 효과성 입증과 심층적인 분석이 필요할 것이다.

그러나 본 연구에서 체간 안정화 로봇 훈련은 뇌졸중 환자의 균형 능력의 재획득에 필요한 지속적인 고유수용성 감각 입력을 제공하고 다방면으로 무게 중심 이동을 유도하며 마비측 하지와 둔부 및 발의 체중 부하가 가능하였기에 앉기 균형 능력에 효과적인 훈련 방법인 것으로 확인되었다.

## B. 체간 조절 능력의 변화

체간 조절 능력은 기능적인 일상생활동작과 고난이도 과제 수행에 필요한 서기 균형과 사지의 협응된 움직임에 필수적인 요소로 선행적인 자세조절에 기여한다 하였다(Verheyden et al., 2007; Wang et al., 2005).

본 연구 결과 체간 안정화 로봇 훈련을 받은 군의 뇌졸중 자세 조절 변화는 훈련 전 13.22점에서 훈련 후 22.22점으로 9.11점으로 증가하였고, 대조군에서도 훈련 전 11.33점에서 훈련 후 16.44 점으로 5.11점 증가하였으며, 두 집단 간의 훈련 전후 차이 비교에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 뇌졸중 환자의 체간 안정화 훈련이 자세 조절에 미치는 효과 연구에서 훈련 전 24.10점에서 28.60점으로 유의한 차이가 있었고 일반적인 물리치료를 받은 군은 21.50점에서 24.7점으로 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 체간 안정화 훈련의 효과는 체간 상부와 하부의 선택적인 근력 강화와 체간의 회전 훈련 및 지속적인 비마비측 하지의 체중 부하로 인하여 자세 조절 능력을 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 적용한 안정화 로봇 훈련은 뇌졸중 환자들의 자세조절에 필요한 체간 근력 강화와 양하지 대칭적인 체중 부하를 유도하며 마비측 하지와 발바닥의 체중지지와 이동 증가로 나타난 효과로 생각된다. 체간 조절은 균형 유지와 회복을 위하여 적절한 감각 운동 능력을 요구한다(Karatas et al., 2004; Ryerson et al., 2008). 체간 근육은 신체의 기립과 체중 이동, 정적·동적인 자세를 유지하는 동안 기저면내에서 무게 중심점을 조절하기 위한 신체의 중심축으로 원위부 움직임에 필요한 근위부의 안정성을 제공한다(Verheyden et al., 2006). 대부분의 선행 연구는 재활 프로그램이 주로 상·하지 기능 회복, 보행 훈련, 인지 재활에 중점을 두고 있는 반면 체간 조절 안정성 훈련은 무시되어 왔다(Verheyden et al.,

2007).

본 연구에서 체간 안정화 로봇 훈련군의 체간 손상 척도는 훈련 전 6.00점에서 훈련 후 9.33점으로 3.33점 증가하였고, 대조군은 훈련 전 5.56점에서 훈련 후 6.78점으로 1.22점 증가하여 체간 안정화 로봇 훈련이 대조군에 비해 유의하게 향상되었다. 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 규칙적인 물리치료이외에 10시간(5주, 주 4회×30분)의 부가적인 체간 외측 굴곡 훈련을 적용한 결과 체간 손상 척도가 14.18점에서 19점으로 4.82점으로 개선되었고(Verheyden et al., 2009), 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 물리치료 공을 이용한 체간 훈련이 매트를 이용한 훈련 보다 17.83점에서 19.4점으로 1.57점으로 개선되었다(Karthikbabu et al., 2011a). 또한 물리치료 공을 이용한 체간 훈련이 매트를 이용한 훈련보다 체간 손상 척도에서 훈련 전 11.27점에서 19.2점으로 7.93점, 정적 앉기 균형 검사는 5.73점에서 7점으로 1.27점, 동적 앉기 균형 검사에서는 4.13점에서 8.2점으로 4.07점으로 유의하게 향상되었다고 하였다(Karthikbabu et al., 2011b). 체간 안정화 훈련(5주, 주 5회×15분)을 적용한 연구에서 체간 손상 척도는 3.5점에서 9.38점으로 5.88점, 기능적 앉기 검사는 20.75점에서 43.70점으로 22.95점, 뇌졸중 자세 평가 척도는 14.72점에서 25.82점으로 11.10점 개선되었다고 하였다(Cabanas-Valdés et al., 2016).

본 연구는 선행 연구와 수치적인 차이만 있을 뿐 본 연구와 유사한 결과가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 선행 연구 모두 기능적인 회복에 있어서 근력 강화, 균형훈련 그리고 체간 훈련의 중요성을 강조하였다. 일반적으로 뇌졸중 환자들은 마비측의 외측 회전과 관련된 균형 조절에 장애가 있는데 이는 뇌졸중 후 뇌 병변 반대측의 상하지 편측 마비와는 달리 체간 근육은 다방면으로 장애가 있다고 하였다(Karthikbabu et al., 2011). 또한 등속성 악력계를 이용한 체간의 굴근과 신



근 및 양측 회전근력 비교에서 뇌졸중 환자들은 정상인에 비해 체간 근력이 현저히 감소되어 있고(Karthikbabu et al., 2012), 체간의 고유수용성 감각 오류 검사에서도 시상 관성 수평면 3면 모두 정상인에 비해 시작 자세로 돌아오는데 필요한 위치 감각 및 운동 감각에도 장애가 있다고 했다(Ryerson et al., 2008). 대부분의 뇌졸중 환자는 체간 근육 약화로 체간 안정성과 동적 균형에 장애가 있다(Ha et al., 2014).

신경학적인 발달 관점에서 볼 때 체간은 신체의 중심점으로 사지의 움직임은 근위부에서 원위부로 진행된다(Davis 2003). 체간의 중요한 역할은 상하지의 선택적이고 협응된 움직임을 위한 신체 중심축으로 원위부 움직임에 필요한 근위부 안정성을 제공하기 때문이다. 이는 운동 조절에서 근위부 체간 조절이 개선되었다면 이동성과 균형에 필요한 선행적인 자세 조절이 개선됨과 동시에 사지의 움직임이 향상되었다고 할 수 있다. 상지와 하지의 운동으로 선행되는 복근과 다열근의 동시 수축은 척추 안정화의 중추신경계 역할이며, 복횡근과 복사근의 수축은 상지와 하지를 움직이는 기능한다 하였다(Hodges & Richardson, 1997). 뇌졸중 환자의 자세 검사(Posturographic) 분석을 통한 체간하부(골반 움직임)의 움직임은 대부분 체간 상부를 이용한 보상적인 움직임이 두드러지게 나타난다고 하였다(Messier et al., 2004).

임상적인 관점에서 볼 때 뇌졸중 환자들의 체간 하부의 회전은 매우 어렵다(Verheyden et al., 2005). 특히 뇌졸중 환자들은 하지 근위부의 과도한 긴장, 체간 근육의 마비, 골반의 전후방 경사와 회전(외측 굴곡)이 어렵게 되어 체간의 선택적인 움직임 수행이 어렵게 된다. 또한 뇌졸중 환자들의 앉기와 서기 자세에서 마비측으로 무게 중심점을 이동하는데 상당한 어려움을 겪는다(Van nes et al., 2008).

따라서 본 연구에서 적용한 체간 안정화 재활 로봇 훈련은 체간의 굴곡, 신전, 외측 굴곡과 회전운동으로 인하여 다양한 체간 근육의 많은 활성화가 이루어졌고 마비측으로 체중지지 가능하였기 때문에 체간 안정화 재활 로봇 훈련의 효과가 입증된 것으로 볼 수 있다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련은 포괄적인 물리치료와 특이적 과제지향적인 훈련으로 뇌졸중 환자의 체간 훈련에 유용한 치료 방법이 될 수 있을 것이다.

### C. 재활 동기 변화

뇌졸중 후 신체 기능적 장애를 최소화하고 독립적 일상생활 활동을 위해 많은 시간 동안 재활치료를 받게 되는데, 재활치료에 환자의 참여의지는 매우 중요하다. 이는 재활치료의 단계마다 의료인과 치료사에 의한 치료뿐만 아니라 환자 스스로 훈련과 연습을 통해서 기능회복으로 이루어지며 훈련과 연습은 환자 동기가 필수적이다(오수용과 황선영, 2017). 뇌졸중 환자의 재활 목표를 위해서는 가능한 빨리 재활치료를 시작하고 초기 급성기 치료에도 포괄적 재활 시작이 매우 중요하다 하였다(Musicco et al., 2003).

본 연구 결과 체간 안정화 재활 로봇 훈련을 받은 군의 재활 동기는 훈련 전 77.56점에서 훈련 후 87.67점으로 10.11점 증가하였고, 일반적인 물리치료를 받는 군은 훈련 전 80.67점에서 훈련 후 85.56점으로 4.89점 증가하였으나 체간 안정화 로봇 훈련이 대조군에 비하여 더 유의하게 향상되었다. 재활 동기 점수가 높을수록 재활 동기가 높다는 것을 의미(한혜숙과 임난영, 2002)하는데 이는 체간 안정화 재활 로봇이 환자들에게 흥미를 유발하고 시각적인 피드백을 통한 능동적인 참여를 유도하여 재활 동기에 긍정적인 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

여러 선행 연구들에서 가상현실을 이용한 훈련이 환자의 재활 참여도가 높다는 것은 이미 입증되었다(Hesse & Werner, 2003; Schwartz et al., 2009; 송귀빈과 박은초, 2016; 송승일과 이종민, 2014). 재활 동기는 치료 과정에서 효과를 결정하는 심리적인 과정으로 재활욕구, 재활에 대한 신뢰와 용기, 가치실현 등을 포함한다(Hafen et al., 2001; McLean et al., 2002). 체간 안정화 재활 로봇 훈련은 환자들의 능동적인 참여와 관심을 유도하였고 다양한 시각적인 자극과 피드백을 제공하였기 때문에 뇌졸중 환자들의 재활 동기가 증진된 것으로 사료된다. 따라서

재활 로봇을 이용한 치료는 훈련 수행 후 측정된 평가 점수를 제공하여 치료 효과에 대한 긍정적인 피드백을 줄 수 있고 치료에 지속적인 참여를 유도하여 성공적인 재활 치료를 이끌어 나가는데 중요한 역할을 할 것이다.

본 연구 피실험자들은 독립보행이 불가능하고 동적 균형이 현저히 낮은 환자들이므로 그 표본수가 9명으로 적고 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 환자들의 신체적인 특성을 고려하지 못하였다. 따라서 본 연구의 체간 안정화 로봇 훈련 후 정량적인 앉은 자세 균형의 효과성을 입증하지 못하였다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련의 중재는 한정된 장소에서 실시되었고, 자발적인 회복과 개개인의 신체적 특성 및 주변 환경이 연구 결과에 미치는 영향을 고려하지 못하였다. 재활 동기 설문지는 치료사와 환자 또는 보호자와 1:1 대면 하에 작성되었으나 재활 동기의 설문 내용에 치료사에 관한 질문이 있어 대답이 곤란한 상황이 있었고, 환자 스스로 자각하는 신체적 기능 수행 정도를 인식하는 정도의 차이로 인하여 재활 동기 설문에 영향을 주었다. 추후 연구에서는 더 많은 표본수와 다양한 신경학적인 장애가 있는 환자를 대상으로 체간 안정화 재활 로봇의 다각적인 연구와 체간 안정화 훈련과의 비교 연구 및 앉기 자세 균형의 효과성 입증과 심층적인 분석이 있어야 할 것이다.

## VI. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자의 체간 안정화 재활 로봇 훈련이 앉은 자세 균형, 체간 조절 및 재활 동기에 어떠한 효과가 있는지 구명하고자 체간 안정화 재활 로봇 훈련군과 일반적인 물리치료군은 각각 9명으로 나누어 연구를 하였다. 본 연구의 결과로 체간 안정화 재활 로봇 훈련이 앉은 자세에서의 수정된 기능적 팔 뻗기 검사에서 유의한 향상이 있었고 체간 조절 능력 평가 도구인 뇌졸중 자세 평가 척도와 체간 손상 척도에서 유의한 향상이 있었으며 뇌졸중 환자의 재활 동기 측정을 통해서 체간 안정화 재활 로봇 훈련이 재활 동기가 효과적임을 알 수 있었다. 힘 측정판에서 앉은 자세 평가에서는 유의한 향상이 없었다. 위와 같은 연구 결과는 체간 안정화 재활 로봇이 앉은 자세 균형 능력과 체간 조절 능력을 향상시켜 환자들의 기능 회복을 위해 적극적으로 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련은 뇌졸중 환자의 체간 근육의 강화, 고유수용성 감각 입력, 하지 근력 강화, 대칭적인 체중 부하와 이동이 가능한 특이성 과제 지향적 훈련 방법으로 체간 훈련에 유용한 치료 방법이 될 수 있음을 확인하였다. 체간 안정화 재활 로봇 훈련 연구는 국내 제품으로 임상에서 연구가 적은 실정이라 앞으로 보행 및 기능에 현저히 제한이 있는 뇌졸중 환자분들에게 더 많은 도움이 될 것이라고 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 김영기. (2014). 뇌졸중 환자의 자세교정과 균형능력 향상을 위한 로봇시스템의 개발 및 임상적 유용성 검증. 미출판 국내박사학위논문, 영남대학교 대학원, 경산.
- 김형선, 황영옥, 유재호, 정진화, 우희순, 정희승. (2009). 뇌졸중 환자의 우울, 재활동기, 일상생활동작과 삶의 질 간의 상관관계. **대한작업치료학회지**, 17(3), 41-53.
- 박안숙, 고은. (2017). 뇌졸중 환자의 재활동기, 자기효능감 및 가족지지가 재활이행에 미치는 영향. **기초간호자연과학회지**, 19, 113-122.
- 박윤상. (2015). 체간보정재활로봇을 이용한 게임훈련이 급성기 뇌졸중 환자의 균형, 보행 및 재활 참여도에 미치는 영향. 미출판 국내석사학위논문, 삼육대학교 일반대학원, 서울.
- 송귀빈, 박은초. (2016). 과제지향적 상지 운동과 가상현실 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 기능과 균형, 우울감에 미치는 영향 비교. **J Korean Soc Phys Med**, 11(1), 115-125.
- 송승일, 이종민. (2014). 게임 프로그램이 뇌졸중 환자의 우울과 자기효능감, 재활동기에 미치는 영향. **특수교육재활과학연구**, 53(3), 133-153.
- 신규현. (2008). 상지 재활을 위한 3차원 로봇 시스템에 관한 연구. 미출판 국내박사학위논문, 울산대학교 일반대학원, 울산.
- 오근배, 백지영. (2012). 뇌졸중 환자의 체간 안정화 훈련이 균형과 자세조절에 미치는 효과. **대한보건연구**, 38(2), 81-88.
- 이승원, 이재한, 이용우. (2012). 앉은 자세에서의 이중운동과제 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. **특수교육재활과학연구**, 51(2), 301-318.
- 이윤복, 안승현, 이규창. (2014). 뇌졸중 환자들의 한국어판 Modified Version of Postural Assessment Scale for Stroke의 신뢰도와 타당도. **특수교육재활**

과학연구, 53(3).

조성태. (2017). 조기 로봇 보조 보행 훈련이 급성기 뇌졸중 환자에게 기능회복과 자기효능감 및 재활동기에 미치는 영향. 미출판 국내석사학위논문, 삼육대학교 대학원, 서울.

한혜숙, 임난영. (2002). 장애인의 재활동기 측정도구의 신뢰도 및 타당도 검증 연구. *재활간호학회지*, 5(2), 124-133.

Angeli, C. A., Edgerton, V. R., Gerasimenko, Y. P., & Harkema, S. J. (2014). Altering spinal cord excitability enables voluntary movements after chronic complete paralysis in humans. *Brain*, 137(5), 1394-1409.

Aruin, A. S. (2005). Support-specific modulation of grip force in individuals with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(4), 768-775.

Au-Yeung, S. S. (2003). Does weight-shifting exercise improve postural symmetry in sitting in people with hemiplegia? *Brain injury*, 17(9), 789-797.

Bach-y-Rita, P., Wood, S., Leder, R., Paredes, O., Bahr, D., Bach-y-Rita, E. W., et al. (2002). Computer-assisted motivating rehabilitation (CAMR) for institutional, home, and educational late stroke programs. *Topics in stroke rehabilitation*, 8(4), 1-10.

Bank, J., Charles, K., & Morgan, P. (2016). What is the effect of additional physiotherapy on sitting balance following stroke compared to standard physiotherapy treatment: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 23(1), 15-25.

Banz, R., Bolliger, M., Colombo, G., Dietz, V., & Lünenburger, L. (2008). Computerized visual feedback: an adjunct to robotic-assisted gait training. *Physical therapy*, 88(10), 1135-1145.

Barclay Goddard, R. E., Stevenson, T. J., Poluha, W., Moffatt, M., & Taback, S. P. (2004). Force platform feedback for standing balance

training after stroke. *The Cochrane Library*.

- Birnbaum, M., Hill, K., Kinsella, R., Black, S., Clark, R., & Brock, K. (2016). Comprehensive clinical sitting balance measures for individuals following stroke: a systematic review on the methodological quality. *Disability and rehabilitation*, 1-15.
- Benaim, C., Perennou, D. A., Villy, J., Rousseaux, M., & Pelissier, J. Y. (1999). Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke*, 30(9), 1862-1868.
- Betker, A. L., Desai, A., Nett, C., Kapadia, N., & Szturm, T. (2007). Game-based exercises for dynamic short-sitting balance rehabilitation of people with chronic spinal cord and traumatic brain injuries. *Physical therapy*, 87(10), 1389-1398.
- Black, K., Zafonte, R., Millis, S., Desantis, N., Harrison-Felix, C., Wood, D., et al. (2000). Sitting balance following brain injury: does it predict outcome? *Brain injury*, 14(2), 141-152.
- Bohannon, R. W. (1995). Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*, 18(2), 162-167.
- Bonan, I., Yelnik, A., Colle, F., Guichard, J., Vicaut, E., & Eisenfisz, M. (2002). Effectiveness of a balance rehabilitation programme with visual cue deprivation after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 16(7), 808-809.
- Bugnariu, N., & Fung, J. (2007). Aging and selective sensorimotor strategies in the regulation of upright balance. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 4(1), 19.
- Butler, D. P., & Willett, K. Wii-habilitation: Is there a role in trauma? *Injury*, 41(9), 883-885.



- Cabanas-Valdes, R., Bagur-Calafat, C., Girabent-Farres, M., Caballero-Gomez, F. M., Hernandez-Valino, M., & Urrutia Cuchi, G. (2016). The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, *30*(10), 1024-1033.
- Cabanas-Valdés, R., Cuchi, G. U., & Bagur-Calafat, C. (2013). Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*, *33*(4), 575-592.
- Calabrò, R. S., De Cola, M. C., Leo, A., Reitano, S., Balletta, T., Trombetta, G., et al. (2015). Robotic neurorehabilitation in patients with chronic stroke: psychological well-being beyond motor improvement. *International Journal of Rehabilitation Research*, *38*(3), 219-225.
- Caronni, A., & Cavallari, P. (2009). Anticipatory postural adjustments stabilise the whole upper-limb prior to a gentle index finger tap. *Exp Brain Res*, *194*(1), 59-66.
- Colombo, R., Pisano, F., Mazzone, A., Delconte, C., Micera, S., Carrozza, M. C., et al. (2007). Design strategies to improve patient motivation during robot-aided rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *4*(1), 3.
- Davies, P. M. (2000). *Steps to follow: the comprehensive treatment of patients with hemiplegia*. Springer Science & Business Media.
- de Haart, M., Geurts, A. C., Huidekoper, S. C., Fasotti, L., & van Limbeek, J. (2004). Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *85*(6), 886-895.
- De Luca, A., Giannoni, P., Verneti, H., Capra, C., Lentino, C., Checchia, G. A., et al. (2017). Training the Unimpaired Arm Improves the Motion of the Impaired Arm and the Sitting Balance in Chronic Stroke Survivors.

*IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(7), 873-882.

- Dean, C. M., Channon, E. F., & Hall, J. M. (2007). Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(2), 97-102.
- Di Monaco, M., Trucco, M., Di Monaco, R., Tappero, R., & Cavanna, A. (2010). The relationship between initial trunk control or postural balance and inpatient rehabilitation outcome after stroke: a prospective comparative study. *Clinical rehabilitation*, 24(6), 543-554.
- Dickstein, R., Shefi, S., Marcovitz, E., & Villa, Y. (2004a). Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(2), 261-267.
- Dickstein, R., Shefi, S., Marcovitz, E., & Villa, Y. (2004b). Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clinical neurophysiology*, 115(4), 790-796.
- Dursun, E., Hamamci, N., Dönmez, S., Tüzünalp, Ö., & Çakci, A. (1996). Angular biofeedback device for sitting balance of stroke patients. *Stroke*, 27(8), 1354-1357.
- Esquenazi, A., & Packel, A. (2012). Robotic-assisted gait training and restoration. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 91(11), S217-S231.
- Flores, E., Tobon, G., Cavallaro, E., Cavallaro, F. I., Perry, J. C., & Keller, T. (2008). *Improving patient motivation in game development for motor deficit rehabilitation*. Paper presented at the Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology.

- Giggins, O. M., Persson, U. M., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *10*(1), 60.
- Genthon, N., Vuillerme, N., Monnet, J., Petit, C., & Rougier, P. (2007). Biomechanical assessment of the sitting posture maintenance in patients with stroke. *Clinical Biomechanics*, *22*(9), 1024-1029.
- Geurts, A. C., de Haart, M., van Nes, I. J., & Duysens, J. (2005). A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & posture*, *22*(3), 267-281.
- Golriz, S., Hebert, J. J., Foreman, K. B., & Walker, B. F. (2012). The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropractic & manual therapies*, *20*(1), 15.
- Gomes, B. M., Nardoni, G. C. G., Lopes, P. G., & de Godoy, E. (2016). The effect of global postural reeducation technique in a hemiparetic stroke patient. *Acta Fisiátrica*, *13*(2), 103-108.
- Ha, H. G., Ko, Y. J., Lee, H. J., & Lee, W. H. (2014). Effects of 3-dimensional balance trainer in combination with a video-game system on balance and gait ability in subacute stroke patients. *Physical therapy rehabilitation science*, *3*(1), 7-12.
- Haruyama, K., Kawakami, M., & Otsuka, T. (2017). Effect of Core Stability Training on Trunk Function, Standing Balance, and Mobility in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, *31*(3), 240-249.
- Hesse, S., & Werner, C. (2003). Partial body weight supported treadmill training for gait recovery following stroke. *Advances in neurology*, *92*, 423-428.
- Hodges, P. W. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthopedic Clinics of North America*, *34*(2), 245-254.

- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*, 77(2), 132-142.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*, 35 Suppl 2, ii7-ii11.
- Hsieh, C.-L., Sheu, C.-F., Hsueh, I.-P., & Wang, C.-H. (2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, 33(11), 2626-2630.
- Huxham, F. E., Goldie, P. A., & Patla, A. E. (2001). Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47(2), 89-100.
- Hwang, W. J., Cho, M. K., & Chung, Y. (2015). Relationship between anticipatory postural adjustment of the trunk, dual tasks and physical performance with chronic stroke survivors: a pilot test. *Physical therapy rehabilitation science*, 4(1), 44-48.
- Jack, D., Boian, R., Merians, A. S., Tremaine, M., Burdea, G. C., Adamovich, S. V., et al. (2001). Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 9(3), 308-318.
- Johnson, M., Feng, X., Johnson, L., Ramachandran, B., Winters, J., & Kosasih, J. (2006). *Robotic systems that rehabilitate as well as motivate: three strategies for motivating impaired arm use*. Paper presented at the Biomedical Robotics and Biomechatronics, 2006. BioRob 2006. The First IEEE/RAS-EMBS International Conference on.
- Joo, L. Y., Yin, T. S., Xu, D., Thia, E., Chia, P. F., Kuah, C. W. K., et al. (2010). A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 42(5), 437-441.

- Jung, K., Kim, Y., Chung, Y., & Hwang, S. (2014). Weight-shift training improves trunk control, proprioception, and balance in patients with chronic hemiparetic stroke. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 232(3), 195–199.
- Kahn, L. E., Lum, P. S., Rymer, W. Z., & Reinkensmeyer, D. J. (2006). Robot-assisted movement training for the stroke-impaired arm: Does it matter what the robot does? *Journal of rehabilitation research and development*, 43(5), 619.
- Karatas, M., Çetin, N., Bayramoglu, M., & Dilek, A. (2004). Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 83(2), 81–87.
- Karthikbabu, S., Nayak, A., Vijayakumar, K., Misri, Z., Suresh, B., Ganesan, S., et al. (2011). 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. *Clin Rehabil*, 25(8), 709–719.
- Karthikbabu, S., Chakrapani, M., Ganeshan, S., Rakshith, K. C., Nafeez, S., & Prem, V. (2012). A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: A need or luxury. *Neural Regen Res*, 7(25), 1974–1977.
- Karthikbabu, S., Solomon, J. M., Manikandan, N., Rao, B. K., Chakrapani, M., & Nayak, A. (2011). Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in patients with chronic stroke: a pre-post design. *Neuroscience and medicine*, 2(02), 61.
- Katz-Leurer, M., Fisher, I., Neeb, M., Schwartz, I., & Carmeli, E. (2009). Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*, 31(3), 243–248.
- Kim, D.-H., Kim, K.-H., & Lee, S.-M. (2016). Effects of visual restriction and unstable base dual-task training on balance and concentration

- ability in persons with stroke. *Physical therapy rehabilitation science*, 5(4), 193-197.
- Ko, J., & You, Y. (2015). Reliability and responsiveness of the Korean version of the trunk impairment scale for stroke patients. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 27(4), 175-182.
- Kwakkel, G., & Kollen, B. (2013). Predicting activities after stroke: what is clinically relevant? *International Journal of Stroke*, 8(1), 25-32.
- Latash, M. L., Ferreira, S. S., Wieczorek, S. A., & Duarte, M. (2003). Movement sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. *Experimental Brain Research*, 150(3), 314-324.
- Laver, K., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. E., & Crotty, M. (2012). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Stroke*, 43(2), e20-e21.
- Lee, H. J., Lee, K. E., Yi, T. I., & Kim, H. Y. (2017). Feedback Facility-assisted Balance Training in a Patient with Multiple System Atrophy: A Case Report. *Pm r*.
- Lee, J. H., Kim, S. B., Lee, K. W., Lee, S. J., Park, H., & Kim, D. W. (2017). The effect of a whole-body vibration therapy on the sitting balance of subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 1-6.
- Lee, Y., Lee, J., Shin, S., & Lee, S. (2012). The effect of dual motor task training while sitting on trunk control ability and balance of patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(4), 345-349.
- Li, X., Lau, G. K., Lo, C. K., Wong, S. H., Zhuo, H., & Tsang, W. W. (2017). The Reliability and Validity of Sitting Balance Control Tests in Stroke Survivors. *Yangtze Medicine*, 1(01), 20.
- Liston, R. A., & Brouwer, B. J. (1996). Reliability and validity of measures

- obtained from stroke patients using the Balance Master. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 77(5), 425-430.
- Merkert, J., Butz, S., Nieczaj, R., Steinhagen-Thiessen, E., & Eckardt, R. (2011). Combined whole body vibration and balance training using Vibrosphere®. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 44(4), 256.
- Messier, S., Bourbonnais, D., Desrosiers, J., & Roy, Y. (2004). Dynamic analysis of trunk flexion after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(10), 1619-1624.
- Mudie, M. H., Winzeler-Mercay, U., Radwan, S., & Lee, L. (2002). Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bo bath and feedback training approaches. *Clinical Rehabilitation*, 16(6), 582-592.
- Nichols, D. S., Miller, L., Colby, L. A., & Pease, W. S. (1996). Sitting balance: its relation to function in individuals with hemiparesis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 77(9), 865-869.
- Pérennou, D. A., Amblard, B., Laassel, E. M., Benaim, C., Hérisson, C., & Pélissier, J. (2002). Understanding the pusher behavior of some stroke patients with spatial deficits: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(4), 570-575.
- Pérennou, D. A., Leblond, C., Amblard, B., Micallef, J. P., Hérisson, C., & Pélissier, J. Y. (2001). Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(4), 440-448.
- Perlmutter, S., Lin, F., & Makhsous, M. (2010). Quantitative analysis of static sitting posture in chronic stroke. *Gait & posture*, 32(1), 53-56.
- Radomski, M. V., & Latham, C. A. T. (2008). *Occupational therapy for physical dysfunction*: Lippincott Williams & Wilkins.

- Rand, D., Eng, J. J., Liu-Ambrose, T., & Tawashy, A. E. (2010). Feasibility of a 6-month exercise and recreation program to improve executive functioning and memory in individuals with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, *24*(8), 722-729.
- Reinkensmeyer, D. J., & Housman, S. J. (2007). "If I can't do it once, why do it a hundred times?": Connecting volition to movement success in a virtual environment motivates people to exercise the arm after stroke. Paper presented at the Virtual Rehabilitation, 2007.
- Rogers, M. W., & Mille, M. L. (2003). Lateral stability and falls in older people. *Exerc Sport Sci Rev*, *31*(4), 182-187.
- Rose, D., Paris, T., Crews, E., Wu, S. S., Sun, A., Behrman, A. L., et al. (2011). Feasibility and effectiveness of circuit training in acute stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and neural repair*, *25*(2), 140-148.
- Ryerson, S., Byl, N. N., Brown, D. A., Wong, R. A., & Hidler, J. M. (2008). Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *32*(1), 14-20.
- Saeyns, W., Vereeck, L., Truijens, S., Lafosse, C., Wuyts, F. P., & Heyning, P. V. (2012). Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair*, *26*(3), 231-238.
- Saposnik, G., Levin, M., & Group, S. O. R. C. W. (2011). Virtual reality in stroke rehabilitation. *Stroke*, *42*(5), 1380-1386.
- Schilling, B. K., Falvo, M. J., Karlage, R. E., Weiss, L. W., Lohnes, C. A., & Chiu, L. Z. (2009). Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(4), 1211-1216.
- Schwartz, I., Sajin, A., Fisher, I., Neeb, M., Shochina, M., Katz-Leurer, M., et



- al. (2009). The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *PM&R*, *1*(6), 516–523.
- Sheehy, L., Taillon-Hobson, A., Sveistrup, H., Bilodeau, M., Fergusson, D., Levac, D., et al. (2016). Does the addition of virtual reality training to a standard program of inpatient rehabilitation improve sitting balance ability and function after stroke? Protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Neurol*, *16*, 42.
- Siegert, R. J., & Taylor, W. J. (2004). Theoretical aspects of goal-setting and motivation in rehabilitation. *Disability and rehabilitation*, *26*(1), 1–8.
- Son, D.-W., & Hwang, S. (2017). Robotic-assisted gait training applied with guidance force for balance and gait performance in persons with subacute hemiparetic stroke. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, *6*(3), 106–112.
- Subramanian, S. K., Massie, C. L., Malcolm, M. P., & Levin, M. F. (2010). Does provision of extrinsic feedback result in improved motor learning in the upper limb poststroke? A systematic review of the evidence. *Neurorehabil Neural Repair*, *24*(2), 113–124.
- Thomas, J. I., & Lane, J. V. (2005). A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of falls risk in frail elderly patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *86*(8), 1636–1640.
- Thompson, M., & Medley, A. (2007). Forward and Lateral Sitting Functional Reach in Younger, Middle aged, and Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *30*(2), 43–48.
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Physical therapy*, *86*(1), 30–38.
- van Nes, I. J., Nienhuis, B., Latour, H., & Geurts, A. C. (2008). Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute

phase of stroke. *Gait & posture*, 28(3), 507–512.

Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., Herregodts, I., Lafosse, C., et al. (2006). Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clinical rehabilitation*, 20(5), 451–458.

Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., LaFosse, C., Saeys, W., et al. (2009). Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 23(3), 281–286.

Wade, D., & Hower, R. L. (1987). Motor loss and swallowing difficulty after stroke: frequency, recovery, and prognosis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 76(1), 50–54.

Walker, C., Brouwer, B. J., & Culham, E. G. (2000). Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical therapy*, 80(9), 886–895.

## **ABSTRACT**

# **The Effect of Trunk Stabilization Rehabilitation Robot on Sitting Balance, Trunk Control and Rehabilitation Motivation in Stroke Patients**

by Hwang, Sung-Hwan

Department of Physical Therapy

Graduate School

Sahmyook University

Seoul, Korea

Directed by Suk-Min Lee, Ph.D.

This study was to investigate the effect of trunk stabilization rehabilitation robot training on sitting balance, trunk control and rehabilitation motivation in stroke patients. Eighteen subjects with strokes were randomly assigned to two groups. nine subjects were assigned to the experimental group and snine subjects were assigned to the control group. The experimental group underwent TSRRT(trunk stabilization rehabilitation robot training) using 30 minutes of 3DBT-33(Man&Tel Co., South Korea, 2015) and 60 minutes of

general physical therapy, while the control group performed only 60 minutes of general physical therapy(GPT) for 6 weeks. After the six weeks therapy, both groups showed functional improvement. Patients in the TSRRT improved modified functional reach test, postural assessment scale for stroke, trunk impairment scale scores and rehabilitation motivation. Statistically significant correlations between the therapeutic methods and outcomes were observed in TSRRT group. The trunk stabilization rehabilitation robot training applied in this study is a treatment method which is useful for the trunk training by reinforcement of various trunk muscles of stroke patients, proprioceptive sensory input, strengthening of leg strength, symmetrical weight load. In conclusion, trunk stabilization rehabilitation robot training improves trunk sitting balance, trunk control ability and rehabilitation motivation. These results suggest that trunk stabilization rehabilitation robot training is feasible and suitable for individuals with stroke patients.

Key words : stroke, robot, sitting balance, trunk control, motivation

## 부록 1. 연구 참여 동의서

## 연구 참여 동의서

1. 본인은 연구의 목적, 방법에 대해 아래 담당자에게 충분히 설명을 듣고 이해합니다.
2. 본인은 원하지 않을 경우 언제든지 연구 참여를 거절할 수 있으며, 이에 따른 어떠한 불이익도 본인에게 없음을 이해합니다.
3. 본인은 연구 목적을 위해 자발적으로 연구에 참여함을 동의합니다.
4. 본인은 이 동의서의 사본을 받을 것을 알고 있으며, 연구가 종료될 때까지 보관할 것입니다.
5. 본 연구의 진행 중 문의 사항이나 애로 사항이 있을 경우 물리치료실로 문의하시기 바랍니다.

[구술자]                      성명 :                      서명 :                      날짜 :    년    월    일

[동의 받은 조사원 성명]    성명 :                      서명 :                      날짜 :    년    월    일

[연구책임자]                      성명 :                      서명 :                      날짜 :    년    월    일

※ 해당되는 경우

[법적 대리인]                      성명 :                      서명 :                      날짜 :    년    월    일

[입회인]                              성명 :                      서명 :                      날짜 :    년    월    일

## 부록 2. 뇌졸중 자세 평가 척도

**한국어판 수정된 뇌졸중 자세 평가 척도**  
**(Korean version of Postural Assessment Scale for stroke)**

| 자세 유지 |   |
|-------|---|
| 1     | 지지 없이 앉기  |
|       | 0    앉을 수 없다.   |
|       | 1    약간의 지지(한손을 사용)를 통해 앉을 수 있다.  |
|       | 2    지지 없이 10초 이상 앉을 수 있다.  |
| 2     | 지지하여 서기   |
|       | 0    지지에도 불구하고 설 수 없다.  |
|       | 1    2인의 최대 지지를 통하여 설 수 있다.   |
|       | 2    1인의 증등도의 지지를 통해 설 수 있다.  |
| 3     | 지지 없이 서기  |
|       | 0    지지 없이 설 수 없다.  |
|       | 1    한쪽 다리가 몹시 기울거나 10초 이상 지지 없이 설 수 있다.                                      |
|       | 2    약간 비대칭적으로 서거나 1분 동안 지지 없이 설 수 있다.  |
| 4     | 비마비측으로 서기   |
|       | 0    비마비측으로 설 수 없다.   |
|       | 1    1분 이상 지지 없이 설수 있는 동시에 앞이마에 손을 대고 목뒤로 가져올 수 있다(손으로 뒷머리를 쓰다듬듯 이 목뒤로 가져오기). |
|       | 3    몇 초 동안 비마비측으로 설 수 있다.  |



|   |          |                       |                    |
|---|----------|-----------------------|--------------------|
|   | 2        | 5초 이상 비마측으로 설 수 있다.   |                    |
|   | 3        | 10초 이상 비마비측으로 설 수 있다. |                    |
|   | 0        | 마비측으로 설 수 없다.         |                    |
|   | 1        | 몇 초 동안 마비측으로 설 수 있다.  |                    |
| 5 | 마비측으로 서기 | 2                     | 5초 이상 마측으로 설 수 있다. |
|   | 3        | 10초 이상 마비측으로 설 수 있다.  |                    |

### 자세 변환

|    |                       |                      |
|----|-----------------------|----------------------|
|    | 0                     | 수행 할 수 없다.           |
|    | 1                     | 2명의 지지 하에 수행 할 수 있다. |
|    | 2                     | 1명의 지지 하에 수행 할 수 있다. |
|    | 3                     | 혼자서 수행 할 수 있다.       |
| 6  | 누운 자세에서 마비측으로 돌아눕기    |                      |
| 7  | 누운 자세에서 비마비측으로 돌아눕기   |                      |
| 8  | 누운 자세에서 테이블 가장자리에 앉기  |                      |
| 9  | 테이블 가장 자리에 앉은 상태에서 눕기 |                      |
| 10 | 앉은 자세에서 일어나기          |                      |
| 11 | 선 자세에서 앉기             |                      |
| 12 | 선 자세에서 바닥의 신발을 집어 들기  |                      |

총 점 ( / 36)

## 뇌졸중 자세 평가 척도

### (Postural Assessment Scale for Stroke)

| <b>Maintaining a Posture</b> |  |  |
|------------------------------|--|--|
| 1                            | Sitting without support (sitting on the edge of an 50 cm high examination table [a Bobath plane, for instance] with the feet touching the floor) | 0 cannot sit   |
|                              |  | 1 can sit with slight support(for example, by 1 hand)  |
|                              |  | 2 can sit for more than 10 seconds without support   |
|                              |  | 3 can sit for 5 minutes without support  |
| 2                            | Standing with support (feet position free, no other constraint)  | 0 cannot stand, even with support  |
|                              |  | 1 can stand with strong support of 2 people  |
|                              |  | 2 can stand with moderate support of 1 person  |
|                              |  | 3 can stand with support of only 1 hand  |
| 3                            | Standing without support (feet position free, no other constraints)  | 0 cannot stand without support   |
|                              |  | 1 can stand without support for 10 seconds or leans heavily on 1 leg   |
|                              |  | 2 can stand without support for 1 minute or stands slightly asymmetrically   |
|                              |  | 3 can stand without support for more than 1 3 minute and at the same time perform arm movements above the shoulder level |
| 4                            | Standing on nonparetic leg   | 0 cannot stand on nonparetic leg   |
|                              |  | 1 can stand on nonparetic leg for a few seconds  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | 2   | can stand on nonparetic leg for more than 5 seconds                            |
|   | 3   | can stand on nonparetic leg for more than 10 seconds                           |
|   | 0   | cannot stand on nonparetic leg   |
|   | 1   | can stand on nonparetic leg for a few seconds                                  |
| 5   | 2   | Standing on paretic leg<br>can stand on nonparetic leg for more than 5 seconds |
|   | 3   | can stand on nonparetic leg for more than 10 seconds                           |
| <b>Changing Posture</b>   |   |  |
| Scoring of items 6 to 12 is as follows (items 6 to 11 are to be performed with a 50 cm high examination table, like a Bobath plane) | 0   | cannot perform the activity  |
|   | 1   | can perform the activity with much help  |
|   | 2   | can perform the activity with little help                                      |
|   | 3   | can perform the activity without help  |
| 6   | Supine to affected side lateral               |  |
| 7   | Supine to nonaffected side lateral            |  |
| 8   | Supine to sitting up on the edge of the table |  |
| 9   | Sitting on the edge of the table to supine    |  |
| 10  | Sitting to standing up                        |  |
| 11  | Standing up to sitting down                   |  |
| 12  | Standing, picking up a pencil from the floor  |  |
| Score( / 36)  |   |  |

### 부록 3. 체간 손상 척도

## 한국어판 수정된 체간 손상 척도

### (Korean version of Trunk Impairment Scale)

각 항목의 시작자세는 모두 같다. 환자가 치료대 가장자리에 등과 팔을 기대지 않은 채 앉은 상태에서 검사를 시작한다. 환자의 대퇴부는 치료 테이블에 완전히 닿아 있고 양 발은 고관절 너비만큼 벌린 채 바닥에 평편하게 놓는다. 슬관절은 90°굴곡상태이다. 양팔은 다리 위에 놓는다. 마비측 팔이 과긴장 상태라면 이를 시작자세로 간주한다. 머리와 체간은 중간선상(midline)에 위치한다. 만약 첫 번째 항목에서 환자의 점수가 0점이라면 전체 체간 손상 척도 점수는 0점으로 본다. 각 항목의 검사는 각 3회 실시한다. 가장 높은 점수를 기록하고 연습은 하지 않는다.

환자는 여러 번의 시도를 통해 자세를 수정할 수 있다. 본 검사는 환자에게 구두로 설명해야 하고 필요하다면 검사자는 시범을 보일 수 있다.

| 앉은 자세에서 정적 균형   |   |
|---|---|
| <b>1. 시작자세</b>  |   |
| 환자는 상지의 지지 없이 10초 동안 넘어지지 않거나 시작 자세를 유지할 수 없다.                | 0 |
| 환자는 10초 동안 시작 자세를 유지할 수 있다.                                   | 2 |
| 0점을 획득하면 체간 손상척도의 총점은 0점                                      |   |
| <b>2. 시작 자세 치료사는 마비측 하지를 견측 하지위로 교차 시킨다.</b>                  |   |
| 환자는 상지의 지지 없이 10초 동안 앉은 자세를 유지할 수 없거나 넘어진다.                   | 0 |
| 환자는 10초 동안 앉은 자세를 유지 할 수 있다                                   | 2 |
| <b>3. 시작 자세 환자 스스로 마비 측 하지를 견측 하지위로 교차 시킨다</b>                |   |
| 환자는 침대 또는 테이블에서 상지의 지지 없이 다리를 교차할 수 없다                        | 1 |
| 환자는 다리를 교차할 수 있지만 체간은 후방으로 10 cm 이상 이동 시키거나 다리의 교차를 손으로 도와준다. | 2 |
| 환자는 체간의 이동이나 도움 없이 다리를 교차 시킬 수 있다                             | 3 |
| 정적 앉은 자세 균형 총점( / 7)  |   |
| 동적인 앉기 균형   |   |
| <b>1. 시작자세 환자는 마비측 팔꿈치를 침대 또는 테이블에 접촉하고 시작 자세로 돌아</b>         |   |

|   |   |
|---|---|
| 올 수 있다(마비측 체간의 단축과 건측 체간의 신장).  |   |
| 환자는 넘어지거나 상지의 도움을 필요로 하거나 침대 또는 테이블에 주관절이 닿지 않는다.   | 0 |
| 환자는 도움 없이 주관절을 침대 또는 테이블에 닿으며 능동적으로 움직인다.   | 1 |
| 0점을 획득하면 항목2와 3은 0점   |   |
| 2. 항목 1 반복  |   |
| 환자는 검사를 수행하지 못하거나 체간이 반대쪽으로 단축/신장 된다.   | 0 |
| 환자는 체간의 단축/신장을 올바르게 하고 검사를 수행한다.  | 1 |
| 0점을 획득하면 항목 3은 0점   |   |
| 3. 항목 1 반복  |   |
| 환자는 보상한다. 가능한 보상은: (1)상지의 사용, (2)반대측 고관절 외전, (3)고관절 굴곡(대퇴골의 절반 이상 보다 더 멀리 주관절을 침대 또는 테이블에 닿게 하면), (4)슬관절 굴곡, (5)발의 미끄러짐 | 0 |
| 환자는 보상 없이 움직인다.   | 1 |
| 4. 시작 자세 환자는 마비측 주관절을 침대 또는 테이블에 닿도록 시도하고 시작 자세(건측면은 단축되고 마비측면은 신장됨)로 되돌아온다.  |   |
| 환자는 넘어지거나 상지의 도움을 필요로 하거나 침대 또는 테이블에 주관절이 닿지 않는다.   | 0 |
| 환자는 도움 없이 주관절을 침대 또는 테이블에 닿으며 능동적으로 움직인다.   | 1 |
| 0점을 획득하면 항목 5와 6은 0점  |   |
| 5. 항목 4 반복  |   |
| 환자는 검사를 수행하지 못하거나 체간이 반대쪽으로 단축/신장 된다.   | 0 |
| 환자는 체간의 단축/신장을 올바르게 하고 검사를 수행한다.  | 1 |
| 0점을 획득하면 항목 6은 0점   |   |
| 6. 항목 4 반복  |   |
| 환자는 보상한다. 가능한 보상은: (1)상지의 사용, (2)반대측 고관절 외전, (3)고관절 굴곡(대퇴골의 절반 이상 보다 더 멀리 주관절을 침대 또는 테이블에 닿게 하면), (4)슬관절 굴곡, (5)발의 미끄러짐 | 0 |
| 환자는 보상 없이 움직인다.   | 1 |
| 7. 시작 자세 환자는 마비 측의 골반을 침대 또는 테이블에서 들어올리기를 시도하고 시작 자세(마비 측면은 단축되고 비 마비 측면은 신장됨)로 되돌아온다.                                  |   |
| 환자는 검사를 수행하지 못하거나 체간이 반대쪽으로 단축/신장 된다.   | 0 |
| 환자는 체간의 단축/신장을 올바르게 하고 검사를 수행한다.  | 1 |
| 0점을 획득하면 항목 8은 0점   |   |
| 8. 항목 7 반복  |   |

|  |   |
|--|---|
| 환자는 보상한다. 가능한 보상은: (1)상지의 사용, (2)동측 발을 밀기(뒤꿈치는 바닥으로부터 떨어진다).                           | 0 |
| 환자는 보상 없이 움직인다.  | 1 |
| 9. 시작 자세 환자는 건측 골반을 침대 또는 테이블에서 들어올리기를 시도하고 시작 자세(건측 측면은 단축되고 마비측면은 신장됨)로 되돌아온다.       |   |
| 환자는 검사를 수행하지 못하거나 체간이 반대쪽으로 단축/신장 된다.  | 0 |
| 환자는 체간의 단축/신장을 올바르게 하고 검사를 수행한다.   | 1 |
| 0점을 획득하면 항목 10은 0점   |   |
| 10 항목 9반복  |   |
| 환자는 보상한다. 가능한 보상은: (1) 상지의 사용, (2)동측 발을 밀기(뒤꿈치는 바닥으로부터 떨어진다)                           | 0 |
| 환자는 보상 없이 움직인다.  | 1 |
| 동적인 앉은 자세 균형 총점( / 10)   |   |
| 협응성  |   |
| 1. 시작 자세 환자는 머리를 시작 자세에서 고정된 채 마비 측이 먼저 움직여서 상부 체간의 회전을 6회 시도한다(양측 견관절은 전방으로 3회 이동된다). |   |
| 마비측으로 3번 움직이지 않는다.   | 0 |
| 회전이 비대칭적이다.  | 1 |
| 회전이 대칭적이다.   | 2 |
| 0점을 획득하면 항목 2는 0점  |   |
| 2. 항목 1을 6초 이내에 반복   |   |
| 회전이 비대칭적이다.  | 1 |
| 회전이 대칭적이다.   | 2 |
| 3 시작 자세 환자는 상부체간을 시작 자세에서 고정된 채 마비측이 먼저 움직여서 하부체간의 회전을 6회 시도한다(양측 슬관절은 전방으로 3회 이동된다).  |   |
| 마비 측은 3회 움직이지 않는다.   | 0 |
| 회전은 비대칭적이다.  | 1 |
| 회전은 대칭적이다.   | 2 |
| 0점을 획득하면 항목 4는 0점  |   |
| 4 항목 3을 6초 이내에 반복  |   |
| 회전은 비대칭적이다.  | 0 |
| 회전은 대칭적이다.   | 1 |
| 협응 총점( / 7)  |   |
| 체간 손상 척도 총점( / 23)   |   |

## 체간 손상 척도

### (Trunk Impairment Scale)

Starting position for all items: sitting, thighs horizontal and feet flat on support, knees 90° flexed, no back support, hands and forearms resting on the thighs. The subject gets 3 attempts for each item. The best performance is scored. The observer may give feedback between the tests. Instructions can be verbal and nonverbal(demonstration).

| Item                           | Task Description   | Score Description                             | Score      | Remarks                               |
|--------------------------------|--|---|------------|---------------------------------------|
| <b>Static Sitting Balance</b>  |  |   |            |                                       |
| 1.                             | Keep starting position for<br>10 s   | Falls or needs arm support                    | 0          | If 0, total<br>TIS<br>score is<br>0   |
|                                |  | Maintains position for 10 s                   | 2          |                                       |
| 2.                             | Therapist crosses strongest<br>leg over weakest leg, keep<br>position for 10 s           | Falls or needs arm support                    | 0          |                                       |
|                                |  | Maintains position for 10 s                   | 2          |                                       |
| 3.                             | Patient crosses strongest<br>leg over weakest leg  | Falls   | 0          |                                       |
|                                |  | Needs arm support                             | 1          |                                       |
|                                |  | Displaces trunk >10 cm or<br>assists with arm | 2          |                                       |
|                                |  | Moves without trunk or arm<br>compensation    | 3          |                                       |
|                                |  |   | <b>/ 7</b> |                                       |
| <b>Dynamic Sitting Balance</b> |  |   |            |                                       |
| 1.                             | Touch seat with right<br>elbow, return to starting<br>position (task achieved or<br>not) | Does not reach seat, falls, or<br>uses arm    | 0          | If 0,<br>items 2<br>+ 3 are<br>also 0 |
|                                |  | Touches seat without help                     | 1          |                                       |
| 2.                             | Repeat item 1 (evaluate<br>trunk movement)   | No appropriate trunk movement                 | 0          | If 0, item<br>3 is also<br>0          |



|    |   |   |   |                                       |
|----|---|---|---|---------------------------------------|
|    |   | Appropriate trunk movement<br>(shortening right side,<br>lengthening left side) | 1 |                                       |
| 3. | Repeat item 1<br>(compensation strategies<br>used or not)   | Compensation used (arm, hip,<br>knee, foot)                                     | 0 |                                       |
|    |   | No compensation strategy used   | 1 |                                       |
| 4. | Touch seat with left elbow,<br>return to starting position<br>(task achieved or not)                | Does not reach seat, falls, or<br>uses arm                                      | 0 | If 0,<br>items 5<br>+ 6 are<br>also 0 |
|    |   | Touches seat without help   | 1 |                                       |
| 5. | Repeat item 4 (evaluate<br>trunk movement)  | No appropriate trunk movement   | 0 | If 0, item<br>6 is also<br>0          |
|    |   | Appropriate trunk movement<br>(shortening left side, lengthening<br>right side) | 1 |                                       |
| 6. | Repeat item 4<br>(compensation strategies<br>used or not)   | Compensation used (arm, hip,<br>knee, foot)                                     | 0 |                                       |
|    |   | No compensatory strategy used   | 1 |                                       |
| 7  | Lift right side of pelvis<br>from seat, return to starting<br>position (evaluate trunk<br>movement) | No appropriate trunk movement   | 0 | If 0, item<br>8 is also<br>0          |
|    |   | Appropriate trunk movement<br>(shortening right side,<br>lengthening left side) | 1 |                                       |
| 8. | Repeat item 7<br>(compensation strategies<br>used or not)   | Compensation used (arm, hip,<br>knee, foot)                                     | 0 |                                       |
|    |   | No compensation strategy used   | 1 |                                       |
| 9. | Lift left side of pelvis from<br>seat, return to starting   | No appropriate trunk movement   | 0 | If 0, item<br>10 is                   |

|  |   |   |                        |
|--|---|---|------------------------|
| position (evaluate trunk movement)                                     | Appropriate trunk movement (shortening left side, lengthening right side) | 1 | also 0                 |
| 10. Repeat item 9 (compensation strategies used or not)                | Compensation used (arm, hip, knee, foot)                                  | 0 |                        |
|  | No compensation strategy used   | 1 |                        |
|  |   |   | <b>/10</b>             |
| <b>Coordination</b>  |   |   |                        |
| 1. Rotate shoulder girdle 6 times (move each shoulder 3 times forward) | Does not move right side 3 times  | 0 | If 0, item 2 of also 0 |
|  | Asymmetric rotation   | 1 |                        |
|  | Symmetric rotation  | 2 |                        |
| 2. Repeat item 1, perform within 6 s                                   | Asymmetric rotation   | 0 |                        |
|  | Symmetric rotation  | 1 |                        |
| 3. Rotate pelvis girdle 6 times (move each knee 3 times forward)       | Does not move right side 3 times  | 0 | If 0, item 4 is also 0 |
|  | Asymmetric rotation   | 1 |                        |
|  | Symmetric rotation  | 2 |                        |
| 4. Repeat item 3, perform within 6 s                                   | Asymmetric rotation   | 0 |                        |
|  | Symmetric rotation  | 1 |                        |
|  |   |   | <b>/6</b>              |
| <b>Total Trunk Impairment Scale</b>                                    |   |   | <b>/23</b>             |

#### 부록 4. 재할 동기 척도

## 재활 동기 척도

다음의 문항들은 재활 동기에 대하여 귀하의 의견을 묻는 질문입니다. 각 질문에 대하여 귀하가 느끼는 정도를 1='전혀 그렇지 않다', 2='그렇지 않다', 3='그렇다', 4='매우 그렇다' 중 하나를 택하여  표시를 해 주십시오

| 재활 동기 척도  | 전혀<br>그렇지<br>않다<br>1 | 그렇지<br>않다<br>2 | 그렇다<br>3 | 매우<br>그렇다<br>4 |
|---|----------------------|----------------|----------|----------------|
| 1. 나는 재활이나 운동이 내 생활을 변화시킬 수 있다고 생각한다.             | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 2. 나는 의료진으로부터 재활이나 운동을 권고 받았기 때문에 재활에 참여한다.       | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 3. 나는 지금보다 더 나은 상태로 변화되기를 원한다.                    | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 4. 나는 나 자신을 관리하는 새로운 방법과 전략을 알게 될 때 기쁨과 만족을 경험한다. | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 5. 나는 어려운 일이 닥치면 피하고자 하는 편이다.                     | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 6. 나는 재활이나 운동에 참여하는 것이 나 자신을 일으키는 최상의 방법이라고 생각한다. | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 6. 나는 재활이나 운동에 참여하는 것이 나 자신을 일으키는 최상의 방법이라고 생각한다. | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 7. 나는 재활을 받거나 운동을 하면 더 나빠지지 않을 것이라고 생각한다.         | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 8. 나는 재활을 포기하기에는 나 자신이 너무 초라해지는 것을 느낀다.           | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 9. 나는 재활에 참여하는 것이 내 문제해결에 도움이 될 것 같지 않다.          | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 10. 나는 나 스스로 설정한 목표를 성취하려고 노력할 때 만족을 느낀다.         | 1                    | 2              | 3        | 4              |
| 11. 나는 재활이 나에게 도움이 될 것이라고 확신한다.                   | 1                    | 2              | 3        | 4              |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 12. 나는 가족의 압력 때문에 재활을 받는다.                              | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13. 나는 내 문제에 대한 해결책을 발견하는 것이 좋은 일이라고 생각한다.              | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14. 나는 재활을 받지 않으면 내 마음이 괴로울 것 같다.                       | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15. 나는 해 낼 수 있다는 희망을 잃지 않고 있다.                          | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16. 나는 재활에 참여하는 것이 좋다고는 생각하나, 나 스스로 그것을 계속 할 수 없을 것 같다. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17. 나는 나의 능력 범위 내에서 더 나은 기능을 배우고 싶다.                    | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18. 나는 재활에 참여하지 않으면 죄의식을 느낄 것 같다.                       | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19. 나는 무엇보다도 내가 스스로 하는 것이 중요하다고 생각한다.                   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20. 나는 나의 능력에 맞는 재활 목표를 설정하였다.                          | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21. 나는 재활에 참여하지 않으면 나의 기능이 더 나빠질 수 있다는 불안감이 든다.         | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22. 나는 재활에 대한 나의 의지가 부족한 것 같다.                          | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 23. 내 주변 사람들이 재활 참여가 중요하다고 생각하기 때문에 나는 재활을 받는다.         | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 24. 재활은 꾸준히 계속하는 것이 중요하다                                | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 25. 나는 꼭 완쾌되어야 한다는 강한 집념을 갖고 있다.                        | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 26. 나는 치료사가 인간적인 대우와 관심을 보인다고 생각한다.                     | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 27. 나는 장애로 인해 힘든 도전을 받았고 그 도전을 스스로 관리할 수 있는 능력이 있다.     | 1 | 2 | 3 | 4 |

## 부록 5. 체간 안정화 재활 로봇



그림 14. 체간 안정화 재활 로봇 훈련기.



그림 15. 체간 안정화 로봇 훈련 모습.

## 부록 6. 힘 측정판





그림 16. 힘 측정판.

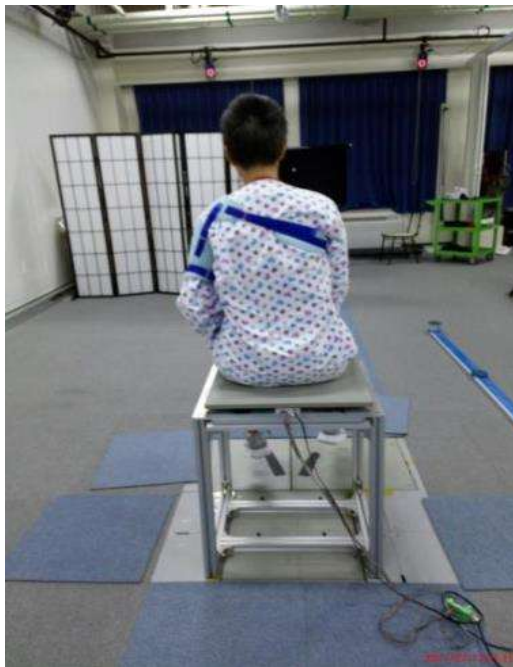


그림 17. 힘 측정판 앉은 자세 측정.