

코어강화를 동반한 시각적 되먹임 훈련이 뇌졸중 환자의 협응력, 균형과 보행능력에 미치는 영향

윤삼원 · 손호희[†]

부산가톨릭대학교 대학원 물리치료전공, ¹부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Effect of Visual Feedback Training of Core Strength on Coordination, Balance and Walking Ability of Stroke Patients

Sam-Won Yoon · Ho-Hee Son[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School, Catholic University of Pusan

¹Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: August 27, 2020 / Revised: September 10, 2020 / Accepted: November 6, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study compares the effects of HUBER rehabilitation and general rehabilitation treatment on the coordination, balance, and walking ability of stroke patients. **METHODS:** This study enrolled 38 randomized stroke patients, and data was collected for 6 weeks. All participants were randomly assigned to either the experimental group (n = 19) or control group (n = 19). The experimental group were administered Huber rehabilitation and general rehabilitation treatment. The control group was given only general rehabilitation treatment. Both treatments were conducted for 30 minutes during each training session, 3 training sessions per week, for 6 weeks. The coordination, balance, and walking ability were evaluated before and after the intervention, to compare the intergroup and intragroup changes.

RESULTS: Change in the right LOS (limit of stability) ($p < .001$) and forward LOS ($p < .02$) following intervention were significantly greater in the experimental group than in the control group, but no significant group difference was observed between left LOS ($p > .1$) and backward LOS ($p > .2$). Alterations in coordination ($p < .02$) and TUG ($p < .05$) were significantly greater after intervention in the experimental group than in the control group.

CONCLUSION: These findings suggest that HUBER rehabilitation is effective in improving the coordination, balance, and walking ability in stroke patients. To strengthen and validate the results of this study, future studies related to HUBER rehabilitation are required.

Key Words: HUBER, Coordination, Balance, Walking ability

[†]Corresponding Author : Ho-Hee Son

sonhh@cup.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0905-6484>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

균형이란 안정적인 자세를 지속적으로 유지할 수 있는 능력이며 구체적으로 신체의 무게 중심을 지지면 안에 유지하게 하는 능력을 의미한다[1]. 그러나 뇌졸중 환자는 편마비, 감각장애 등의 문제로 인해 균형능

력이 감소하며 무게 중심이 지지면 안에서 벗어나게 되면 낙상의 위험이 초래되어 더욱 큰 문제를 야기할 수 있다[2]. Belgen 등[3]은 뇌졸중 환자는 낙상의 위험이 증가되어 심각한 사고를 유발시킬 수 있으며, 낙상은 뇌졸중 환자의 주된 문제라 하였다. Wollacott & Shumway-Cook [4]은 낙상에 대한 두려움이 증가하면 할수록 뇌졸중 환자의 자신감은 감소하게 되며 이는 일상생활을 방해하고 환자의 삶의 질을 감소시킨다고 하였다.

균형감소와 더불어 뇌졸중 후의 신경학적 손상은 정상적인 보행에도 영향을 끼친다[5]. 균형감소, 운동조절 감소 그리고 편마비 증세는 신체정렬을 변화시키며 비정상적인 보행 패턴을 초래한다[6]. 뇌졸중 환자의 비정상적인 보행 패턴으로는 보행 속도 감소와 함께 비대칭성 보행이 있으며 이러한 비정상적인 보행 시 신체의 각 부분에서 발생하는 보상적 움직임에 의해 정상인보다 더 많은 에너지를 소모하는 비효율적인 보행이 나타난다[7,8]. 이러한 보행 문제는 뇌졸중 환자의 신체 기능을 더욱 쇠약하게 하여 독립적인 기능적 움직임과 일상생활 활동을 방해하고 결국은 사회 참여의 제약을 초래하게 한다[9]. 이러한 이유로 균형과 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 재활프로그램에 중요한 요소로 여겨지고 있다[10].

뇌졸중 환자의 균형과 보행의 회복을 위해 주로 사용되는 재활 치료 방법은 신경생리학적 이론을 기반으로 하는 신경발달치료, 고유수용성신경근촉진법 등이 있다[11,12]. 현재 첨단과학 장비의 비약적인 발전으로 기존의 치료방법을 보완하는 새로운 치료법들이 등장하였다. 가상현실 기술을 기반으로 재활 치료뿐만 아니라 로봇재활치료법까지 실제 임상에서 제공되고 있다[13,14]. 최근에는 시각적 되먹임, 청각적 되먹임, 피부 감각 되먹임 같이 움직임을 관찰하는 장비의 사용 등 다양한 방법들이 제시되고 있다.

이 중에서 시각적 되먹임은 균형 훈련 방법으로 사용되며[15], 다른 균형 훈련에서 얻지 못하는 시각적 되먹임을 제공하므로 훈련 중에 운동을 수행하는 대상자들이 즉각적으로 자신의 움직임을 평가할 수 있는 장점이 있다[16]. 시각적 되먹임은 고유수용성감각이나 안뜰기능의 약화 시 대체되는 것으로써[17], 신체 자세조절의

중요한 부위인 몸통과 머리에 대한 방향성을 효과적으로 인식할 수 있게 하고, 환경에서 움직임의 대한 정보를 제시하여 적절한 운동조절을 수행하게 한다[18]

HUBER 재활은 균형훈련과 코어 강화 훈련을 제공함으로써 균형과 코어 안정성뿐만 아니라 하지를 포함한 전체적인 근력을 균형적으로 잡아주어 신체적 기능을 증가시켜 줌으로써 최근에 임상에서 많이 사용되고 있다[19]. 이 훈련은 시각적 되먹임이 결합된 균형훈련을 제공한다. 대상자가 플랫폼에 서서 균형훈련을 시행할 때 무게중심의 이동이 스크린을 통해 실시간으로 나타나게 되고 이를 이용한 시각적인 되먹임을 통해 균형훈련을 하게 된다. 훈련 중에 시각적인 피드백을 제공함으로써 운동을 수행하는 대상자들이 실시간으로 자신의 움직임을 평가할 수 있게 해주며 과도한 운동을 사전에 차단하는 예방효과도 있다[20]. 40명의 노인을 대상으로 HUBER 훈련을 적용한 연구에서 HUBER 훈련은 균형능력과 보행능력에도 효과가 있었으며 신체적 활동을 향상시켜 삶의 질을 증가시킬 수 있었다고 하였고, 훈련에 대한 동기부여와 즐거움까지 함께 제공할 수 있다고 하였다[21]. 하지만 아직까지 뇌졸중 환자를 대상으로 HUBER 재활의 효과를 알아본 연구는 부족한 실정이다. 시각적 되먹임을 결합한 HUBER 재활이 뇌졸중 환자에게 재활 목적으로 최근 임상에서 많이 제공되고 있지만 뇌졸중 환자를 대상으로 HUBER 재활의 치료효과를 알아본 연구는 아직 부족하다. 따라서 본 연구자는 뇌졸중 환자에게 HUBER 재활을 적용하여 균형과 보행능력의 변화를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

모집된 대상자는 Computer-generated random allocation number을 이용하여 무작위로 실험군과 대조군으로 나눈 후 협응력, 균형 및 보행능력을 사전 평가하였다. 모든 증례는 30분씩 주 3회로 총 6주간 실시하였으며 6주 후 모든 증례가 종료되면 사후 평가를 시행하였다. 대상자들은 모두 일반적 재활치료를 받았으며 실험군에게는 추가적으로 HUBER 재활을 실시하였다.

2. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 2020년 1월부터 3월까지 부산광역시 소재 I 병원에 입원하여 의사로부터 뇌졸중 진단을 받고, 편마비 증상을 가지고 있는 환자들을 대상으로 하였다. 본 연구는 대상자에게 연구의 내용과 목적을 충분히 설명하고 참여 동의서를 받은 후 진행하였다. 12명의 대상자에게 실시한 예비실험에서 얻은 결과를 토대로 G*Power 프로그램을 이용하였고, 효과 크기, 검정력 그리고 유의수준을 각각 .7, .8 그리고 .05로 설정한 후 분석한 결과 표본 수 36명이 선정되었지만 중도탈락을 고려하여 총 42명(여자 21명, 남자 21명)의 대상자를 선정하였다. 모든 대상자들은 Computer-generated random allocation number를 이용하여 실험군과 대조군에 각각 21명씩 배정되었다. 본 연구는 부산-가톨릭대학교 생명윤리심의위원회에 의해 승인을 받은 후 진행하였다(CUPIRB-2019-066).

대상자의 선발 조건은 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 의사에 의한 뇌졸중 진단을 받았으며, 편마비 증상을 가지고 있는 자
- 2) 연구의 목적과 취지를 이해하며 연구자와 의사소통 가능한 자
- 3) 보행 보조 도구를 사용하더라도 10M 이상 독립적으로 보행이 가능한 자
- 4) 마비측 상하지 경직의 수준이 수정된 Ashworth 척도(Modified Ashworth Scale: MAS) G2 이하인 자

대상자의 제외 조건은 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 뇌졸중이 발병한지 3개월이 지나지 않은 자
- 2) 한국형 간이 정신상태 판별검사(K-MMSE) 23점 이하로 연구방법을 이해하는 데 어려움이 있는 자

3. 중재방법

1) 코어 강화 훈련을 동반한 시각 되먹임 훈련

모든 대상자들은 Computer-generated random allocation number를 이용하여 실험군과 대조군으로 배정을 받았

다. 실험군은 HUBER (HUBER 360® EVOLUTION, LPG System, France)를 사용하여 균형훈련을 실시하였다. 이 장치는 대상자의 수준에 따라 초급(Discovery), 중급(Intermediate), 고급(Advanced)로 구분되어 있는데, 본 연구의 대상자는 뇌졸중 환자로 근력이 감소된 상태이며, 특히 좌우 근력이 불균형한 상태이므로 초급 프로그램을 실시하였다. 본 운동에 들어가기 전, 워업은 대상자가 팔을 사용하지 않고 가볍게 다양한 자세를 움직이는 플랫폼에서 수행하였다.

본 운동은 Huber의 모니터 상에 각기 다른 자세(Fee parallel, apart at waist wide, right or left forward lunge), 각기 다른 손 위치(Chest level, shoulder level, waist level) 그리고 각기 다른 방향(For/back/up/down ward, right/left)으로 체중 이동을 요구한다. 무작위로 각기 다른 자세, 손위치, 방향뿐만 아니라 핸들 밀기(Push) 및 당기기(Pull)까지 무작위로 모니터 상에 표시하며 시각적 되먹임을 이용하여 각각의 수행 정도를 대상자가 실시간으로 확인할 수 있게 하였다. 대상자는 각각의 동작을 모니터 상에 표시되는 지점까지 수행하도록 하면서 체중을 이동하도록 하였다.

이 훈련은 변화하는 무게중심에 하체의 관절과 근육, 인대, 힘줄 등을 사용하여 균형을 잡을 수 있도록 하며, 균형 능력뿐만 아니라 협응력 그리고 상하지 근력을 필요로 한다[21]. 워업과 본 운동은 주 3회, 30분 동안 실시하였다(Fig. 1).

2) 일반적 재활치료

일반적 재활치료는 임상 3년차 이상의 재활치료가 운동조절과 운동학습 이론에 근거한 신경발달치료를 주 3회, 30분 동안 실시하였다. 치료는 환자 개인별로 고유수용성신경근촉진법에 의해 기능적 제한을 찾고 문제 해결을 위해 자세조절이나 동적 안정화 근육들의 활성화(Activation of dynamic stabilizing muscle) 및 감각 자극 등을 이용하여 실시하였다[23,24].



Fig. 1. HUBER training.

4. 측정도구 및 방법

1) 안정성 한계(Limits of Stability, LOS)

안정성 한계는 HUBER (HUBER 360® EVOLUTION, LPG System, France)를 사용하여 측정하였다. 장치는 선 자세에서 능동적으로 움직일 때 최대 안정성 한계를 측정하기 위한 것으로 지시하는 8개의 방향인 전방, 후방, 좌측, 우측 및 각각의 사선 방향으로 체중심을 이동할 때 이를 분석하는 방식으로 이루어져 있다. 대상자는 바로 선 자세에서 어깨너비 정도 다리를 벌리도록 한 다음 정면에 위치한 모니터를 주시하게 하였다. 모니터 상에서 나타나는 최대의 범위까지 발목 전락으로 몸 중심을 이동하도록 하였고, 이때 플랫폼에 발바닥 접촉을 유지하도록 하였다. 측정 전 시범을 통하여 자세히 설명하였다(Fig. 2).

2) The Neuromuscular Coordination Test

신경근 협응력 검사는 HUBER (HUBER 360® EVOLUTION, LPG System Valence, France)를 사용하여 측정하였다. HUBER는 회전과 진동이 동시에 구현 가능한 플랫폼과 인체 감지 센서가 장착된 핸들을 지탱하는 기둥으로 구성되며, 이 핸들과 플랫폼의 인체 감지 센서를 통해 협응력 평가가 가능하다. HUBER 훈련을 실시할 때와 동일한 자세를 취하고 핸들 밀기 및 당기기를 실시하면서 불규칙하게 회전하는 플랫폼 위에서 몸통과 사지 관절을 이용하여 무게중심이 최대한 이동하지 않도록

자세를 유지할 때의 협응력을 측정하였다[25](Fig. 2).

3) 일어나 걷기 검사

일어나 걷기 검사(Timed up and go test; TUG)는 기본적인 운동성을 빠르게 측정할 수 있는 검사 방법으로 노인인 뇌졸중 환자의 보행 능력과 기능적인 운동성을 평가하고 이에 따른 낙상의 위험성을 예측하기 위해 사용되고 있으며, 측정자 내, 측정자 간 신뢰도는 ICC = .99로 신뢰할 만한 도구이다. 팔걸이가 있는 의자에 앉은 자세에서 측정자의 “시작” 구령에 맞추어 자리에서 일어나 3 m의 거리를 걸어난 후 다시 돌아와 의자에 앉는 시간을 측정한다. 본 연구에서는 좌석 높이 45 cm, 팔걸이 높이 63 cm 규격의 등받이 의자를 사용하였다[26].

5. 자료분석

연구를 통해 얻어지는 데이터는 SPSS 22.0 for window을 사용하여 분석하였고, 모든 데이터 표기는 평균과 표준 편차를 사용하였다. 대상자의 특성에 대한 동질성 검증은 독립표본 t 검정 방법을 사용하였다. Shapiro-Wilk 검정방법을 통해 변수들의 정규성 검정을 시행하였고, 모든 항목에서 정규 분포하는 것으로 나타났다. 집단의 중재 적용 전후 검사의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t 검정을 사용하였다. 측정된 검사에 대한 각 변수들의 집단별 차이점을 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 사용하였다. 통계적 유의수준(α)는 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 특성

실험군에서 중재 참여 거부($n = 1$), 참여율 부족($n = 1$)으로 2명, 대조군에서는 참여율 부족($n = 2$)으로 2명이 탈락되었다. 최종 실험군 19명과 대조군 19명의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 두 군 사이에 대상자들의 나이, 신장, 체중, 근긴장도 및 뇌졸중 타입에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

Table 1. General Characteristics of the Subject

	EG	CG	p
Age (years)	64.57 ± 11.45	66 ± 8.74	.670
Height (cm)	161.42 ± 7.35	161.73 ± 9.43	.909
Weight (kg)	64.63 ± 9.12	59.78 ± 8.73	.108
Affected Side (left / right)	0 / 19	0 / 19	1.000
MAS	3.1579 ± .898	2.8947 ± .875	.367
Stroke Type (I / H)	3 / 16	4 / 15	.686

Mean ± Standard deviation

EG: Experimental group

CG: Control group

*: Significant difference (p < .05)

Table 2. Comparison of Experimental Group and Control Group Results

	Pre	Post	p
Left LOS			
EG	211.89 ± 51.68	245.00 ± 41.53	.000*
CG	216.21 ± 45.14	235.47 ± 35.59	.007*
P	.786	.110	
Right LOS			
EG	180.05 ± 41.49	224.00 ± 34.35	.000*
CG	187.21 ± 199.26	199.26 ± 30.44	.012*
P	.591	.000†	
Forward LOS			
EG	82.31 ± 18.31	100.74 ± 18.51	.000*
CG	89.47 ± 23.11	94.78 ± 21.23	.173
p	.297	.018†	
Backward LOS			
EG	69.26 ± 13.28	83.52 ± 20.43	.001*
CG	68.26 ± 13.99	77.21 ± 15.07	.013*
P	.823	.293	
TUG			
EG	33.52 ± 8.15	28.86 ± 6.60	.000*
CG	28.67 ± 7.91	26.43 ± 5.59	.020*
P	.071	.040†	
Coordination			
EG	58.63 ± 8.25	73 ± 7.94	.000*
CG	65 ± 10.18	71.16 ± 8.16	.010*
P	.041†	.015†	

Mean ± SD, LOS: Limits of stability, EG: Experimental group, CG: Control group, *: Significant difference (p < .05), †: Significant difference between groups (p < .05)

2. 실험군과 대조군의 그룹 내 안정성 한계, 협응력과 TUG 비교

실험군과 대조군의 실험 전과 실험 후 그룹 내 균형을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 실험군의 좌측 안정성

한계는 211.89에서 245로, 우측 안정성 한계는 180.05에서 224로, 전방 안정성 한계는 82.31에서 100.74로, 후방 안정성 한계는 69.26에서 83.52로, TUG는 33.52에서 28.86로, 협응력은 58.63에서 73로 증가하여 통계적으

로 유의한 차이가 있었다. 대조군의 좌측 안정성 한계는 216.21에서 235.47로, 우측 안정성 한계는 187.21에서 199.26로, 전방 안정성 한계는 89.47에서 94.45로, 후방 안정성 한계는 68.26에서 77.21로, TUG는 28.67에서 26.43로, 협응력은 65에서 71.16로 증가하였고 전방 안정성 한계 제외하고 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

3. 실험군과 대조군의 그룹 간 안정성 한계, 협응력과 TUG 비교

실험군과 대조군의 실험 전후 차이값을 비교한 결과 Table 2와 같이 우측과 전방 안정성 한계에서 통계적 유의성이 있었고, 협응력과 TUG에서도 통계적 유의성이 있었다($p < .05$).

IV. 고 찰

본 연구는 HUBER 재활이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력 그리고 협응력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 협응력 측정 결과 모든 군에서 협응력이 증가하는 것으로 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 집단 간 비교에서 실험군이 대조군보다 유의하게 증가하여 대조군보다 협응력 증가에 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과의 원인으로는 HUBER 플랫폼의 특성에 있는 것으로 보여지는데, 좌우로 회전(Rotate)하는 플랫폼에서 끊임없이 균형을 유지하게 하여 소뇌에서 협응작용을 이끌어낸 것으로 사료된다[21]. 53명의 만성요통환자에게 HUBER 재활을 적용하여 고유수용성감각, 허리 움직임 조절 그리고 협응력의 변화에 대하여 알아본 Letafarkar 등[25]의 연구에서 HUBER 재활을 5주간 받은 실험군이 대조군보다 고유수용성감각과 협응력이 유의하게 증가하였다. 뿐만 아니라 Guiraud 등[21]은 HUBER 재활이 평형 및 근력뿐만 아니라 협응력과 중추신경계까지 훈련이 가능하여 임상에서 실제 적용 가능한 장비라고 하였으며, Bellomo 등[21]은 HUBER 재활이 운동-전정계(Motor-vestibular) 재활이 가능하여 노인재활에도 효과적이라고 하였다. Couillandre 등[27]은 HUBER 재활로 근육간

의 협응력이 증가하여 근력강화에도 영향을 줄 수 있다고 하였으며, Speziale [28]도 HUBER 재활은 협응력 증가에 효과적이라고 하였다. 이들 연구와 본 연구의 결과를 통해 HUBER 재활은 협응력 증가에 효과적이라고 여겨진다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 균형을 나타내는 안정성 한계의 변화를 알아보았다. 실험군은 모든 방향에서 안정성 한계가 유의하게 증가하였고, 대조군은 전방을 제외한 모든 방향에서 안정성 한계가 유의하게 증가하였다. 집단 간 비교에서 실험군의 우측과 전방 안정성 한계가 유의하게 증가하여 대조군보다 균형 증가에 효과가 있었다. HUBER 재활이 회전하는 플랫폼 위에서 전방 혹은 후방으로 균형을 유지하는 동시에 좌, 우측으로의 체중이동을 끊임없이 이끌어내기 때문에 대조군에 비해 우측과 전방 안정성 한계가 크게 증가한 것으로 보이며, 좌측과 후방 안정성한계에서는 비록 유의한 차이는 없었지만 대조군에 비해 더 큰 폭으로 향상됨을 알 수 있었다. 54명의 여성 노인에게 피드백을 기반으로 한 HUBER 균형 훈련을 실시하여 균형과 근 기능의 변화를 알아본 Markovic 등[19]의 연구에서 HUBER 훈련군이 필라테스를 적용한 군보다 균형능력과 하지 근력이 유의하게 증가한다고 보고되었다. 이 연구의 저자들은 HUBER 훈련이 자세 조절을 향상시켜 신체 움직임에 대한 정보를 중추신경계에 전달하여 균형 능력을 더욱 개선시킨 것으로 내다보았다. 40명의 노인을 대상으로 HUBER 균형을 적용하여 균형과 자세변화를 알아본 Bellomo 등[21]의 연구에서 HUBER 균형훈련을 받은 집단이 일반적인 재활을 받은 집단보다 균형능력이 증가하였으며 치료효과도 훈련기간보다 2배가량 지속되었다고 보고하였다. 그리고 Harvey & Ada [29]는 뇌졸중 환자를 대상으로 Nintendo Wii balance board에서 균형훈련을 적용하였을 때 감각되먹임 정보를 통해 뇌졸중 환자들의 균형이 증가하는 것을 보고하였다. 비록 뇌졸중 환자에게 HUBER 재활을 적용한 사례는 적었지만 여러 연구 결과를 통해 HUBER 재활이 뇌졸중 환자의 균형 증가에 효과적임을 확인할 수 있었고, 이들 연구와 유사하게 본 연구에서도 HUBER 재활 후 뇌졸중 환자의 균형이 증가하였다. HUBER

재활은 감각피드백과 함께 균형훈련을 제공할 수 있어 대조군보다 더 유의하게 균형능력이 증가한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행능력의 변화를 알아보기 위하여 TUG를 이용하여 측정하였다. 모든 집단에서 TUG가 유의하게 증가하였으며, 집단 간 비교에서 실험군의 TUG가 유의하게 증가하여 대조군보다 보행능력 증가에 효과적임을 확인할 수 있었다. Fabre 등[30]은 좌식생활을 주로 하는 38명의 여성들을 대상으로 HUBER 훈련과 일반 보행 훈련 각각의 보행 에너지 효율 변화를 조사하였으며 HUBER 훈련이 일반 보행 훈련보다 산소섭취량과 체지방 비율 등 대사기능이 더욱 향상되어 보행 에너지 효율이 더 유의하게 개선되었다고 하였다. 본 연구와 유사하게 Bellomo 등[21]의 실험에서도 HUBER 훈련을 받은 노인들이 대조군보다 보행 능력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. HUBER 훈련은 직립 자세(Orthostatic posture) 및 보행 정렬을 바르게 하여 보행 시 에너지 효율을 증가시켜 보행 능력뿐만 아니라 삶의 질까지도 향상시킨다고 하였다. 뇌졸중 환자를 대상으로 HUBER 재활의 보행 변화를 알아본 연구는 부족하였지만 앞선 연구들과 본 연구를 통해 HUBER 재활이 일반 대상자와 노인뿐만 아니라 뇌졸중 환자에게도 보행 시 균형이나 에너지 효율이 개선되어 TUG의 결과가 향상된 것으로 사료된다.

HUBER 재활은 근 골격계통뿐만 아니라 전정계통을 함께 훈련시킬 수 있다. 소뇌는 운동계통과 전정계통의 일부로서 뇌와 척수뿐만 아니라 고유수용성감각계로부터 입력 정보를 받고 움직임과 운동을 조절한다. 이러한 소뇌의 기능은 여러 신체 부위들을 서로 협응시켜 원활한 움직임을 이끌어 낸다[25,31]. HUBER 재활은 소뇌 훈련이 가능하며 소뇌가 사지의 협응을 통해 자세 안정성을 증가시켜 이동운동 능력까지 이끌어 내게 할 수 있다[32]. HUBER 재활로 인해 증가된 자세 안정성과 협응력은 근육의 운동단위 동원을 향상시켜 보행 시 에너지 효율을 증가시키며 이는 이동능력, 화장실 활동 등과 같은 신체적 활동을 향상시켜 삶의 질까지도 증가시킬 수 있다[21,22,27]. 뿐만 아니라 HUBER 재활

은 모니터를 통해 대상자에게 자세와 균형에 대한 비주얼 피드백(Visual feedback)을 제공하여 보상작용을 능동적으로 제어할 수 있게 해준다[25,33]. Guiraud 등[21]은 HUBER 재활의 프로그램은 각각의 다양한 훈련에 대한 피드백을 주는 동시에 즐거움까지 함께 제공할 수 있는 장비로서 임상에서 통용 가능하다고 한 점과 같이 뇌졸중 환자에게 협응력 훈련과 균형 훈련으로서 임상적 가치가 높다고 여겨진다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 측정 장비에 대한 신뢰도와 타당도 제시가 부족하여 관련 측정 결과에 대한 신뢰에 있어 어려움이 있다. 둘째, 다양한 뇌졸중의 특성을 충분히 고려하지 못하였다. 셋째, 증재기간이 짧아 치료의 지속성을 확인하기에 어려움이 있다. 추후에는 이러한 제한점을 수정 보완하여 더 많은 대상자를 추적 관찰하며 치료의 지속성을 함께 검토한 연구가 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

뇌졸중 환자 38명을 대상으로 HUBER 재활이 협응력, 균형 그리고 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. HUBER 재활은 협응력과 균형 능력 그리고 TUG 향상에 효과가 있었으며 대조군 보다 유의한 향상이 있었음을 알 수 있었다. 이상의 결과로 HUBER 훈련이 뇌졸중 환자의 협응력, 균형 그리고 보행능력에 도움을 준다고 판단하였고 이와 관련된 후속연구를 기대해보고자 한다.

Acknowledgements

이 성과는 2017년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017R1C1B5074040호).

References

- [1] Radomski MV, Latham CAT. Occupational therapy for

- physical dysfunction. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2008.
- [2] Goldie PA, Matyas TA, Evans OM, et al. Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1996;11(6):333-42.
- [3] Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, et al. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2006;87(4):554-61.
- [4] Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & posture*. 2002;16(1):1-14.
- [5] Pang MY, Eng JJ, McKay HA, et al. Reduced hip bone mineral density is related to physical fitness and leg lean mass in ambulatory individuals with chronic stroke. *Osteoporosis international*. 2005;16(12):1769-79.
- [6] Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000; 81(4):409-17.
- [7] Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol*. 2002;9(1):23-9.
- [8] Kizony R, Levin MF, Hughey L, et al. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: A feasibility study using a functional virtual environment. *Phys Ther*. 2010;90(2):252-60.
- [9] Cederfeldt M, Gosman-Hedström G, Sävborg M, et al. Influence of cognition on personal activities of daily living (P-ADL) in the acute phase: The Gothenburg Cognitive Stroke Study in Elderly. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2009;49(1):118-22.
- [10] Brouwer B, Culham EG, Liston RA, et al. Normal variability of postural measures: implications for the reliability of relative balance performance outcomes. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1998; 30(3):131.
- [11] Bonan IV, Yelnik AP, Collet FM, et al. Reliance on visual information after stroke. Part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(2):274-8.
- [12] Krukowska J, Bugajski M, Sienkiewicz M, et al. The influence of NDT-Bobath and PNF methods on the field support and total path length measure foot pressure (COP) in patients after stroke. *Neurol Neurochir Pol*. 2016; 50(6):449-54.
- [13] Crosbie JH, Lennon S, Basford JR, et al. Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real. *Disabil Rehabil*. 2007;29:1139-46.
- [14] Husemann B, Muller F, Krewer C, et al. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke*. 2007;38:349-54.
- [15] Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical therapy*. 2000;80(9):886-95.
- [16] Lee SW, Lee KJ, Song CH. Effects of Visual Feedback-Based Balance Training on Balance in Elderly Fallers. *J Muscle Joint Health*. 2011;18(1):16-27.
- [17] Kamath HO, Broetz D. Understanding and treating "pusher syndrome". *Physical therapy*. 2003;83(12):1119-25.
- [18] Galley PM, Forster AL. *Human movement*, 2nd ed. New York. Churchill Livingstone. 1985.
- [19] Markovic G, Sarabon N, Greblo Z, et al. Effects of feedback-based balance and core resistance training vs. Pilates training on balance and muscle function in older women: a randomized-controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2015;61(2):117-23.
- [20] Woodford HJ, Price CI. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007;2:CD004585.
- [21] Bellomo, RG, Iodice P, Savoia V, et al. Balance and

- posture in the elderly: an analysis of a sensorimotor rehabilitation protocol. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2009;22(3_suppl): 37-44.
- [22] Guiraud T, Labrunée M, Besnier F, et al. Whole-body strength training with HUBER Motion Lab and traditional strength training in cardiac rehabilitation: A randomized controlled study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017;60(1):20-6.
- [23] Benito García M, Afín Arratibel MÁ, Terradillos Azpiroz ME. The Bobath Concept in walking activity in chronic Stroke measured through the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Physiotherapy Research International*. 2015;20(4):242-50.
- [24] Kılınc M, Avcu F, Onursal O, et al. The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2016;23(1):50-8.
- [25] Letafatkar A, Nazarzadeh M, Hadadnezhad M, et al. The efficacy of a HUBER exercise system mediated sensorimotor training protocol on proprioceptive system, lumbar movement control and quality of life in patients with chronic non-specific low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2017;30(4):767-78.
- [26] Ng SS, Hui-Chan CW. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005;86(8):1641-7.
- [27] Couillandre A, Ribeiro MJD, Thoumie P, et al. Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy subjects. In *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2008;51(2):67-73.
- [28] Speziale F. Physician Aesthetic approach of kinesitherapy in overweight and body imperfections. New synergies and first results. 13o Congresso Internazionale della Società Italiana di Medicina Estetica. 13-15. Italia. 2011.
- [29] Harvey N, Ada L. Suitability of Nintendo Wii Balance Board for rehabilitation of standing after stroke. *Physical Therapy Reviews*. 2015;17(5):311-21.
- [30] Fabre JB, Martin V, Borelli G, et al. Effects of a whole-body strength training program on metabolic responses and body composition. *Gazzetta Medica Italiana Archivio Per Le Scienze Mediche*. 2014;173:47-56.
- [31] Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*. 2002;37(1):71.
- [32] Ilg W, Timmann D. Gait ataxia-specific cerebellar influences and their rehabilitation. *Movement Disorders*. 2013;28:1566-75.
- [33] Vieira TM, Baudry S, Botter A. Young, healthy subjects can reduce the activity of calf muscles when provided with EMG biofeedback in upright stance. *Frontiers in Physiology*. 2016;29(7):158.

