Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange
Vol.9, No.12, December 31 (2023), pp.391-400
http://dx.doi.org/10.47116/apjcri.2023.12.32

Effects of WALKBOT Robotic Locomotor Training on Balance, Gait in Chronic Stroke

워크봇을 통한 보행훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 효과

Byoung-hyoun Moon[1], Ji-Won Kim[2]

문병현[1], 김지원[2]

[1] Doctor`s degree, Department of physical therapy, Nambu University, Republic of Korea, mbh930@naver.com

[2] Professor, Department of physical therapy, Nambu University, Republic of Korea, rehab@nambu.ac.kr

Corresponding author: Ji-Won Kim

Abstract: This study examined the effects of WALKBOT robotic locomotor training of chronic stroke patients who hospitalized in rehabilitation hospitals on balance ability, gait ability and activities of daily living. Robotic locomotor training was performed using for thirty minutes per day, five times a week of 40 sessions for eight weeks. The subjects of the study were 23 chronic stroke patients at a rehabilitation hospital located in G city, who understood the purpose of this study and voluntarily participated in it. And were conducted from June to December 2022. The clinical outcome measures used were the Functional ambulation category (FAC), Berg balance scale (BBS) for gait function and balance ability, Modified Barthel Index (MBI) for the activities of daily living and Mini mental state examination (MMSE) and Modified Ashworth scale (MAS) - knee/ ankle. The collected data were analyzed by paired t-test analysis using the SPSS 22.0 program about the effects before and after Robotic Locomotor Training. It was confirmed that FAC, BBS, MBI, MMSE showed a significant increase after robotic locomotor training ($p<.05$). Based on these results, robotic locomotor training is believed to facilitate the balance ability, gait ability and activities of daily living of the lower limb in chronic stroke patients.

Keywords: Activities of Daily Living, Balance Ability, Gait Ability, Robotic Locomotor Training, Stroke Patient

요약: 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 8주간 워크봇을 이용한 보행훈련을 통하여 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 로봇보행치료는 8주 동안 주 5회 치료를 실시하였으며 1일 30분 치료를 시행하였다. 연구대상자는 G시에 소재한 재활병원의 뇌졸중환자 23명을 대상으로 2022년 6월부터 12월까지 입원한 환자를 대상으로 실시하였다. 측정도구는 버그균형검사(Berg balance scale, BBS), 기능적 보행검사(Functional ambulation category, FAC), 간이정신상태검사(Mini mental state examination, MMSE), 수정된 바델지수(Modified Barthel Index, MBI), 수정된 애쉬워드 경직척도(Modified Ashworth scale, MAS)를 확인하였다. 로봇보행치료 전후 효과를 분석하기 위하여 SPSS ver. 22.0을 사용하여 대응표본 t검정(paired t-test)을 실시하였다. 연구결과

Received: August 08, 2023; 1st Review Result: September 10, 2023; Accepted: November 25, 2023

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

로봇보행치료 후 버그균형검사, 기능적 보행검사, 간이정신상태검사, 수정된 바델지수에서 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 따라서 뇌졸중 환자에게 로봇보행치료는 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력을 향상시켜 뇌졸중 환자의 기능을 향상시킴을 시사한다.

핵심어: 균형능력, 뇌졸중 환자, 로봇보행치료, 보행능력, 일상생활수행능력

1. 서론

뇌졸중은 뇌혈관 질환으로 중추신경계의 손상과 신경학적 결함을 만들며 후유장애 혹은 사망에 이르게 하는 대표적인 질병이다[1]. 뇌졸중 환자들의 후유장애는 주로 편마비, 인지장애, 운동실조, 감각결손 등과 같은 신경학적 손상이 발생되어 자세 유지 및 조절능력이 감소되고 더 나아가 고유수용성 감각의 저하로 균형능력과 보행능력이 감소하여 일상생활활동에 문제를 일으킨다[2]. 특히 뇌졸중 환자는 편마비의 비대칭성으로 인하여 체중이동이 불안정해지며 환측의 디딤기와 건측의 흔들기의 시간이 짧아진다[3]. 이러한 보행장애는 뇌졸중 환자의 근약화, 잘못된 보행패턴, 낙상위험 증가 등을 초래할 수 있다[4]. 따라서 뇌졸중환자의 보행능력을 향상시키기 위한 치료방법을 개발하고 검증하는 것이 무엇보다 중요하다.

뇌졸중 환자의 보행장애를 개선하기 위해서 다양한 방법이 시행되어 왔다. 발목 처짐을 막기위해서 발목-발 보조기(ankle foot orthosis)를 사용하거나 기능적 전기자극 치료기(functional electrical stimulation)을 통해 근 수축을 유도하여 보행을 개선하기 위해 사용되었으며[5], 움직임이 동반된 관절가동술(mobilization with movement)을 사용하여 근력, 균형능력, 보행능력이 향상됨을 보고하였다[6]. 최근에는 보행로봇에 대한 치료가 치료사의 신체적 부담을 줄여주며 반복적이고 정량적 치료를 할 수 있어 많은 관심을 집중시키고 있다[7].

보행로봇은 크게 외골격형 로봇(Exoskeleton robot)과 말단장치형 로봇(end effector robot)으로 분류하며 그 중 외골격형 로봇은 트레드밀, 체중조절 보조장치, 외골격장치, 프로그램 제어장치로 구성된다[8]. 외골격형 로봇의 프로그램은 정상보행 패턴을 학습할 수 있도록 제어장치가 구성되어 있으며 보행이 어려운 환자에 보행주기와 패턴을 정상적으로 변경할 수 있도록 제공된다[9]. 외골격형 로봇인 로코멧(Lokomat)과 워크봇(Walkbot)은 임상현장에서 주로 하지마비 환자에게 반복적인 훈련을 제공하여 근력과 조절능력을 재 획득할 목적으로 사용되고 있으며 물리치료사의 피로와 부상을 예방하며 집중적인 보행치료를 가능하게 하고 보행패턴을 습득할 수 있도록 한다[10].

뇌졸중 환자를 대상으로 보행로봇을 이용한 보행치료와 관련한 다양한 연구가 진행되었다. Lee, Park & Kim (2021) 연구에서 후천적 뇌손상 환자를 대상으로 워크봇 중재 28명과 로코멧 중재 34명의 균형능력과 보행능력을 확인한 결과 두 중재 모두 균형능력과 보행능력을 증가시켰으며 중재 간 차이는 없어 두 중재 모두 효과적임을 입증하였다[11]. Kim et al. (2015) 는 뇌졸중 환자에게 워크봇 중재와 일반적인 보행치료를 병합한 그룹 13명과 일반적인 보행치료를 적용한 그룹 13명을 나눠 4주간 적용하였으며 이후 두 그룹 모두에게 일반적인 보행치료만 4주 적용하여 사후검정을 실시하였다[12]. 그 결과 워크봇과 일반적인 보행치료를 병합한 그룹이 일반적인 보행치료만 적용한

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

그룹에 비하여 균형능력, 보행능력, 일상생활 활동에 효과적임을 입증하였다. Hwang et al. (2018) 은 척수손상이나 뇌손상으로 인한 하반신 마비 혹은 사지마비 환자 9명을 대상으로 워크봇을 적용하여 무릎과 엉덩관절의 토크와 뻣뻣한 정도를 확인하였으며 엉덩관절의 뻣뻣한 정도가 감소했으며 무릎과 엉덩관절의 기능이 향상되고 무릎의 모멘트가 증가됨을 확인하였다[13].

앞서 언급한 선행연구들에 의하면 보행로봇은 마비환자의 보행능력을 향상시키는 것으로 보고되고 있으며 종합병원과 재활병원에서 보행로봇을 이용한 치료가 많은 관심과 함께 증가하고 있다. 이처럼 다양한 연구에서 보행로봇의 안전성과 유효성을 입증하였다. 하지만 보행로봇 중 워크봇에 대한 8주간의 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력에 대하여 효과를 규명한 연구는 존재하지 않았다. 그러므로 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 8주간 워크봇을 이용한 보행훈련을 통하여 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력을 비교하여 워크봇에 대한 효과를 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상자

본 연구의 연구대상자는 뇌경색 또는 뇌출혈로 진단받은 후 6개월 이상 경과한 만성 뇌졸중 환자로 2022년 6월부터 2022년 12월까지 G광역시 소재 재활병원에서 입원한 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 진행하였으나 실험도중 7명이 탈락하여 최종적으로 23명으로 진행하였다. 선정기준은 뇌졸중으로 진단받은 후 6개월 이상 경과한 자, 기능적 보행검사(Functional Ambulatory Category, FAC) 3점 이하인 자, 체중부하관절의 수술 또는 장애가 없는 자를 대상으로 하였으며 제외대상으로는 중증 인지장애로 인하여 본인 의사전달이 불가능한 자, 통증으로 인하여 체중부하가 불가능한 자, 기저질환으로 인하여 2차적 문제가 생길 염려가 있는 자, 로봇 착용 시 심한 불편감으로 실험에 어려움이 있는 자는 제외하였다. 모든 피험자들에게 사전에 본 연구에 대해 충분한 설명을 한 후 연구에 적합한 피험자에게 동의서를 구하였다. 본 연구는 헬싱키 선언에 입각하여 진행하였으며 자발적 참여의사를 밝힌 자로 실시하였다.

2.2 연구 설계

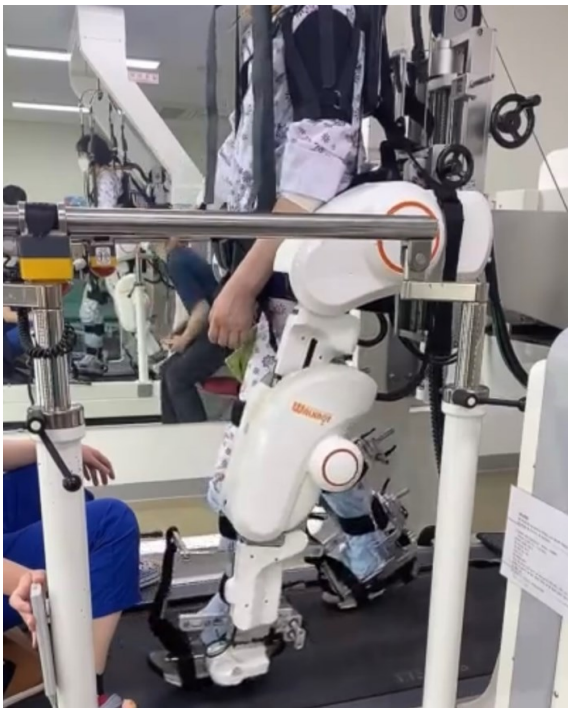
본 연구에 적합한 피험자들의 동의를 모두 구한 후 설문지를 통해 일반적 특성을 조사하였으며, 일반적 특성은 연령, 성별, 진단 후 개월 수, 마비측, 출혈/경색을 확인하였다. 초기 사전평가를 위해 치료 전 기능적 보행검사(FAC), 버그균형검사(Berg Balance Scale, BBS), 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination, MMSE), 수정된 바델지수(Modified Barthel Index, MBI), 발목과 무릎의 수정된 애쉬워드 경직척도(Modified Ashworth Scale, MAS)에 대한 사전평가를 실시하였다. 이후 보행로봇 치료는 1일 1회 30분간 시행하였으며 총 8주 동안 주5회 시행하였다. 8주 동안 모든 로봇치료가 끝난 후 사후평가를 실시하였다.

2.3 보행치료 워크봇(Walkbot)

워크봇(WALKBOTTM, P&S Mechanics, Korea)은 신경학적 보행손상 환자를 대상으로

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

보행훈련 중 정확한 운동학과 운동역학에 맞춰 피드백이 제공될 수 있도록 설계되었다. 워크봇은 기존의 로봇보행치료 프로그램에 비하여 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 조절이 용이하도록 외골격을 갖추고 있다. 또한 역동적 체중지지 시스템을 갖춰 신체의 움직임을 보다 정교하게 조절한다. 워크봇 전면 화면에는 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 저항에 대한 뻣뻣함 정도를 실시간 시각적 피드백이 제공된다. 본 연구에서 워크봇을 통한 보행훈련은 1일 1회 30분간 적용하였으며 8주 동안 주 5회 치료를 시행하였다. 사전에 환자의 다리길이 측정을 하였으며 이후 로봇보행치료 수행 시 보행속도는 환자의 신체기능에 맞춰 낮은 강도에서 점진적으로 향상하도록 중재하였다.



[그림 1] 워크봇 보행 훈련

[Fig 1] WALKBOT Robot Gait Training

2.4 측정도구

워크봇 로봇보행치료 시작 전과 8주간 치료 후 균형능력을 확인하기 위하여 버그균형검사를 통해 균형검사를 실시하였다. 버그균형검사는 기능적인 균형능력을 평가하기 위한 도구로 하위영역으로는 앉기, 서기, 자세변환 3개의 영역으로 총 14항목이며 점수의 총합은 56점으로 각 항목당 0점에서부터 4점까지 이루어져 있다. 버그균형검사의 20점 이하는 낙상위험이 높아 휠체어 보행을 권장하며 21점에서 40점 이하는 보조기를 통한 보행이 가능하다. 41점 이상은 낙상위험이 낮아 독립적인 보행이 가능한 수준을 말한다. 보행능력을 확인하기 위하여 기능적 보행검사를 측정하였다. 기능적 보행검사는 보행 시 조력이 필요한 정도에 따라 0~5점으로 구분하여 평가한다. 보행이 불가능한 경우 0점, 2인또는 1인의 지속적인 보조가 필요한 보행은 1점, 1인의 간헐적 도움이 필요한 경우는 2점, 신체접촉 없이 관찰이 필요한 경우 3점, 평지보행은 가능하나 불안정한 지지면에서의 보행은 도움이 필요한 정도는 4점, 독립적인 보행이 가능한 경우 5점을 부여한다. 환자의 인지상태의 변화를 확인하기 위하여

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

간이정신상태검사를 이용하여 측정하였다. 간이정신상태검사는 인지장애를 평가하는 평가도구로 지남력 10점, 기억력 6점, 주의집중 및 계산력 5점, 언어능력 7점, 이해 및 판단력 2점으로 구성되어 총 30점 만점이며 23점 이하는 경도인지장애, 19점 이하는 치매로 구분한다. 일상생활 수행능력을 측정하기 위해 장애정도를 결정하는데 사용되는 수정된 바델지수를 측정하였다. 수정된 바델지수는 10개의 하위항목으로 구성되어 있으며 일상생활동작의 독립 수행정도에 따라 종합점수는 0점에서부터 100점까지 부여할 수 있다. 환자의 근긴장도의 변화를 확인하기 위하여 발목과 무릎의 수정된 애쉬워드 경직척도를 측정하였다. 수정된 애쉬워드 경직척도는 초기 5개 등급이었으나 6개 등급으로 수정되었으며 경직 정도에 따라 0등급은 경직이 없음을 의미하고 1등급은 끝범위, 1+등급은 중간범위, 2등급은 전범위에서 근긴장도가 나타남을 의미한다. 3등급은 치료사의 수동관절 움직임이 힘든 정도로 근긴장도가 높음을 의미하며, 4등급은 관절의 움직임이 불가능한 수준이다.

2.5 자료분석 방법

본 연구는 통계 프로그램 윈도우 SPSS ver. 22.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 자료를 처리하였다. 연구자의 일반적 특성은 빈도분석을 사용하여 성별, 마비측, 출혈/경색을 분석하였으며 기술통계를 사용하여 나이, 진단 후 개월 수를 확인하였다. 모든 자료는 정규성분포를 확인하기 위하여 Shapiro - wilk검정을 시행하였으며 정규분포를 따르므로 모수 검정에 의한 검정방법을 사용하였다. 버그균형검사, 기능적 보행검사, 간이정신상태검사, 수정된 바델지수, 수정된 애쉬워드 경직척도를 확인하기 위하여 대응표본 t검정(paired t-test)을 사용하여 전후 비교를 실시하였으며 수정된 바델지수는 각문항에 대해 전후 비교를 실시하였다. 통계학적 유의수준 α=.05로 설정하였다.

3. 결과

3.1 대상자의 일반적 특성

본 연구는 총 23명의 뇌졸중 환자가 연구에 참여했으며 대상자의 나이, 성별, 마비측, 출혈/경색, 진단 후 개월 수에 관한 일반적 특성은 다음과 같다[표 2]. 대상자의 나이는 평균 62.52±10.98 이었으며 성별은 남성16명, 여성 7명이었다. 마비측은 오른쪽 마비가 12명, 왼쪽 마비가 11명이었으며 뇌졸중의 분류의 경색은 16명, 출혈은 7명이었다. 발병 후 기간은 평균 10.17±3.57개월로 만성 뇌졸중 환자에 포함된다.

[표 2] 대상자의 일반적 특성

[Table 2] General characteristics of the subject (n=23)

Characteristics	Patients
Age(years±SD)	62.52±10.98
Gender(Male/Female)	16/7
Affected side(Right/Left)	12/11

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

Ischemic/Hemorrhagic	16/7
One set(Month)	10.17±3.57

3.2 임상 지표 변화

워크봇 로봇보행치료 전에 비하여 로봇보행치료 후 버그균형검사, 기능적 보행검사, 간이정신상태검사, 수정된 바델지수에서 유의한 증가를 보였다. 하지만 무릎과 발목의 수정된 애쉬워드 경직척도는 유의한 차이를 보이지 않았다.

버그균형검사는 워크봇 로봇보행치료 사전(17.74±11.60)에 비하여 사후(27.04±8.77) 유의한 증가를 보였으며 기능적 보행검사는 워크봇 로봇보행치료 사전(1.04±0.93)에 비하여 사후(1.78±1.04) 유의한 증가를 보였다. 간이정신상태검사는 워크봇 로봇보행치료 사전(21.74±4.78)에 비하여 사후(22.91±4.39) 유의한 증가를 보였으며 수정된 바델지수는 워크봇 로봇보행치료 사전(33.74±16.13)에 비하여 사후(42.48±11.39) 유의한 증가를 보였다[표 3].

[표 3] 사전, 사후(8주) 각 평가 척도의 기능점수

[Table 3] Funcional Score of each Evaluation Scale at Pretest and Posttest(8 week)

Variables	pretest	posttest(8week)	t	*p*
BBS	17.74±11.60	27.04±8.77	-5.342	.000*
FAC	1.04±0.93	1.78±1.04	-3.234	.004*
MMSE	21.74±4.78	22.91±4.39	-2.598	.016*
MBI	33.74±16.13	42.48±11.39	-5.223	.000*
MAS-K	0.15±0.41	0.11±0.37	1.000	.328
MAS-A	0.59±0.85	0.59±0.81	0.000	1.000

*p <.05
Mean±SD
BBS: Berg balance scale, FAC: Functional ambulation category, MMSE: Mini mental state examination, MBI: Modified Barthel Index, MAS-K: Modified Ashworth scale-Knee, MAS-A: Modified Ashworth scale-Ankle.

3.3 수정된 바델지수 문항별 변화

워크봇 로봇보행치료 전에 비하여 로봇보행치료 후 수정된 바델지수 하위항목에서는 개인위생, 혼자 목욕하기, 화장실 사용하기, 옷입기, 배변조절, 배뇨조절, 보행능력, 이동능력에 유의한 증가를 보였다. 하위항목 중 개인위생은 사전(1.96±1.15)에 비하여 사후(2.65±0.93) 유의하게 증가하였으며 혼자 목욕하기는 사전(0.65±1.03)에 비하여 사후(1.22±0.90) 유의하게 증가하였다. 화장실 사용하기는 사전(2.91±2.04)에 비하여 사후(3.96±1.72) 유의하게 증가하였으며 배변조절은 사전(6.18±2.63)에 비하여 사후(7.45±1.50) 유의하게 증가하였고 배뇨조절은 사전(6.00±2.56)에 비하여 사후(7.09±1.68) 유의하게 증가하였다. 보행능력은 사전(2.09±3.59)에 비하여 사후(2.83±3.64) 유의하게 증가하였으며 이동능력은 사전(6.09±3.57)에 비하여 사후(7.74±3.33) 유의하게 증가하였다[표 4].

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

[표 4] 사전, 사후(8주) 수정된 바델지수의 하위척도

[Table 4] Modified Barthel Index Score of each Evaluation Subscale at Pretest and Posttest(8 week)

Question	pretest	posttest(8weak)	t	*p*
Personal hygiene	1.96±1.15	2.65±0.93	-3.272	.003*
Bathing self	0.65±1.03	1.22±0.90	-5.348	.000*
Feeding	5.09±2.35	5.70±1.87	-2.077	.050
Toilet Use	2.91±2.04	3.96±1.72	-3.668	.001*
Stair climbing	0.30±1.11	0.48±1.20	-1.447	.162
Dressing	2.04±2.03	2.74±1.86	-2.019	.061
Bowel control	6.18±2.63	7.45±1.50	-2.678	.014*
Bladder control	6.00±2.56	7.09±1.68	-2.400	.025*
Ambulation	2.09±3.59	2.83±3.64	-1.877	.035*
Chair/Bad transfer	6.09±3.57	7.74±3.33	-3.404	.003*
MBI	33.74±16.13	42.48±11.39	-5.223	.000

*p <.05
Mean±SD
MBI: Modified Barthel Index

4. 논의

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 8주간 워크봇을 이용한 보행훈련을 통하여 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력을 비교하여 워크봇에 대한 효과를 알아보고자 하였다. 그 결과 워크봇 로봇보행치료 전에 비하여 8주간 로봇보행치료 후 균형능력을 평가하는 버그균형척도에 유의한 증가를 보였다. 선행연구에서도 본 연구와 일치된 결과를 보였다[14]. Kim (2016)는 푸셔증후군(Pusher syndrome)이 있는 뇌졸중환자 10명을 대상으로 각 군별 5명씩 일반적인 재활치료만 적용한 그룹과 로봇보행치료를 병행한 그룹을 나누어 4주간 중재 후 버그균형검사와 푸셔증후군 평가지, 낙상지수, 일어서서 걷기검사(Timed Up and Go Test, TUG)를 통해 균형능력과 보행능력을 확인하였다[15]. 모든 항목에서 로봇보행치료를 적용 한 후 유의한 증가를 보였으며 버그균형검사, 푸셔증후군 평가지, 낙상지수는 일반적인 재활치료에 비하여 로봇보행치료가 유의한 증가를 보였으며 버그균형척도와 낙상지수 사이에 유의한 상관관계가 있으며 푸셔증후군 평가지와 낙상지수는 서로 유의한 상관관계가 있다고 하였고 반복적인 다리의 근재교육과 정상보행패턴을 위한 과제지향치료를 기반으로 한 신경가소성으로 인해 호전되었을 것라고 주장하였다. 본 연구에서도 워크봇을 이용한 로봇보행치료가

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

반복적인 근재교육과 시각적 피드백을 이용한 정상보행패턴을 유도하여 신경가소성에도 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 보이며 근육의 동원을 유도하였다고 생각된다. Kim (2016)은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 4주 동안 53명 중 32명은 로봇보행치료와 일반적인 재활치료를 병행하고 21명은 일반적인 재활치료만 실시하였으며 하지기능검사를 위하여 퓨글마이어 검사(Fugl-Meyer Assessment Scale), 근력도수 측정, 기능적 보행검사, 버그균형검사, 10m보행검사, 한글판 수정된 바델지수, 한글판 간이정신상태검사, 백 우울척도를 측정하였다[16]. 로봇보행치료와 일반적인 재활치료 후 모든 그룹에서 전 후 유의한 증가를 보였다. 또한 로봇보행치료가 일반적인 재활치료에 비하여 운동기능, 보행능력, 일상생활능력에 유의한 증가를 보였으며 일반적인 물리치료는 매번 일정한 강도의 치료가 한계가 있으며 정량적으로 분석하기 힘들며 로봇치료의 경우 반복적인 학습에 의해 균형능력과 보행능력이 증가함을 보고하였다. 본 연구에서도 로봇치료는 정량적으로 같은 강도에 맞춰 환자의 반복적 훈련을 통해 균형능력과 보행능력이 향상되었다고 생각된다.

본 연구에서 워크봇 로봇보행치료 전에 비하여 8주간 로봇보행치료 후 보행능력을 평가하는 기능적 보행검사에서 유의한 증가를 보였다. 다른 선행연구에서도 이와 유사한 연구결과를 보였다[17]. Kim, Kim & Yang (2022)는 뇌졸중 환자 22명을 대상으로 11명은 로봇보조 보행훈련군, 나머지 11명은 신경물리치료 훈련군으로 배치하여 4주간 주5회 중재를 실시하였으며 제브리스 보행분석기를 통하여 분석하였고 일반적인 신경물리치료군에 비하여 로봇보조 보행훈련군에서 한발짝 길이비교, 한걸음 길이비교, 한발짝 간격비교, 한발짝 시간비교, 한걸음 시간비교에서 유의한 증가를 보였으며 보행주기 비율에서 흔듦기 단계 비율이 유의하게 감소하였고 디딤기 단계의 비율이 유의하게 증가하였으며 보행이동길이가 유의하게 감소하였다[18]. 본 연구에서 로봇치료 후 직접적으로 보행의 매개변수를 확인하지는 못했지만 선행연구와 동일하게 로봇보행치료가 정상보행패턴을 반복적으로 학습하도록 유도하여 운동학습이론을 바탕으로 균형능력과 안정성이 증진되어 보행기능을 촉진할 수 있었다고 생각된다.

워크봇을 이용한 로봇보행치료 전에 비하여 로봇보행치료 후 인지기능을 평가하는 간이정신상태검사에도 유의한 증가를 보였다. 선행연구에서 일반적인 재활치료와 로봇보행치료 그룹간 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 로봇보행치료 전에 비하여 로봇보행치료 후 간이정신상태검사에서 유의한 증가를 보였다[19]. 이는 기존의 재활치료 보다 로봇훈련치료가 신경가소성에 의해 더 나은 인지기능과 삶의질을 향상시킬 수 있다고 하였다. 본 연구도 선행연구와 동일하게 로봇치료가 보다 정량화한 반복적인 중재로 신경근 재교육 이외에도 인지기능에도 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구의 일상생활 수행능력을 평가하는 수정된 바델지수에서 로봇보행치료 전에 비하여 로봇보행치료 후 유의한 증가를 보였으며 각 항목 중 음식먹기, 계단오르기, 옷입기를 제외하고 개인위생, 혼자 목욕하기, 화장실 사용하기, 옷입기, 배변조절, 배뇨조절, 보행능력, 이동능력에서 유의하게 향상됨을 보였다. 선행연구에서도 로봇보행치료 후 수정된 바델지수가 유의한 증가를 보였으며 전통적인 재활치료에서도 동일하게 유의한 증가를 보였다[20]. Kim et al. (2015)는 뇌졸중 환자에게 워크봇 중재와 일반적인 보행치료를 병합한 그룹 13명과 일반적인 보행치료를 적용한 그룹 13명을 나눠 4주간 적용하였으며 이후 두 그룹 모두에게 일반적인 보행치료만 4주 적용하여 사후검정을 실시하였다[12]. 그 결과 워크봇과 일반적인 보행치료를 병합한 그룹이 일반적인 보행치료만 적용한 그룹에 비하여 버그균형검사, 기능적 보행검사, 수정된

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

바델지수가 유의하게 증가하였으며 이를 토대로 균형능력, 보행능력, 일상생활 활동에 효과적이라고 하였다. 이는 반복적인 걸음걸이를 2000번 이상 반복하여 신경가소성의 회복을 만들 수 있어 향상되었다고 하였다. 본 연구에서도 선행연구와 동일하게 반복적인 학습에 의해 균형능력, 보행능력, 일상생활 활동에서도 유의한 향상을 보였을 것이라 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 대조군이 없이 진행하여 비교 대상에 제한이 있었으며, 환자의 치료를 제한할 수 없으므로 로봇보행치료를 제외한 다른 치료를 제한할 수 없었다. 또한 기간이 길어짐에 따라 환자의 탈락과 환자의 컨디션을 모두 고려할 수 없었음에 한계가 있다. 항 후 일반적인 물리치료 혹은 다른 중재와 비교하여 로봇보행치료의 효과를 입증할 필요가 있으며 다양한 조건의 환자를 대상으로 로봇보행치료를 실시하여 비교 분석하는 연구가 필요할 것이다.

4. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 8주간 워크봇을 이용한 보행훈련을 통하여 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력을 입증하고자 재활병원에 입원한 뇌졸중 환자 23명을 대상으로 로봇보행치료를 8주간 실시하여 환자의 버그균형검사, 기능적 보행검사, 간이정신상태검사, 수정된 바델지수, 수정된 애쉬워드 경직척도를 확인하였다. 본 연구 결과 로봇보행치료 중재 후 버그균형검사, 기능적 보행검사, 간이정신상태검사, 수정된 바델지수가 증가함을 확인할 수 있었으며 이는 로봇보행치료가 균형능력, 보행능력, 일상생활 수행능력을 향상시켜 뇌졸중 환자의 기능을 향상시킴을 시사한다.

References

[1] Jingu Im, Suhnyeop Kim, Immediate Effects of Ankle Dorsiflexor Facilitation Dynamic Taping on Static and Dynamic Balance and Gait Speed in Stroke Patients with Foot Drop, Physical Therapy Korea, (2022), Vol.29, No.1, pp.19-27.
DOI: http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2022.29.1.19.

[2] Gwan hyeok Go, Byeong jo Kim, A Study on the Balance of Stroke Patients According to Kneeling Squat Exercise and Standing Squat Exercise Positions, Korea Society of Integration Medicine, (2022), Vol.10, No.4, pp.1-9.
DOI: http://dx.doi.org/10.15268/ksim.2022.10.4.001.

[3] Soon beom Kim, Dong heon Kang, Jiyoung Park, Analysis of a Spatiotemporal Gait Asymmetry and Plantar Pressure Patterns for People with Stroke, Journal of the ergonomics society of Korea, (2023), Vol.42, No.3, pp.197-208.
DOI: http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2023.42.3.197

[4] C. Pinheiro, J. Figueiredo, J. Cerqueira, C. P. Santos, Robotic biofeedback for post-stroke gait rehabilitation: a scoping review, Sensors, (2022), Vol.22, No.19, p.7197.
DOI: http://dx.doi.org/10.3390/s22197197

[5] T. E. Johnston, S. Keller, C. Denzer-Weiler, L. A. Brown, A clinical practice guideline for the use of ankle-foot orthoses and functional electrical stimulation post-stroke, Journal of Neurologic Physical Therapy, (2021), Vol.45, No.2, pp.112-196.
DOI: http://dx.doi.org/10.1097/NPT.0000000000000347

[6] B. Büyükturan, S. Şaş, C. Kararti, İ. Özsoy, A. Habibzadeh, Ö. Büyükturan, Effects of Subtalar Joint Mobilization with Movement on Muscle Strength, Balance, Functional Performance, and Gait Parameters in Patients with Chronic Stroke: A Single-Blind Randomized Controlled Study, Journal of the American Podiatric Medical Association, (2022), Vol.112, No.1.
DOI: http://dx.doi.org/10.7547/20-275

Copyright ⓒ 2023 KCTRS

[7] June kyung Lee, Dae Yul Kim, Seung Hak Lee, Ji Hye Kim, Deog Young Kim, Kil-Byung Lim, Ji-Hyun Yoo, Satisfaction of Robot-assisted Gait Training in Patients with Stroke, Geriatric Rehabilitation (2021), Vol.11, No.2, pp.80-88.

[8] Won Gyeong Song, Rehabilitation robot trend and rehabilitation robot intermediation study, Information and Communications Magazine, (2016), Vol.13, No.2, pp.3-9.

[9] Heyoung Geun Kim, Yong Hoon Kim, The Effect of Robotic Assist Gait Training on the Gait of Stroke Patients: Retrospective Study, Journal of Korean Academy of Medicine & Therapy Science, (2022), Vol.14, No.1, pp. 15-24.

[10] Jaewon Bum, Hyungseok Nam, Seongwan Kim. Application and Effectiveness of Rehabilitation Robot Therapy, Korea Robotics Society Review, (2016), Vol.13, No.2, pp.26-31.

[11] Hoo Young Lee, Jung Hyun Park, Tae Woo Kim. Comparisons between Locomat and Walkbot robotic gait training regarding balance and lower extremity function among non-ambulatory chronic acquired brain injury survivors, Medicine, (2021), Vol.100, No.18. pp.e25125.
DOI: http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000025125.

[12] Soo Yeon Kim, Li Yang, In Jae Park, Eun Joo Kim, Min Su JoshuaPark, Sung Hyun You, Yun-Hee Kim, Hyun-Yoon Ko, Yong-Il Shin, Effects of innovative WALKBOT robotic-assisted locomotor training on balance and gait recovery in hemiparetic stroke: a prospective, randomized, experimenter blinded case control study with a four-week follow-up, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, (2015), Vol.23, No.4, pp.636-642.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/TNSRE.2015.2404936

[13] Jongseok Hwang, Yongil Shin, Ji-Ho Park, Young Joo Cha, Joshua Sung H You Effects of Walkbot gait training on kinematics, kinetics, and clinical gait function in paraplegia and quadriplegia, NeuroRehabilitation, (2018), Vol.42, No.4, pp.481-489.
DOI: http://dx.doi.org/10.3233/NRE-172226.

[14] Won ho Choi, Effects of robot-assisted gait training with body weight support on gait and balance in stroke patients, International journal of environmental research and public health, (2022), Vol.19, No.10, pp.5814.
DOI: http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19105814.

[15] Min-Su Kim, Effect of Robot Assisted Rehabilitation Based on Visual Feedback in Post Stroke Pusher Syndrome, Journal of the Korea Academia-Industrial, (2016), Vol.17, No.10, pp.562-568.
DOI: http://dx.doi.org/10.5762/KAIS. 2016.17.10.562

[16] Ji he Kim, Effects of Robot–assisted Therapy on Lower Limb in Patients with Subacute Stroke, Journal of the Korea Academia-Industrial, (2016), Vol.17, No.7, pp.459-466.
DOI: http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.7.459

[17] J. Mehrholz, S. Thomas, J. Kugler, M. Pohl, B. Elsner, Electromechanical-assisted training for walking after stroke, Cochrane database of systematic reviews, (2020), No.10.
DOI: http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006185.pub5

[18] Sung Chul Kim, Mikyong Kim, Dae jung Yang, The Effects of Robot Assisted Gait Training on Kinematic Factors of the Stroke Patients, Korea Society of Integration Medicine, (2022), Vol.10, No.1, pp.91-99.

[19] U. Dundar, H. Toktas, O. Solak, A. M. Ulasli, S. A. Eroglu, comparative study of conventional physiotherapy versus robotic training combined with physiotherapy in patients with stroke, Topics in Stroke Rehabilitation, (2014), Vol.21, No.6, pp.453-461.
DOI: http://dx.doi.org/10.1310/tsr2106-453

[20] Bryan Ping Ho Chung, Effectiveness of robotic-assisted gait training in stroke rehabilitation: A retrospective matched control study, Hong Kong Physiotherapy Journal, (2017), Vol.36, pp.10-16.
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.hkpj.2016.09.001

Copyright ⓒ 2023 KCTRS