

Effects of Backward Walking Training with Task Orientation on the Functional Gait of Children with Spastic Hemiplegia

Ji Young Choi¹, Sung Min Son², Chang Ju Kim²

¹Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Science, Cheongju University, Cheongju; ²Department of Physical Therapy, College of Health Science, Cheongju University, Cheongju, Korea

Purpose: This study examined the effects of backward walking training with task orientation on the functional walking ability of children with cerebral palsy.

Methods: This study was a single-blinded, randomized controlled trial with a crossover design conducted at a single rehabilitation facility with cross-over to the other intervention arm following a two-week break. For a total of 12 children with spastic hemiplegia cerebral palsy, the forward walking training group (n = 6) underwent training three times a week for three weeks, 40 minutes a day, and the backward walking training group (n = 6) was also trained under the same conditions. To identify the functional walking ability, variables, such as the walking speed, stride length, and step length, were measured using a walk analyzer (OptoGait, Microgate S.r.l, Italy).

Results: Both groups showed significant increases in walking speed, stride length, and step length ($p < 0.01$). The backward walking group showed more significant improvement in the walking speed from pre- to post-test ($p < 0.05$). The gait characteristics were similar in the two groups (stride length and step length) but the walking speed in the backward walking group showed a mean difference between the positive effects higher than the forward walking group.

Conclusion: Task-oriented backward walking training, which was conducted on the ground, may be a more effective treatment approach for improving the walking functions of spastic hemiplegia children than forward walk training.

Keywords: Backward walking, Gait, Task-orientation, Cerebral palsy

서론

뇌성마비는 출생 전후 또는 출생 시에 여러가지 요인들로 인해 일어나는 뇌의 손상으로, 뇌가 성숙해져야 하는 전반적인 단계에서 운동 능력에 지속적인 제한을 일으키는 비진행성 병변이다.¹ 손상 위치에 따라 다양한 신체적, 정신적 장애들을 보이기도 하며 언어장애, 감각장애, 행동장애, 간질 혹은 이차적인 근골격계의 문제도 함께 동반될 수 있다.² 이로 인해 비대칭적인 자세, 체중 이동 능력의 결함, 균형능력의 저하 및 기능적으로 섬세한 수행능력에 제한이 발생되어 일상생활 수행, 균형 및 보행에 있어 기능적인 활동 저하가 나타나게 된다.³

독립적인 이동 수행은 일상생활에서 실제 목적을 얻기 위한 활동으로 필수적이다. 뇌성마비 아동의 보행 능력 감소는 개인의 신체활동을 제한시킬 뿐만 아니라 가정과 치료실 외 실질적인 일상에서 신

체적, 사회적 활동에 어려움을 갖게 한다. 이는 학교와 같은 외적 영역에서 다양한 활동에 참여하고 보호자의 의존도 또한 낮출 수 있는 중요한 요소이다. 따라서 뇌성마비 아동의 독립적인 보행 여부는 삶의 질과 아동이 속해 있는 일상생활환경에 큰 영향을 미칠 수밖에 없다.⁴ 실제로 일상생활에서 이루어지는 보행은 단순하게 움직임을 나타내지 않고 물건을 옮기거나 도구를 사용하고, 대화를 하는 등의 복합적인 운동, 인지 과정이 함께 일어난다.⁵ 따라서 뇌성마비 아동들에게 장애 정도와 인지 수준을 고려하여 일상생활에 필요한 의미 있는 동작을 배울 수 있도록 치료적인 증재 프로그램이 필요하며,⁶ 뇌성마비 아동에게 운동학습과 동시에 수행하는 과제지향적 훈련의 반복은 기능적 수행능력 향상에 매우 효과적인 방법이 될 수 있다.⁷

중추신경계 손상 환자들을 대상으로 운동기능과 이중과제에 대한 선행연구는 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저 인지, 지능 과제와 선 자세 및 보행훈련을 동시에 수행함으로써 자세조절 및

Received Sep 6, 2019 Revised Oct 13, 2019

Accepted Oct 14, 2019

Corresponding author Sung Min Son

E-mail ssm0417@hanmail.net

Copyright ©2019 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

운동수행에 미치는 영향을 연구하는 인지 과제에 관한 연구이고,^{8,9} 또한 가지는 선 자세를 유지하거나 보행을 하는 동시에 볼 운동, 접시나 컵을 옮기는 등의 운동과제를 결합시켜 자세조절 및 운동수행에 나타나는 효과를 연구하는 이중 운동 과제 연구이다.¹⁰ 그중 이중 운동 과제 연구가 임상적으로 중요한 이유는 두 가지 운동 과제를 동시에 수행하는 것으로 환자마다 과제 수행에 대한 수준이 다르므로 이중 과제 수행에 대한 평가가 환자에 대한 치료 계획에 영향을 줄 수 있고, 일상 생활 능력을 기능적으로 평가하는 평가 자료로 제공할 수 있다.¹⁰ 이중 운동 과제 훈련을 적용시킨 국내 연구들은 다음과 같다. 이중과제 훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향에 관한 연구,¹¹ ICF 구성요소를 기반으로 한 이중과제훈련이 보행능력과 자기 효능감에 관한 연구¹² 그리고 Kwon¹³의 연구에서도 이중 운동 과제 훈련을 적용하였을 때 운동 실조형 뇌성마비 아동의 균형과 일상 생활 활동에 모두 향상이 나타났다고 보고하였다. 지금까지 보행과 관련한 이중과제 훈련들은 대부분 전방보행으로 진행된 연구가 대부분이었다. 여러 선행연구들에서는 후방보행 훈련이 전방보행 훈련보다 자세 조절과 보행 기능에 효과적인 중재 방법이라고 하였다. 뇌졸중을 대상으로 한 연구에서는 후방보행 훈련이 전방보행 훈련보다 보행속도와 보장 길이에 유의한 효과가 있다고 보고하였다. 이와 같은 선행연구들은 후방보행 훈련이 전방보행 훈련보다 보행 기능의 향상에 더 많은 기여를 할 수 있음을 확인한 근거이다. 그러나 후방보행에 관한 선행연구 대부분은 성인 뇌졸중 환자를 대상으로 활발히 진행되었고 뇌성마비 아동에 대한 연구가 실질적으로 많이 부족하며, 후방보행 훈련과 과제훈련을 연계한 연구도 미흡한 실정이다. 또한, 뇌성마비 아동을 대상으로 트레드밀을 이용한 후방보행에 대한 연구에서 보행기능의 향상에 유의한 효과가 있음을 말하고 있으나, 실제 치료 환경에서 사용하고 있는 트레드밀은 보행 속도가 느린 뇌성마비 아동의 보행 속도에 맞춰 낮은 속도로 보행을 실시하기 어려운 문제와 저속 보행이 가능한 재활치료용 트레드밀은 공간적인 제약과 고가의 가격에 의해 접근성이 낮아 가정에는 보급되지 못하는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 정상아동에 비해 낮은 보행속도를 가지고 있는 경직형 편마비 뇌성마비 아동에게 운동과제와 결합한 지상에서의 후방보행 훈련이 아동의 기능적 보행능력 변화에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

실험에 참여할 대상자는 청주지역의 A기관에서 치료를 받고 있는 아동들로 경직형 편마비 뇌성마비를 진단받은 7세에서 14세 아동 12명

을 대상으로 연구하였다. 연구 대상자들은 무작위로 추출하였으며 전방보행 훈련군 6명, 후방보행 훈련군 6명으로 배정하였다. 연구대상자인 아동과 부모의 동의를 받아 실시한 뇌성마비 아동의 구체적인 선정은 다음과 같다. 1) 경직형 편마비 뇌성마비 진단을 받은 7세에서 14세 아동 12명, 2) GMFCS가 Level I-II 정도의 아동으로 어느 정도 독립적인 이동이 가능한 아동, 3) 기능적 독립측정도구(functional independent measure for children, WeeFIM)의 인지평가 부분에서 15점 이상으로 지시를 이해하여 과제를 수행할 수 있는 아동, 4) 최근 몇 개월 이내에 후방보행 프로그램 혹은 특정 훈련 프로그램에 참여하지 않은 아동.

1) 연구절차

연구에 참여하기 전 대상 아동 부모에게 충분한 설명과 참여 동의를 작성한 후 시작되었으며, 대상자들의 나이, 성별, 체중, 마비 부위 및 단하지 보조기 착용 유무와 기능 수준에 대한 조사를 진행하였다. 대상자들은 GMFCS Level I-II의 아동이며 마비 유형은 경직형 편마비 뇌성마비 아동으로 진행되었다. 무작위로 배정된 경직형 편마비 뇌성마비 아동 12명 중 무작위로 배정된 6명은 과제수행과 동시에 전방보행 훈련을 실시하였고, 다른 6명의 아동 역시 과제수행과 동시에 후방보행 훈련을 실시하도록 하였다. 본 연구에서는 보행분석기를 이용하여 사전 평가를 실시하였고, 총 3주 동안 주 3회 일 40분씩 플라스틱 컵을 올려놓은 플라스틱 접시를 양손으로 드는 과제훈련을 결합시킨 전방 및 후방보행 훈련을 실시하였다. 이후 2주간의 휴식기간을 가진 뒤에 전방보행 훈련군과 후방보행 훈련군의 아동들을 교차적용(Crossover)훈련을 시켰고, 동일한 방법으로 훈련 전 평가를 실시한 후 전방 및 후방보행 훈련을 수행하였다. 대상자의 보행 양상에 관한 평가는 동일한 측정자가 동일한 측정장비를 이용하여 운동과정을 마친 후에 실시하였다.

2. 측정방법

1) 사전 대상자를 선정하기 위한 평가

(1) 한국판 대동작 기능분류체계(Korean version of gross motor functional classification system, K-GMFCS)

GMFCS는 0세에서 18세 뇌성마비 아동의 기능을 6개의 그룹으로 나누어 각 연령대별로 기기, 걷기, 휠체어 이동과 같은 이동성을 기준으로 두어 각 단계가 일상생활에서 의미 있게 구분되어야 한다는 기준으로 분류해 주는 5단계 평가체제로 앉기, 네발기기, 걷기와 같은 움직임과 보조도구를 이용한 이동성의 정도에 따라 나뉜다. 아무런 제한 없이 걸을 수 있는 제1단계에서 보조 기구를 이용해도 이동성에 제한이 심한 제5단계까지 단계가 높아질수록 기능적 이동능력이 저하된다.¹⁴ 따라서 본 연구에서는 실내외에서 일반적으로 걸을 수 있고

계단을 오르내리는 데 제한이 없는 Level I의 아동, 실내외에서 걸으며 난간을 잡고 계단을 오르지만 불안정한 지면, 좁은 공간과 같은 곳에서는 보행이 제한적인 Level II의 아동으로 대상자를 선별하였다. 측정자 간 신뢰도는 0.93이며,¹⁵ 검사자 간 신뢰도 또한 0.97-0.99이다.¹⁶

(2) 소아 기능적 독립 측정 도구(WeeFIM)

WeeFIM은 아동의 건강상태와 발달, 교육 그리고 사회적 상황을 통한 기능적 능력의 평가와 추적을 할 수 있는 도구로 크게 운동과 인지 영역의 2가지 평가영역으로 나뉘며 6개의 하위척도로 분류되고 또다시 18개의 평가항목으로 구성되어 있다. 그중 인지영역 부분에서의 사소통영역과 사회인지영역을 평가할 수 있는데 먼저 의사소통영역은 이해와 표현이 가능한지, 사회인지 영역에서는 사회작용, 문제해결능력 및 기억력을 평가하게 된다. 시행방법은 직접관찰 및 면담으로 이루어지며 각 항목마다 1점에서 7점까지 7점 척도로 점수를 주게 된다. 다른 여러 연구에서도 측정자 내 신뢰도 및 내적 일치도가 0.9 이상으로 매우 높은 신뢰도를 보였다.¹⁷

2) 중재 후 보행 측정 및 훈련 절차

(1) 보행분석검사(OPTO Gait)

아동의 양적인 보행분석 자료를 얻기 위해 보행분석기(OptoGait, Microgate S.r.l, Italy)를 통한 보행 검사를 실시하였다. 보행분석기의 기본 구성은 1 m의 바로 구성되어 있는 메인 바에 96개의 LED가 있는 두 개의 송수신 바 사이에서 통신의 방해할 감지하여 측정하게 된다. 본 실험에서는 전용 바를 각각 3개씩 연결하여 측정하였고 아동의 발이 오른발부터 시작할 수 있도록 설정하였으며 발뒤꿈치(heel)보다 발끝(tip toe)이 먼저 닿는 아동의 특징을 감안하여 보행설정을 하였다.

측정 실시에 앞서 아동의 자연스러운 걸음걸이를 위해 설치 구간을 5회 이상 걸을 수 있도록 연습하였다. 하지만 아동의 나이 편차로 인해 학령기 전 아동들은 오른발 딛기를 균일하게 맞추기 어려웠다. 따라서 출발선과 도착선에 테이프를 위치를 표시한 뒤 치료사가 오른발이 먼저 시작할 수 있도록 보조하였고 도착지점에서는 자연스럽게 밖으로 나가도록 지시하였다.

측정 이후 보행분석 시스템의 소프트웨어에서 수집된 주요 측정 변수에서 보행속도(speed), 한발짝(step length), 한걸음 길이(stride length)를 선택하였다. 시작 발(foot)을 맞추지 못하거나 중간에 멈추는 경우 또는 보행분석기를 벗어나는 경우 재측정을 하였으며, 총 3회 이상 실시하여 평균값을 이용해 데이터 값을 추출하였다.

(2) 보행 훈련 프로그램

연구에 참여한 대상자들은 전방보행과 후방보행 훈련을 다음과 같은 방법으로 진행하였다. 먼저 전방보행 훈련에서 세트 당 7분, 회 당 4

세트, 세트 간 휴식 시간을 약 3분 정도 주었고 이를 3주간 훈련하였으며, 2주간 휴식을 가진 후에 다시 같은 방법으로 3주간 후방보행을 실시하였다. 특히 후방보행을 훈련하는 방법으로는 대상자가 보행을 실시할 때 먼저 치료사의 접촉을 이용한 골반 보조를 통해 학습하였고 동시에 이동식 전신 거울을 앞에 두어 자신의 모습을 보면서 후방보행을 하도록 하였다. 이후 치료사의 구두 지시를 통해 자세를 조절 하도록 허용하였고, 대상 아동들이 적응되었을 때 점차적으로 치료사의 보조를 줄이고 수행하게 하였다.

3. 자료처리

본 연구에서 수집한 모든 자료는 IBM SPSS 22.0 for Windows (SPSS, IBM Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 자료를 분석하였다. 경직형 편마비 아동들의 전방보행 훈련과 후방보행 훈련을 실시한 각 집단 내 보행 양상의 변수에 대한 훈련의 전후 차를 알아보기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였다. 또한 집단 간 보행 양상의 변수에서 훈련 전과 후의 변화량에 차이가 있는지 알아보기 위하여 Mann-Whitney U-검정을 이용하여 처리하였다. 연구에 참여한 대상자들의 평가 수치를 평균±표준편차로 산출하였고, 통계적 검정을 위한 유의수준은 α=0.05로 정하였다.

연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 12명이며 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 보행 양상의 변화

전방보행 훈련군과 후방보행 훈련군의 보행 양상을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 전방보행과 후방보행은 보행 속도에 있어 훈련 전보다 훈련 후에 더 유의한 증가를 보였다. 전방보행군은 훈련 전 0.687±0.122 m/sec에서 훈련 후 0.765±0.091 m/sec로 향상되었고 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 후방보행군은 훈련 전 0.665±0.109 m/sec에서 훈련 후 0.822±0.175 m/sec로 향상되었고 유의한 차이를 보였다

Table 1. General characteristics of subjects (n=12)

Variables	M±SD
Gender (male/female)	5/7
Affect side (Rt/Lt)	7/5
Age (yr)	10±2.48
Height (cm)	125±9.99
Weight (kg)	27.33±7.35

M±SD: Mean±standard deviation.

Table 2. Changes in gait following intervention

		Forward (n=12)	Backward (n=12)	U	p ^b
		M±SD			
Speed (m/sec)	Pre	0.68±0.12	0.66±0.10	28.5	0.01**
	Post	0.76±0.09	0.82±0.17		
	Post-pre	0.07±0.05	0.15±0.11		
	p ^a	0.00*	0.00*		
Step (cm)	Pre	38.87±3.92	39.37±2.28	59.5	0.47
	Post	43.83±2.44	44.16±2.88		
	Post-pre	4.95±3.44	4.79±1.48		
	p ^a	0.00*	0.00*		
Stride (cm)	Pre	78.41±6.15	79.95±3.10	69.5	0.88
	Post	86.50±2.51	87.79±5.45		
	Post-pre	8.08±5.28	7.83±5.69		
	p ^a	0.00*	0.00*		

M±SD: mean±standard deviation.

^aWilcoxon Rank-sum test, ^bMann-Whitney test, *p<0.005, **p<0.05.

(p<0.01). 또한 두 그룹 간 전후에 대한 보행 속도의 변화량에 유의한 차이가 나타났다. 전방보행군은 0.077±0.058 m/sec이고 후방보행군은 0.156±0.110 m/sec의 변화량의 차이를 보였다(p<0.05). 한발짝(step length)과 한걸음 길이(stride length)에서는 두 집단 모두 훈련 전보다 훈련 후에 값이 증가하였으나 두 그룹 간 전후에 대한 변화량의 차이는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

고찰

본 연구는 경직형 편마비 뇌성마비 아동에게 운동과제 훈련과 결합된 후방보행 훈련을 적용하였을 때 아동의 기능적인 보행 능력에 긍정적인 효과가 나타나는지를 알아보기 위하여 실시하였다. 운동과제와 결합된 전방보행 훈련과 후방보행 훈련에서 후방보행 훈련군의 보행 속도가 훈련 전에 비하여 훈련 후에 유의하게 증가되었고, 전방보행 훈련 역시 훈련 후에 보행 속도의 향상을 보였다. 두 그룹 간 전후에 대한 보행 속도의 변화량 비교에서는 후방보행군에서 유의한 향상이 있었음을 확인하였다. 그러나 한발짝(step length)과 한걸음 길이(stride length)에서 훈련 전보다 훈련 후의 값이 모두 유의하게 증가하였으나 한발짝 길이와 한걸음 길이에 대한 두 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

본 연구의 결과에서 운동 과제를 결합한 전방보행 훈련군과 후방보행 훈련군 모두 훈련 전후를 비교했을 때 보행기능의 향상이 나타났다. 이전 선행연구들에서도 뇌졸중, 뇌성마비와 파킨슨과 같은 중추신경계 손상 환자들을 대상으로 한 과제 훈련과 동반된 보행훈련이 중추신경계 손상 환자들의 보행기능을 향상시켰다고 보고하였다. Yu와 Jeon¹⁸의 연구에서 뇌졸중 환자 23명을 대상으로 실험군은 운동

이중과제를 결합한 보행훈련을 실시하였고, 대조군은 일반적 보행훈련을 각각 4주간 총 20회 실시하였으며, 실험군에서 보행속도, 보폭, 두 다리 지지기의 보행변수와 걸음길이 대칭성이 대조군에 비해 유의하게 증가하였다. 또한, 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 이중 운동과제 훈련을 적용한 Yang¹⁹의 연구에서도 단일과제로 일반적인 보행훈련만 실시한 대조군에 비해 운동 이중과제 보행훈련을 실시한 실험군에서 보행 속도 및 한걸음 길이가 유의하게 증가하였다. 이러한 선행연구들의 결과는 운동과제가 동반된 전방보행 훈련과 후방보행 훈련이 강직성 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 보행기능을 향상시킨 본 연구의 결과를 뒷받침한다고 볼 수 있다.

본 연구에서 전방보행 훈련군과 후방보행 훈련군 모두 보행 변수들의 향상을 보였으나, 전방보행 훈련군과 비교해 볼 때 후방보행 훈련군에서 더 많은 증가 폭이 나타났다. 또한, 보행 속도에서는 두 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있음을 확인하였다. Park²⁰의 연구에서는 만성기 편마비 환자 35명을 대상으로 30분씩, 주 3회, 6주간 실시하였고 그 결과로 전방보행 훈련군에 비해 후방보행 훈련군에서 균형 및 보행 능력이 유의하게 향상되었음을 보고하였다. Abdel-Azizem 등²¹은 30명의 편마비 뇌성마비 아동을 대상으로 전방보행군과 후방보행군을 비교하는 연구를 시행하였는데 전방 및 후방보행군 모두 유의한 향상을 보였으나 후방보행군에서 더 유의한 차이를 보였다. 또한 향상된 보행의 결과를 일정기간 후에도 유지되는지 알아보기 위해 훈련 전후, 1개월 이후에 각각 재평가를 시행하였다. 재평가한 시기 모두에서 전방보행군보다 후방보행군에서 보행 속도가 향상되었는데 1개월 이후 재평가 항목에서는 보행 속도 향상의 지속성이 후방보행군에서 더 효과가 있는 것으로 보고하였다. 본 연구의 결과도 선행 연구에서 말하는 후방보행 훈련군이 전방보행 훈련군보다 보행 속도

에서 더 유의하게 증가하였다는 결과와 유사하다.

지금까지 운동과제와 결합된 후방보행 훈련에 대한 선행연구는 거의 이루어지지 않았다. 그래서 전방보행 훈련에 비해 후방보행 훈련이 더 많은 보행 기능의 향상이 나타난 우리의 연구 결과를 뒷받침할 수 있는 근거는 미흡하다. 하지만, 몇 가지 제시할 수 있는 메커니즘이 있다. 첫 번째, 후방보행 훈련이 전방보행 훈련보다 근력 향상에 도움을 줄 수 있다는 것이다. 30명을 대상으로 후방보행과 전방보행을 비교한 Jo와 Kim²²의 연구에서 전방보행에 비해 후방보행 시 엉덩관절의 관절가동범위가 상대적으로 크고 이로 인해 신체의 무게 중심의 움직임이 커져서 넙다리 네갈래근(quadriceps muscle), 뒤넙다리근(hamstring muscle), 앞정강근 등의 활성도가 더 크게 나타났음을 언급하였다. 또한 이를 뒷받침하는 측정 결과로 후방보행 시 넙다리 네갈래근의 근활성도를 알아보기 위해 근전도를 이용한 최대대응척성수축시(MVIC) 최대 수축값을 얻은 결과 전방보행 훈련군보다 후방보행 훈련군에서 근활성도가 더 유의하게 증가하였고, Dynamometer를 이용한 근력 측정에서도 넙다리네갈래근의 근력이 훈련 전후의 값이 54.28에서 65.28로 11.00의 변화량 차이가 나타나 근력증진의 효과가 있다고 설명하고 있다. 선행된 다른 연구에서도 후방보행은 무릎관절과 발목관절에서 각각 넙다리 네갈래근과 발가락 굽힘근의 상호작용으로 보행을 만들게 되며 이때 보행 추진력은 넙다리 네갈래근이 담당하게 된다고 하였다.²³ 이처럼 넙다리 네갈래근이 보행의 추진력을 만들어내도록 사용되면 무릎관절에 가해지는 스트레스를 최소화시키면서 디딤기 동안 넙다리 네갈래근의 근력을 증가시킬 수 있다.²⁴ 두 번째, 후방보행 훈련이 고유 수용성 감각에 영향을 미치고, 이로 인해 보행 기능의 향상에 기여할 수 있다는 것이다. 고유감각 수용성 감각은 균형을 유지하기 위해 필수적인 요소로서 보행 시 움직임을 조절하기 위한 역할을 한다.²⁵⁻²⁷ 이전 연구에서는 보행기능 향상에 필요한 균형능력이나 균형자신감이 후방보행 훈련을 하였을 때 더 유의하게 높다고 보고하였다. 이는 후방보행은 시각정보가 제한되어 균형반응에 필요한 고유감각정보를 더 많이 사용하고 있다는 증거이며, Shumway-Cook과 Woollacot²⁸의 연구에서도 초기 운동학습은 시각정보에 대한 높은 의존도가 요구되지만 학습된 운동조절 단계에서는 고유수용감각 정보가 주된 역할을 하게 된다고 보고하였다. 추가적으로 전방보행 훈련에 비해 후방보행 훈련이 대뇌의 활성화도를 더 유도할 수 있다는 것이다. Peters 등²⁹이 진행한 선행연구에서는 후방보행이 전방보행에 비해 대뇌피질의 보조운동영역과 일차운동겉질의 활성화가 더욱 증가함을 보고하였고, Kurz 등³⁰의 연구에서도 후방보행 시 감각정보를 처리하고 운동의 계획이나 실행과 관련되어 있는 뇌 영역의 활성도가 더 높게 나타난다고 보고하였다. 뇌성마비 아동의 보행 속도의 향상은 앞서 언급한 근력 강화와 함께 고유감각정보의 활성화가 이루어짐으로써 경직형 편마비 뇌성마비 아동에

게 과제지향적 후방보행 훈련이 전방보행 훈련에 비해 더 큰 효과를 주었다고 생각된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 대상자의 수가 적어 모든 경직형 뇌성마비 아동에 대해 본 연구의 결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 둘째, 뇌성마비 분류에서 경직형 편마비 아동과 GMFCS Level I, II의 아동만을 대상으로 하였기 때문에 기능 수준이 더 낮은 뇌성마비 아동에게 본 연구의 결과를 일반화시키기 어렵다. 셋째, 환자-교차 대조군 연구(case-crossover study)는 환자군만으로 연구를 수행할 수는 있으나 치료를 실시하는 순서가 결과에 영향을 미칠 수 있다는 점과 치료와 치료 사이의 충분한 기간을 두지 않고 반복될 경우 치료 효과에 대한 평가를 하는 데 혼동을 줄 수 있다. 따라서 앞서 말한 제한점을 보완하기 위해 대조군을 설정하고, 여러 유형의 뇌성마비 아동들이 참여한 후방보행 훈련이 미치는 영향을 알아보기 위한 연구도 함께 이루어져야 하겠다.

두 그룹 모두 전후 비교에서 보행기능의 향상을 보였지만, 후방보행 훈련군이 보행 속도에서 더 높은 향상을 보였다는 결과를 토대로 지면에서 실시하는 과제지향적 후방보행 훈련이 전방보행 훈련보다 경직형 편마비 아동의 보행기능 향상에 더 효과적인 치료접근법이 될 수 있다고 사료된다.

REFERENCES

1. Freeman M. Physical therapy of cerebral palsy. Berlin, Springer Science & Business Media, 2007.
2. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
3. Heyrman L, Desloovere K, Molenaers G et al. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2013;34(1):327-34.
4. Salminen AL, Brandt A, Samuelsson K et al. Mobility devices to promote activity and participation: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2009; 41(9):697-706.
5. Mulder T, Zijlstra W, Geurts A. Assessment of motor recovery and decline. *Gait & Posture.* 2002;16(2):198-210.
6. Cameron MH, Monroe L. Physical Rehabilitation-E-Book: Evidence-based examination, evaluation, and intervention. Philadelphia, Elsevier Health Sciences, 2007.
7. Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM et al. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil.* 2003;17(1):48-57.
8. Bowen A, Wenman R, Mickelborough J et al. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *Age Ageing.* 2001;30(4):319-23.
9. Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study. *Gait Posture.* 2008;27(4):683-8.

10. Yang YR, Chen YC, Lee CS et al. Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. *Gait Posture*. 2007;25(2):185-90.
11. Jung SR, Won JI. Effects of dual-task training on balance and gait performance in patients with stroke. *Phys Ther Korea*. 2014;21(2):18-27.
12. Lee JA, Lee HM. The effect of dual task training based on the international classification of functioning, disability, and health on walking ability and self-efficacy in chronic stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2017; 12(1):121-9.
13. Kwon HY. Changes in the balance and activities of daily living on children with ataxic cerebral palsy from dual task training: case study. *J Korean Soc of Integrative Med*. 2016;4(4):91-100.
14. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214-23.
15. Wood E, Rosenbaum P. The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol*. 2000;42(5):292-6.
16. Ko JY, Woo JH, Her JG. The reliability and concurrent validity of the GMFCS for Children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(4): 255-8.
17. Tur BS, Küçükdeveci AA, Kutlay S et al. Psychometric properties of the WeeFIM in children with cerebral palsy in Turkey. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(9):732-8.
18. Yu KH, Jeon HS. The effects of dual-task gait training on gait performance under cognitive tasks in chronic stroke. *J Kor Phys Ther*. 2015; 27(5):364-8.
19. Yang YR, Wang RY, Chen YC et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(10):1236-40.
20. Park GT, Kim MH, Ju SK. Effects of backward walking training on static balance, balance confidence, and walking endurance of patients with chronic stroke. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*. 2018;57(3):473-89.
21. Abdel-Aziem AA, El-Basatiny HM. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017; 31(6):790-7.
22. Cho SH, Kim SG. The Effect of depending on variations of speed in backward walking on Lower extremities muscle. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 2012;13(5):2199-205.
23. Grasso R, Bianchi L, Lacquaniti F. Motor patterns for human gait: backward versus forward locomotion. *J Neurophysiol*. 1998;8(4):1868-85.
24. Flynn TW, Connery SM, Smutok MA et al. Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(1):89-94.
25. Foster H, DeMark L, Spigel PM et al. The effects of backward walking training on balance and mobility in an individual with chronic incomplete spinal cord injury: a case report. *Physiother Theory Pract*. 2016; 32(7):536-45.
26. Rose DK, DeMark L, Fox EJ et al. A backward walking training program to improve balance and mobility in acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *J Neurol Phys Ther*. 2018;42(1):12-21.
27. Winter DA, Pluck N, Yang JF. Backward walking: a simple reversal of forward walking?. *J Mot Behav*. 1989;21(3):291-305.
28. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control 4th international ed.* Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
29. Peters S, Handy TC, Lakhani B et al. Motor and visuospatial attention and motor planning after stroke: considerations for the rehabilitation of standing balance and gait. *Phys Ther*. 2015;95(10):1423-32.
30. Kurz MJ, Wilson TW, Arpin DJ. Stride-time variability and sensorimotor cortical activation during walking. *Neuroimage*. 2012;59(2):1602-7.