

독립보행이 가능한 강직성 뇌성마비 아동들의 수직 및 수평 장애물 통과에 영향을 미치는 요인 분석

이수진

유성 웰니스 병원

오덕원

대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

Abstract

An Analysis of Factors Affecting Vertical and Horizontal Obstacle Crossing in Independently Ambulatory Children With Spastic Cerebral Palsy

Su-jin Lee, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Center, Youseong Wellness Hospital

Duck-won Oh, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

This study aimed to evaluate factors related to the ability of ambulatory patients with cerebral palsy (CP) to walk over vertical and horizontal obstacles. Twenty patients with spastic CP who were able to walk independently for at least 10 m with or without walking devices were recruited for the study. Participants were required to walk over small obstacles (1, 4, and 8 cm in height or width; total of 6 conditions). A 'fail' was recorded when either the lower limbs or the walking device contacted the obstacle. Linear regression analyses were used to determine the effects of age, sex, walking devices, eye-glasses, subtype (hemiplegia or diplegia), ankle foot orthoses, functional level, and score of body mass index on the ability of obstacle crossing. Fifteen participants (75%) failed to adequately clear the foot or walking device over obstacles in at least 1 condition. The chance of failure in crossing vertical obstacle was affected by the use of ankle foot orthoses, eyeglasses, gender, and CP subtype ($p < .05$). The failure rate crossing horizontal obstacle was affected by CP subtype. These findings suggest that rehabilitation procedures should (1) consider the clinical characteristics of patients in order to prepare them to be more independent while performing daily activities, and (2) incorporate environmental conditions that patients encounter at home and in the community.

Key Words: Affecting factor; Ambulation; Cerebral palsy; Obstacle crossing.

I. 서론

뇌성마비는 태내 또는 유아기동안에 발달중인 뇌에서 일어난 비진행성 손상에 의해 발생하는 것으로 움직임 및 자세 발달이 지연되고 영구적인 운동 장애가 나타나며, 감각, 지각, 인지, 의사소통, 행동 장애, 간질 혹은 이차적인 근골격계 문제가 동반된다(Rosenbaum 등,

2007). 뇌성마비는 병변의 위치와 증상 양상에 따라 강직형, 운동이상형(무정위형, 실조형), 그리고 혼합형으로 분류된다(Johnson, 2002). 강직성 뇌성마비는 이완되는 것 없이 근 긴장도가 과도하게 나타나는 뇌성마비 유형으로 근육 단축, 관절 구축, 골격계 변형 등 많은 근골격계적인 문제들이 동반되며, 이로 인해 서기와 걷기 같은 기능적인 활동이 방해받게 된다(윤범철 등, 2003).

통신저자: 오덕원 duckwono@dju.kr

뇌 병변의 정도에 따라 아동의 움직임 범위가 매우 다르게 나타지만 일반적으로 뇌성마비 아동의 3분의 1은 독립적인 이동이 어려우며, 3분의 2는 독립적으로 보행 가능하거나 보조도구를 이용하여 이동할 수 있다(Johnson, 2002). 효율적인 보행은 에너지 소모를 최소화 하며 효율적으로 신체를 안전하게 이동시킬 수 있는 것이다(Gage 등, 1995). 그러나 뇌성마비 아동은 자세 및 움직임이 비대칭적이어서 보행 속도가 느리고 균형 조절이 부족하여 숙련된 기능적인 움직임을 수행하기 어려우며, 전반적인 보행 기능장애가 나타난다. 또한 예상치 못한 장애물에 대해 자세조절이 적절히 이루어지지 못하기 때문에 다양한 움직임에서 안정성을 유지하는 것에 어려움이 있다(Woollacott와 Shumway-Cook, 2005). 뇌성마비 아동들의 약화된 근력과 낮은 심폐기능, 그리고 보행 중 과도한 에너지 소모는 보행 속도 및 보행 지구력에 중요한 영향을 미치며 자세 안정성을 변화시켜 장애물 극복에 큰 어려움을 초래하게 된다(Fowler 등, 2007).

독립적인 보행은 뇌성마비 아동의 다양한 활동과 참여, 자기관리에 중요하며 보호자와 환경에 의존도를 감소시킬 수 있는 중요한 요소이다(Fernandes, 2006; Palisano 등, 2003). 뇌성마비 아동에 대한 보행 능력의 감소는 신체 활동을 제한시킬 수 있으며, 이는 실내 보행보다 실외 보행에서 더욱 현저하게 나타난다(Palisano 등, 2009). 보행능력이 부족한 뇌성마비 아동은 친구나 가족이외의 사람들과 신체적, 사회적 활동에 한계를 보인다. 뇌성마비 아동의 보행능력과 사회적 참여는 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되고 있다(Trefler 등, 2004). 이동 능력은 인간으로서 일상생활에서 실질적인 목적을 달성하기위한 활동과 참여에 필수적인 것으로 삶의 질을 높이고, 사회적인 상호작용을 증진시키는데 중요하게 고려된다(Salminen 등, 2009). 또한 독립적인 보행 능력은 심리적인 발달이나 인지 능력의 향상과도 관계될 수 있다(Tefft 등, 1999).

성장함에 따라 실내에서 실외로 점차 보행 활동범위가 증가하게 되지만, 뇌성마비 아동은 여러 가지 원인으로 인하여 실외 보행이 제한적이다(Palisano 등, 2009). 실외 보행, 나아가 지역사회 보행을 위한 필수 조건 중 하나는 불규칙한 지면이나 경사로, 굽어진 길, 계단과 같은 장애물을 통과하는 이동 능력이다(Shumway-cook 등, 2002). 일반적으로, 가정과 지역사회에서 다양한 높이와 너비의 장애물을 경험하게 되므

로, 장애물 통과는 성공적인 지역사회 보행을 위한 중요한 과제 중 하나이다(Said 등, 2001). 보행 유각기 동안 발이 장애물에 걸리게 되면 보행 단계를 적절히 이행하지 못하거나 움직임이 멈춰지면서 넘어질 수 있으므로 보행 훈련 시 상해의 위험성을 최소화시키기 위하여 보행 안전성을 최우선적으로 고려하여야 한다.

장애아동의 독립보행 능력은 진단명, 장애 및 기능수준, 기능적인 능력, 혹은 나이에 따라 다르게 나타날 수 있다(Williams 등, 2005). 뇌성마비의 경우 안정성 유지 및 균형 조절 능력이 보행 능력에 영향을 미치는 중요한 요인으로 고려되고 있으며(Woollacott와 Shumway-Cook, 2005), 이는 뇌성마비 유형에 따라 다르게 나타날 수 있다(van der Heide와 Hadders-Algra, 2005). 특히 강직성 뇌성마비 아동은 보행 안정성을 유지하기 어려운 경우가 많아 장애물을 통과하는 능력이 저하될 수 있으므로 보행 시 안전성에 더욱 주의하여야 한다(Law와 Webb, 2005). 또한 보행 시 사용되는 보조기 및 보행 보조 도구들은 역학적인 측면에서의 지지를 통해 뇌성마비 아동들의 독립보행 능력에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Said 등, 2005; White 등, 2002).

현재까지 뇌성마비 아동의 보행 증진을 목적으로 다양한 중재방법들이 시행되고 있으며, 중재 후 향상된 보행 능력을 평가하기위하여 시각적 관찰, 기능적인 수준의 측정, 시공간 평가(속도, 보행 폭, 걸음 수) 및 보행분석 등이 사용되었다(Paul 등, 2007). 많은 연구에서 이와 같은 방법을 사용하여 뇌성마비 아동의 보행 능력을 평가하였지만, 대부분의 평가는 소음이나 다양한 물리적 장애물과 같은 지역사회 상황을 반영한 것이 아니라 환경적으로 통제되고 임상적으로 조정된 상태에서 이루어졌다(Berger, 1998; Forssberg, 1992; Leonard 등, 1990). 그러나 뇌성마비 아동들이 보행 시 에너지 효율성이 떨어지고 장애물 통과능력이 부족하여 안전한 이동에 제약이 따르므로(Chou 등, 1997), 이러한 상태에서의 평가를 통해 아동들의 보행능력을 명백히 설명하기는 어려울 것이다. 뇌성마비 아동의 보행은 일상생활에서 환경적 요소와 지역사회 내에서의 상호작용의 결과로 이루어지므로 다양한 상황에서의 보행 수행능력을 평가되어야 한다. 이러한 평가를 통해 뇌성마비 아동의 지역사회 보행능력을 예측할 수 있고 전반적인 치료계획을 설정함에 있어서 도움이 될 수 있음에도 불구하고, 국내외의 연구에서 뇌성마비 아동에게 환경적인 요소인 장애물 통과 능력을 평

가한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 독립적으로 이동이 가능한 뇌성마비 아동이 가정과 지역사회에서 발견될 수 있는 장애물을 통과하는 능력을 조사하고 장애물 통과에 영향을 미치는 요인을 알아 보기 위하여 시행되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

이 연구는 강직성 뇌성마비 아동 20명을 대상으로 하였다. 연구를 위한 대상자 선정 조건은 보조도구 없이 또는 보행 보조도구를 사용하여 독립적으로 최소한 10 m를 독립적으로 걸을 수 있는 능력이 있는 아동, 평가를 위한 구두지시에 따를 수 있는 아동, 10 m 거리에 설치된 장애물을 구별할 수 있는 아동, 보호자 또는 본인이 연구에 참여하는 것을 동의하는 아동을 대상으로 하였다. 선택적 후방 신경근 절단술(selective posterior rhizotomy)을 시행했거나, 최소 6개월 이내 보톡스(botulinum toxin)등의 주사를 맞은 아동, 보행에 영향을 줄 수 있는 다른 정형 외과적 신경학적 또는 의학적 요인이 있는 아동, 심각한 주의력 결핍 아동은 제외하였다. 대상자의 일반적 특징은 다음과 같다(표 1).

2. 연구절차

실험 전 나이, 성별, 신장 및 체중, 보행도구 사용 유무, 안경 및 단하지 보조기 착용 유무, 뇌성마비 유형, 기능 수준과 같은 뇌성마비 아동들의 임상적인 특성을 조사하였다. 대상자들의 나이는 대운동기능분류(Gross Motor Functional Classification System)에 아

동의 나이에 따라 기능수준을 분류한 항목을 참고하여 11세 이하와 12세 이상으로 구분하여 제시하였다. 강직성 뇌성마비 아동의 마비유형은 편마비와 양하지마비 아동으로 분류하였으며, 보행 시 보행기(walker)가 필요한 아동에게는 측정동안 보행기를 사용하도록 허용하였다. 모두 후방보행기를 이용하였으며, 아동의 장골능선에 높이를 조정하여 제공하였다(대한소아재활의학회, 2006). 안경을 착용한 모든 대상자들은 난시 및 시력보정을 목적으로 안과 진료를 통해 처방받은 것이었다. 대상자의 신체질량지수(body mass index; BMI)는 신체측정계¹⁾를 이용하여 대상자들의 신장과 체중을 측정 후 계산되었다. 일반적으로 BMI가 18.5이하인 경우 저체중으로, 18.5~24.9인 경우 정상으로, 25이상인 경우 과체중으로 분류된다(정통령 등, 2001). 단하지 보조기(ankle foot orthoses)를 보행 시 착용하는 아동은 모두 플라스틱 재질의 부목(splint)형태로서 발목 관절의 움직임을 허용하지 않는 것으로 하였다. 아동들의 보행 평가는 기능적 보행 평가(Functional Assessment Questionnaire; FAQ)를 사용하여 시행되었다. FAQ는 가정, 학교, 지역사회에서 보행 수준을 나타낸 것으로 1~10점으로 나뉘며 점수가 높을수록 아동의 기능적 보행 수준이 높은 것이다. FAQ에서 6점 이상은 실외 이동이 가능함을 의미한다. FAQ의 신뢰도는 .94(95%신뢰구간 .898~.966)이다(Günel 등, 2010).

본 연구의 평가를 위하여 가정이나 지역사회에서 빈번히 경험하게 되는 장애물 조건을 구현하기 위하여 3가지 높이(1 cm, 4 cm, 8 cm)의 나무 장애물(.5 cm 폭×40 cm 길이)을 제작하였다(Amatachaya, 2010). 모든 장애물은 치료실 바닥과 구별되는 색깔로 구성되었다. 이 세 가지 장애물을 각각 수직과

표 1. 대상자의 일반적인 특징

(N=20)

변수	결과
나이(세)	8.6±2.4 ^a
키(cm)	119.3±15.2
몸무게(kg)	22.7±8.8
성별(남/여)	6(30) ^b /14(70)
마비유형(편/양하지마비)	8(40)/12(60)
보행보조도구(유/무)	4(20)/16(80)
단하지 보조기(유/무)	6(30)/14(70)

^a평균±표준편차, ^b명(%).

1) GL-150(VA 0110240), G-TECH International, Uijeongbu, Korea.

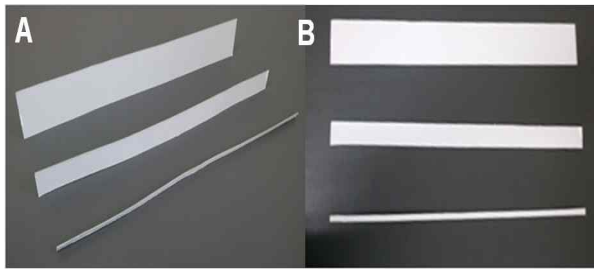


그림 1. 이 연구에서 사용된 1 cm, 4 cm, 8 cm 장애물. A: 수직 장애물, B: 수평장애물.

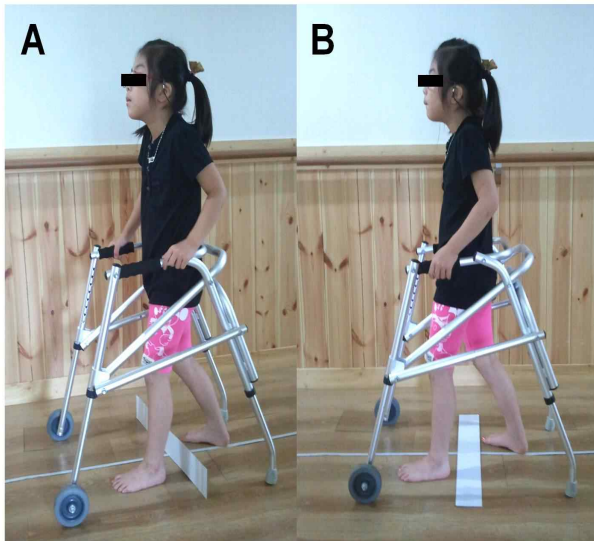


그림 2. 장애물 통과. A: 8 cm 수직 장애물 통과, B: 8 cm 수평 장애물 통과.

수평으로 위치시킨 상태에서 대상자들이 성공적으로 통과하는지를 평가하였다(그림 1). 수직 장애물은 각각의 장애물을 바닥에 세로로 세워 위치시켰고, 수평 장애물은 각각의 장애물을 바닥에 가로로 놓혀 제시하였다. 장애물을 넘을 동안 발이 걸려 넘어지는 것을 예방하기 위하여 치료사가 옆에서 함께 걸었다. 실제생활에 가까운 상태에서의 평가를 위하여 신발을 신고, 단하지 보조기나 안경, 보청기 등을 모두 사용하도록 하였다. 평가 시 각 장애물은 10 m 걷는 구간 중 5 m 지점에 놓여 졌으며, 모든 참가자는 3가지 높이의 장애물(1 cm, 4 cm, 8 cm)과 3가지 너비의 장애물(1 cm, 4 cm, 8 cm) 총 6가지 장애물 조건을 각각 통과하도록 하였다. 피로의 영향을 피하기 위해 각각의 시도 간에 5초간 휴식 시간

을 가졌으며 학습의 영향을 최소화하기 위해 장애물 제시 순서는 무작위로 하였다. 장애물을 건너는 능력은 '성공' 또는 '실패'로 기록하였다. 성공은 아동이 발이나 단하지 보조기 또는 보행 보조도구가 장애물에 닿지 않고 통과한 것으로 정의하였고 실패는 장애물에 발이나 단하지 보조기 또는 보행보조도구가 닿아 장애물이 움직이거나 넘어간 것, 장애물 앞에서 멈춰 선 것으로 정의하였다.

3. 통계학적 분석

통계 분석은 SPSS ver. 12.0 프로그램을 이용하였다. 대상자의 특성에 따른 수직·수평 장애물 통과 실패율은 백분율로 제시하였다. 보행 중 수직·수평 장애물의 통과 실패율에 영향을 미치는 요인들을 설명하기 위하여 선형회귀분석(linear regression analysis)을 사용하였으며 각각의 장애물 통과 실패율에 대한 유의한 예측 인자를 알아보기 위해 입력방식(enter solution)을 이용하였다. 수평 장애물 실패율을 종속변수를 하는 것과 수평 장애물 실패율을 종속변수로 하는 두 가지 회귀모델이 설정되었다. 또한 각 조건(1 cm, 4 cm, 8 cm)의 수직 장애물과 수평 장애물 사이의 통과 실패율은 짝비교 t-검정을 통해 비교되었다. 통계학적인 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 결과

본 연구에 참여한 뇌성마비 아동 20명의 대상자 중에서 5명(25%)이 전체 장애물 통과에 성공하였으며, 15명(75%)의 대상자는 최소한 1개 이상의 장애물에서 실패하였다. 실패한 15명의 대상자 중에서 6명은 1개에서 2개의 장애물을 통과하지 못했으며, 6명은 3개에서 5개의 장애물에서 실패하였고 3명은 모든 장애물에서 실패하였다(표 2). 성별, 마비유형, 안경 착용, 단하지 보조기 착용이 수직 장애물 통과 실패율에 영향을 미치는 요인으로 나타났으며(표 3)($p < .05$), 수평 장애물 통과 실패율에 영향을 미치는 요인은 아동의 마비 유형인 것으로 나타났(표 4)($p < .05$). 각 조건의 수직 장애물과 수평 장애물 사이의 통과 실패율 간의 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(1cm 조건: $t=1.00$, $p=.33$, 4 cm 조건: $t=1.83$, $p=.08$, 8 cm 조건: $t=-1.71$, $p=.10$).

표 2. 수직·수평 장애물 통과 실패율(%)

(N=20)

분류	합계(명)	수직 장애물				수평 장애물			
		1 cm	4 cm	8 cm	합계	1 cm	4 cm	8 cm	합계
나이									
11세 이하	15	33	40	53	42	27	27	73	42
12세 이상	5	40	40	40	40	20	20	60	33
성별									
남	6	50	33	50	44	33	33	83	50
여	14	29	43	50	40	21	21	64	36
보행도구 사용									
유	4	100	100	100	100	75	100	100	92
무	16	19	25	38	27	13	6	63	27
안경 착용									
유	8	0	25	38	21	0	13	38	17
무	12	58	50	58	56	42	33	92	56
마비유형									
편마비	8	13	13	13	13	13	0	38	17
양하지마비	12	5	58	75	61	33	42	92	56
BMI ^a									
저	16	25	25	38	29	19	6	69	31
정상	3	100	100	100	100	67	100	100	89
과	1	0	100	100	67	0	100	0	33
단하지 보조기 착용									
유	6	67	83	83	78	67	83	83	78
무	14	21	21	36	26	7	0	64	24
FAQ ^b									
5점 이하	4	100	100	100	100	75	100	100	92
6점 이상	16	19	25	38	27	13	6	63	27

^a신체질량지수(body mass index), ^b기능적 보행척도(Functional Assessment Questionnaire).

표 3. 수직 장애물 통과 실패율에 영향을 미치는 요인(R²=.899)

(N=20)

구분	B	SE ^a	Beta ^b	95%CI ^c	t	p
나이	-.11	.18	-.20	-.51 ~ .29	-.62	.55
성별	1.59	.43	.58	.63 ~ 2.56	3.73	.00
마비유형	1.29	.40	.50	.38 ~ 2.21	3.19	.01
보행도구 사용	-2.14	1.67	-.68	-5.91 ~ 1.62	-1.29	.23
안경 착용	1.81	.50	.70	.67 ~ 2.95	3.60	.01
단하지 보조기 착용	1.71	.52	.65	.52 ~ 2.90	3.26	.01
FAQ ^d	-.25	.29	-.54	-.91 ~ .41	-.85	.42
BMI ^e	-.16	.31	-.37	-.86 ~ .55	-.50	.63

^a표준오차(standard error), ^b표준화된 회귀계수, ^cB에 대한 95%신뢰구간(confidence interval),

^d기능적 보행척도(Functional Assessment Questionnaire), ^e신체질량지수(body mass index).

표 4. 수평 장애물 통과 실패율에 영향을 미치는 요인(R²=.934)

(N=20)

구분	B	SE ^a	Beta ^b	95%CI ^c	t	p
나이	.13	.11	.31	-.12~.38	1.17	.27
성별	.57	.26	.27	-.02~1.17	2.17	.06
마비유형	.75	.25	.38	.19~1.32	3.01	.01
보행도구 사용	-.40	1.03	-.17	-2.74~1.93	-.39	.70
안경 착용	.61	.31	.31	-.09~1.32	1.96	.08
단하지 보조기 착용	-.71	.33	-.35	-1.44~.03	-2.18	.06
FAQ ^d	.05	.18	.15	-.36~.46	.28	.78
BMI ^e	-.16	.19	-.51	-.60~.27	-.84	.42

^a표준오차(standard error), ^b표준화된 회귀계수, ^cB에 대한 95%신뢰구간(confidence interval),

^d기능적 보행척도(Functional Assessment Questionnaire), ^e신체질량지수(body mass index).

IV. 고찰

뇌성마비 아동들의 장애물 통과와 관련된 선행 연구들은 임상적인 측면에서의 영향 요인을 분석하기보다는 장애물의 높이에 따른 운동 전략(Petrarca 등, 2006)과 보행 적응의 측면에서 일반 아동들과의 차이점(Law와 Webb, 2005)을 분석하기 위하여 시도되었다. 이에 본 연구는 독립적으로 보행이 가능한 뇌성마비 아동이 가정과 지역사회에서 발견될 수 있는 장애물의 통과에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 시행되었다. 참여한 뇌성마비 아동 중 75%의 아동이 최소한 1개 이상의 장애물을 실패하였으며, 성별, 마비 형태, 안경 착용 유무, 단하지 보조기 착용 유무 등의 요인이 수직·수평 장애물 통과에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 보행 중 각 1 cm, 4 cm, 8 cm의 수직 장애물과 수평 장애물 통과 실패율을 측정하였다. 실내·외 보행에서 경험 할 수 있는 모든 장애물을 반영하지는 못하지만, 일반적으로 가정과 지역사회 안에서 1 cm이상 8 cm이하의 수직·수평 장애물은 많이 보여 진다(Said 등, 2001). 이러한 장애물들을 효율적으로 통과하기 위해서는 적합한 하지의 굴곡 전략과 증가된 발 들림(foot clearance)과 보행 폭이 요구되고(Said 등, 2005), 지면으로부터 발을 들어 올릴 때 충분히 지탱하며 균형을 잡을 수 있어야 한다(Chou 등, 2001). 지역사회 활동을 하는데 있어서 성별의 차이는 실제 중요한 영향을 미치지 않은 것으로 보고되고 있다(Palisano 등, 2009). 그러나 본 연구에서 수직 장애물 통과 능력은 여자 아동들에서 더 좋은 것으로 나타났다. 보행 동안 장애물을 접하게 될 경우 뇌성마비 아동들은 안전하게 장애물을 통과하기 위하여 보행 속도를 감소시키고 보폭 및 보장과

같은 보행특성을 부분적으로 변화시켜 안정성을 확보하려는 노력을 한다(Law와 Webb, 2005). 그러나 남자 아동들의 경우 활동성이 높고 움직임을 빠르게 처리하려는 경향을 보이는데(Lawman 등, 2011), 이러한 남자 아동들의 움직임 특성은 보행 장애물을 통과하기 위하여 필요한 신체 안정성을 저해시켜 장애물 통과 실패율을 높게 만드는 요인이 될 수 있을 것이다. 또한 아동기에는 특정 물체를 두 눈을 사용하여 시각적으로 인식하는 능력이 남자 아동에 비해 여자 아동에게서 더 높게 나타나므로(안승철, 2009), 이러한 성별에 따른 신체 발달상의 차이가 수직 장애물을 통과하는 능력에 영향을 미칠 수도 있을 것이다. 뇌성마비는 운동 기능 장애 뿐만 아니라 여러 동반 장애를 가지고 있는데 그 중 시각 장애는 뇌성마비 아동의 40%에서 나타나며, 7%에서는 심한 시력 손상을 보이는 것으로 알려져 있다(대한소아재활의학회, 2006). 이처럼 많은 뇌성마비 아동이 시력 장애와 안구 운동 장애를 가지고 있지만 실제 경미하여 진단 받지 않고 이에 대한 적절한 관리를 시행하지 않는 경우가 종종 있다. 그 결과 안경을 착용하지 않는 아동들은 장애물과 주변 환경에 대한 시각적 구별이 안경으로 교정한 아동에 비해 부정확하여 더 많은 실패율을 보였을 것으로 생각되므로 시각적인 문제에 대한 정확한 관리가 장애물 극복을 위하여 필요한 요소일 것이다.

본 연구에서 수직 장애물의 통과 실패율은 단하지 보조기를 착용하지 않는 경우에 높게 나타났다. 단하지 보조기(ankle foot orthoses)를 착용하였을 때 보행 동안 뇌성마비 아동의 하지 정렬 상태가 향상되어 보행 속도와 보폭을 크게 증가시키는 것으로 알려져 있다(White 등, 2002). 특히, 강직성 뇌성마비 아동들에게 단하지 보조기는 보행에 대한 역학적인 지지를 높여 슬관절과 고관절

을 포함한 하지 전체의 운동학적 기능을 높이는데 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 또한 보행 입각기 시 발 전체를 지면에 접촉하게 함으로써 체중 지지에 대한 안정성을 향상시켜 보폭이 증가되며, 유각기 시 발목관절의 저축 굴곡을 예방하여 발이 지면에 끌리지 않게 되므로 (Hayek 등, 2007) 수직 장애물 통과 시 단하지 보조기를 사용하지 않는 아동보다 효율적이었던 것으로 보인다.

본 연구의 결과는 수직 장애물과 수평 장애물 통과에서 양하지 마비 아동은 편마비 아동보다 더 많은 실패율을 보이는 것으로 나타났다. 또한 양하지마비 아동은 수직·수평 장애물 통과 시 장애물의 높이 및 너비가 증가함에 따라 편마비 아동보다 더욱 두드러지게 실패율이 증가하였다. 많은 뇌성마비 아동들이 보행 능력이 부족한 이유는 움직임 동안 안정성을 유지 할 수 있는 균형 조절이 충분하지 않기 때문이며(Woollacott와 Shumway-Cook, 2005), 뇌성마비 아동이 비 장애 아동보다 다양한 환경에서 정적 균형 안정성과 동적 균형 조절이 부족하다고 보고하였다(Liao 등, 1997). 또한 뇌성마비 아동은 과제를 수행하는데 있어서 자세를 조절하는 근육의 수축 정도를 미세하게 조정하는 것이 어렵고, 이러한 기능 장애는 편마비 아동보다 양측 마비 아동에게서 더 두드러지게 나타난다(van der Heide와 Hadders-Algra, 2005). 대부분의 강직성 편마비 아동은 가정, 학교, 지역사회 모두에서 도움 없이 독립적으로 보행할 수 있었지만, 학교와 같은 지역사회에서 실조형, 강직성 양측마비 아동은 편마비아동보다 보행 수행이 제한적이었으며 보행도구도 더 많이 사용하는 것으로 보고되고 있다(Rodby-Bousquet와 Hägglund, 2010). 편마비 아동들은 강직으로 인하여 보행 시 유각기 동안 무릎 굴곡이 제한되고 발목 관절의 조절 능력이 부족하여 지면에 끌리지 않고 발을 들어 올리는 것에 어려움이 느낀다. 그러나 이러한 문제는 건축 다리의 보상작용을 통하여 어느 정도 해결될 수 있지만, 양하지 마비 아동은 양 하지 관절들의 조절이 모두 불충분하기 때문에 이를 몸통 혹은 골반의 움직임을 이용하여 보상하려는 경향을 보이므로 이에 따라 보행 안정성은 감소하게 된다(Gage 등, 1995). 이러한 경향은 편마비 아동보다 양하지 마비 아동이 실패율이 높았던 요인으로 설명될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 보행도구 사용과 FAQ는 수직·수평 장애물 통과 실패율에 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 척추손상환자들을 대상으로 한 선행 연구에서는 보행도구의 사용이 장애물 통과에 영향을 미치는 요인으로 보고되었다(Amatachaya 등, 2010). 불완전 척추

손상환자들처럼, 사지 혹은 하지에서 양측성 마비 형태를 보이는 경우 보행 시 하지 관절들에 대한 움직임 조절이 적절히 이루어지지 못하므로 안정성을 확보하기 위하여 몸통과 골반의 움직임을 많이 이용하게 된다(Gage 등, 1995). 신체적인 불안전성은 보행도구를 안전하게 사용하는 능력에도 영향을 미칠 것이다. 그러나 본 연구의 대상자에 비교적 좋은 보행능력을 가지는 편마비 아동이 양하지마비 아동과 함께 포함되어 있었으므로 상대적으로 보행보조 도구에 의한 영향이 감소되었을 것으로 판단된다. 또한 장애물 통과 실패율과 관련된 FAQ의 결과는 직접적인 보행 능력보다는 일상적인 활동과 관련된 보행 수행을 평가하는 FAQ의 특성과 관련이 있을 것으로 생각된다.

뇌성마비 아동들은 보행하는 동안 장애물 통과 시 보행 에너지 효율성보다는 안전성을 우선적으로 고려하는 경향을 보인다(Chou 등, 1997). 즉, 보행 장애물을 보다 안전하게 통과하기 위하여 보행속도를 감소시키고 보폭(step width)과 보장(step length)을 증가시킨다. 이러한 특성은 장애물 통과에 적합한 발 들림을 만들려는 의도로 여겨질 수 있으며, 이는 수직 장애물 혹은 수평 장애물과 같은 보행 장애물의 형태에 따라 달라지지 않는다(Law와 Webb, 2005). 본 연구에서 수직 장애물과 수평 장애물 조건 사이의 통과 실패율에 유의한 차이가 나타나지 않았던 것은 보행 장애물에 대한 뇌성마비 아동들의 움직임 특성이 다르지 않기 때문으로 이해될 수 있을 것이다.

독립 보행 가능한 척추손상환자를 대상으로 한 장애물 통과에 관한 연구에서는 마비 유형, 보행도구의 사용 등이 장애물 통과에 영향을 주는 것으로 보고하고 있으며, 실제 보행 중 장애물 통과 실패율이 44% 이상인 것으로 나타났다(Amatachaya, 2010). 그러나 본 연구에서는 뇌성마비 아동 중 75%가 모든 장애물을 성공적으로 통과하는데 실패하였다. 이러한 결과는 뇌성마비 아동에게 독립적으로 보행하는 능력이 있을 지라도 환경에 따라 움직임을 수정하여 성공적으로 장애물 통과하는 것에 어려움이 있는 것으로 해석될 수 있다. 임상적으로 이러한 차이는 아동들이 실내에서 독립적으로 보행 할 수 있다고 하더라도 실외 보행에 있어서는 보조가 필요하거나 안전성을 위하여 휠체어를 사용하도록 하는 주요 요인이 될 것이다(Rodby-Bousquet와 Hägglund, 2010).

지역사회의 참여나 보행 수행과 장애물 통과 실패

을 사이의 상관관계는 아직까지 명확히 밝혀지지 않았지만, 본 연구의 결과는 치료프로그램을 계획하는데 있어서 중요한 고려사항으로 여겨질 수 있을 것이다. 독립 보행이 가능하더라도 일상생활에서 환경에 따라 움직임 조정이 원활히 이루어지기 어려울 수 있으므로(Holsbeeke 등, 2009), 치료프로그램은 보행 조절 능력을 향상시키고, 일상생활에서 안전한 이동 능력을 증진시키며, 사회적 참여를 향상시키는 방향으로 고안되어야 할 것이다. 물리치료사는 가정과 지역사회에서 경험할 수 있는 장애물을 포함하는 움직임 과제들을 뇌성마비 아동에게 반복적으로 훈련시킴으로써, 일상적인 활동 동안 효율적으로 장애물을 극복할 수 있도록 도울 수 있다(Dodd 등, 2003). 이러한 훈련은 뇌성마비 아동의 움직임을 환경과 과제에 따라 수정될 수 있으며 손상 위험성을 최소화하는데 크게 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 결과를 해석하는데 있어서 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 적은 수의 참가자를 대상으로 연구되었기 때문에 연구결과를 일반화시키기에 다소 부족하며, 평가 시 대상자들의 다양한 보행 특성을 고려하지 않았기 때문에 뇌성마비 아동들의 신체 특성을 설명하기는 어려울 수 있다. 또한 본 연구에서 강직성 뇌성마비 이외에 무정위형이나 실조형 뇌성마비 아동에 대한 평가를 행하지 않았기 때문에 모든 유형의 뇌성마비 아동의 장애물 통과 실패율과 관련된 요인으로 고려하기는 어려울 것이다. 본 연구의 대상자들은 장애물의 수직적, 수평적 특성을 식별할 수 있는 아동들이었다. 그러나 본 연구에서는 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 시지각능력 혹은 공간지각능력을 고려하지 않았다. 이는 연구 결과를 일반화시키는데 있어서 또 다른 제한점일 수 있다. 본 연구에서 시행된 장애물 통과 능력은 지역사회 상황이 아닌 인위적으로 조정된 치료실 내 상황에서 평가되었다. 그러나 지역사회 상황에서 소음 혹은 물리적인 장애물과 같은 다양한 환경적인 특성들이 발생할 수 있으므로 본 연구의 결과가 실제 지역사회 상황을 직접적으로 반영한다고 말하기는 어려울 것이다. 따라서 향후 연구에서는 많은 수의 대상자와 다양한 뇌성마비 유형의 특징이 반영된 연구들이 지속적으로 시행되어야 할 것이며, 다양한 상황에서 뇌성마비 아동들의 개인적인 특성을 반영하고 정량적인 시공간 보행 능력을 평가하는 연구들이 이어져야 할 것이다.

V. 결론

보행 능력은 일상적인 활동과 사회적인 참여를 위하여 필수적으로 포함되어야 할 요소이다(Salminen 등, 2009). 그러므로 뇌성마비 아동들이 지역사회에서 보행하는 동안 경험하게 되는 다양한 환경적인 제한물들을 보다 수월히 극복하는 것은 삶의 질을 높이고 사회적인 상호작용을 증진시키는데 매우 중요하게 고려되어야 한다. 본 연구에 참여한 독립 보행 가능한 뇌성마비 아동의 75%가 보행 중 장애물을 통과하는데 있어서 최소한 1개 이상의 장애물에서 실패하였다. 지역사회 보행에 있어서 장애물 통과 능력이 의미하는 임상적인 중요성에 비추어 보았을 때, 본 연구의 결과는 독립 보행이 가능한 많은 뇌성마비 아동들이 다양한 환경적인 요구에 따라 몸통 및 하지 움직임을 수정하며 이동하는 것이 여전히 제한적일 수 있다는 것을 의미한다. 또한 본 연구에서 장애물 통과는 뇌성마비 아동들의 마비유형과 같은 몇몇 임상적인 특성에 따라 더 크게 영향을 받을 수 있는 것으로 나타났다. 뇌성마비 아동에게 장애물 극복능력을 향상시켜 가정에서 지역사회로 보행 범위를 확대시키는 것은 지역사회 접근성 증진과 사회적 참여를 위해 중요한 과제이므로, 향후 보행 증진을 위한 치료프로그램 계획 시에 정형화된 보행 훈련만을 시행하기 보다는 실내 및 실외의 다양한 환경적 요소를 고려한 보행 훈련이 필요할 것으로 여겨진다.

인용문헌

- 대한소아재활의학회, 소아재활의학. 서울, 군자출판사, 2006.
- 안승철, 우리 아이 머리에선 무슨 일이 일어나고 있을까? 서울, 공리출판사, 2009.
- 윤범철, 김순자, 김종만 등. 신경계 질환별 물리치료. 서울, 현문사, 2003.
- 정통령, 황승욱, 이정운 등. 체질량지수와 이상체중을 이용한 비만도 판정기준간의 일치도 비교: 서울지역 일개 건강증진센터 수신자를 대상으로. 가정의학학회지. 2001;22(12):1765-1771
- Amatachaya S, Thaweewannakij T, Adirek-udomrat J, et al. Factors related to obstacle crossing in independent ambulatory patients with spinal cord

- injury. *J Spinal Cord Med.* 2010;33(2):144-149.
- Berger W. Characteristics of locomotor control in children with cerebral palsy. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22:579-582.
- Chou LS, Draganich LF, Song SM. Minimum energy trajectories of the swing ankle when stepping over obstacles of different heights. *J Biomech.* 1997;30:115-120.
- Chou LS, Kaufman KR, Brey RH, et al. Motion of the whole body's center of mass when stepping over obstacles of different heights. *Gait Posture.* 2001;13(1):17-26.
- Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2003;45:652-657.
- Fernandes T. Independent mobility for children with disabilities. *Int J Ther Rehabil.* 2006;13(7):329-333.
- Forssberg H. A neural control model for human locomotion development: Implications for therapy. *Med Sport Sci.* 1992;36:174-181.
- Fowler EG, Kolobe TH, Damiano DL, et al. Promotion of physical fitness and prevention of secondary conditions for children with cerebral palsy: Section on pediatrics research summit proceedings. *Phys Ther.* 2007;87(11):1495-1510.
- Gage JR, Deluca PA, Renshaw TS. Gait analysis: Principles and applications. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(10):1607-1623.
- Günel MK, Tarsuslu T, Mutlu A, et al. Investigation of interobserver reliability of the Gillette functional assessment questionnaire in children with spastic diparetic cerebral palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(1):63-69.
- Hayek S, Hemo Y, Chamis S, et al. The effect of community-prescribed ankle-foot orthoses on gait parameters in children with spastic cerebral palsy. *J Child Orthop.* 2007;1(6):325-332.
- Holsbeeke L, Ketelaar M, Schoemaker MM, et al. Capacity, capability, and performance: Different constructs or three of a kind? *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(5):849-855.
- Johnson A. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(9):633-640.
- Law LS, Webb CY. Gait adaptation of children with cerebral palsy compared with control children when stepping over an obstacle. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(5):321-328.
- Lawman HG, Wilson DK, Van Horn ML, et al. The relationship between psychosocial correlates and physical activity in underserved adolescent boys and girls in the ACT trial. *J Phys Act Health.* 2011;8(2):253-261.
- Leonard C, Moritani T, Hirschfeld H, et al. Deficits in reciprocal inhibitions of children with cerebral palsy as revealed by H reflex testing. *Dev Med Child Neurol.* 1990;32:974-984.
- Liao HF, Jeng SF, Lai JS, et al. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39(2):106-112.
- Palisano RJ, Tieman BL, Walter SD, et al. Effect of environmental setting on mobility methods of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45(2):113-120.
- Palisano RJ, Kang LJ, Chiarello LA, et al. Social and community participation of children and youth with cerebral palsy is associated with age and gross motor function classification. *Phys Ther.* 2009;89(12):1304-1314.
- Paul SM, Siegel KL, Malley J, et al. Evaluating interventions to improve gait in cerebral palsy: A meta-analysis of spatiotemporal measures. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(7):542-549.
- Petrarca M, Di Rosa G, Cappa P, et al. Stepping over obstacles of different heights: Kinematic and kinetic strategies of leading limb in hemiplegic children. *Gait Posture.* 2006;24(3):331-341.
- Rodby-Bousquet E, Hägglund G. Use of manual and powered wheelchair in children with cerebral palsy: A cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2010;10:59.
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: The definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
- Said CM, Goldie PA, Patla AE, et al. Effect of stroke

- on step characteristics of obstacle crossing. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(12):1712-1719.
- Said CM, Goldie PA, Culham E, et al. Control of lead and trail limbs during obstacle crossing following stroke. Phys Ther. 2005;85(5):413-427.
- 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.
- Shumway-Cook A, Patla AE, Stewart A, et al. Environmental demands associated with community mobility in older adults with and without mobility disabilities. Phys Ther. 2002;82(7):670-681.
- Tefft D, Guerette P, Furumasu J. Cognitive predictors of young children's readiness for powered mobility. Dev Med Child Neurol. 1999;41(10):665-670.
- Trefler E, Fitzgerald SG, Hobson DA, et al. Outcomes of wheelchair systems intervention with residents of long-term care facilities. Assist Technol. 2004;16(1):18-27.
- van der Heide JC, Hadders-Algra M. Postural muscle dyscoordination in children with cerebral palsy. Neural Plast. 2005;12(2-3):197-203.
- White H, Jenkins J, Neace WP, et al. Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in children with cerebral palsy: A retrospective study. Dev Med Child Neurol. 2002;44(4):227-232.
- Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, et al. Investigation of the timed 'up & go' test in children. Dev Med Child Neurol. 2005;47(8):518-524.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what new therapies might improve balance? Neural Plast. 2005;12(2-3):211-219.

논문접수일	2011년 5월 3일
-------	-------------

논문게재승인일	2011년 7월 27일
---------	--------------