

## 대퇴골 회전방지보조기를 착용한 트레드밀 보행훈련이 뇌성마비 아동의 하지배열 및 보행에 미치는 영향: 단일그룹 반복측정 연구

유현영 · 김선엽<sup>1†</sup> · 장현정

대전대학교 대학원 물리치료학과, <sup>1</sup>대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

### The Effects of Treadmill Gait Training with Flexible Derotator of Femur Orthosis on Postural Alignment of Lower Extremities and Gait in Children with Cerebral Palsy: Single Group Repeated Measure Design

Hyun-Young Yoo, PT, BS, Suhn-Yeop Kim, PT, PhD<sup>†</sup>, Hyun-Jung Jang, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Graduate School of Daejeon University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Nature Science, Daejeon University

Received: October 24, 2013 / Revised: November 17, 2013 / Accepted: November 26, 2013

© 2014 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** The purpose of this study was to investigate the effects of flexible derotator of femur orthosis (FDO) during treadmill gait training on the quadriceps-angle (Q-angle), lateral pelvic tilt, gait speed, and number of steps in children with cerebral palsy.

**METHODS:** Seven children with cerebral palsy who had rotational deformity of the lower extremities participated in this study. We used single group repeated measure design. The procedure consisted of baseline phase, intervention phase, and post-intervention phase. The baseline phase consisted of stretching and strengthening exercise and treadmill gait training without FDO. The treatment phase not only included the same procedures as those for baseline, but also included FDO during treadmill gait training. Postural alignment of the lower extremities was assessed with the Q-angle, and lateral pelvic tilt using the Dartfish software

program. A 10-m walk test was used to evaluate gait speed and number of steps.

**RESULTS:** For postural alignment, there was significant differences after the application of FDO ( $p<.05$ ). For gait ability, there was significant differences in all phases ( $p<.01$ ).

**CONCLUSION:** These finding suggest that the application of FDO during treadmill gait training had a positive effect on the improvement of postural alignment and gait ability in children with cerebral palsy having rotational deformity.

**Key Words:** Orthotic device, Posture, Gait, Cerebral palsy

#### I. 서론

뇌성마비는 다양한 원인들에 의해 발생하는 비진행성 뇌손상으로 운동 및 자세의 장애를 초래하는(Bax, 2004) 질병의 임상적 증상들을 통칭하는 증후군을 말한다(Blair와 Watson, 2006). 전 세계적으로 생존한 출생아

†Corresponding Author : kimsy@dju.kr

1,000명당 1.5~2.5명의 유병률을 보이며(Jacobsson과 Hagberg, 2004; Öztürk 등, 2007), 이들 중 67%가 심각한 운동 장애를 가지게 된다(Drougia 등, 2007). 처음의 신경학적인 병변은 시간이 지남에 따라 진행하거나 나빠지지 않지만 뇌손상으로 인한 신경근 불균형으로 운동 조절 능력에 장애를 가져오며(Cans 등, 2008), 이는 성장함에 따라 이차적인 근골격계 변형(Quinby와 Abraham, 2005)과 이로 인한 보행과 같은 삼차적인 새로운 장애를 발생시킨다(Marcucci 등, 2011).

특히 보행은 이동을 위해 가장 흔하게 수행되는 활동으로 적절한 치료를 통해 보행능력이 개선되지 않을 시엔 과도한 에너지 소모 및 불안정성, 장시간 이동의 어려움과 같은 일상생활에 있어 큰 불편을 가져오게 된다(Harvey와 Gorter, 2011; Chrysagis 등, 2012). 이에 뇌성마비 아동들의 보행능력을 증진시키고자 트레드밀 보행훈련, 균형훈련, 근육강화훈련 등의 치료법이 시행되고 있다(Linda, 1991; Scholtes 등, 2012). 이중 트레드밀을 이용한 보행훈련은 실제와 유사한 보행환경을 제공해 줄 수 있으며 보행능력 향상에 효과적이라고 보고되고 있다(Chrysagis 등, 2012). 이들 대부분의 연구는 트레드밀을 걷는 것 그 자체에 의미를 두고 있거나 체중지지 정도에 차이를 두어 보행훈련을 한 것들로 하나의 배열과 같은 구조적 변화를 수정한 접근법은 없었다. 뇌성마비 아동의 보행에 있어 하지 배열은 보행 장애의 원인이 된다(Stebbins 등, 2010). 뇌손상으로 인한 부적절한 신경근 조절은 근육에 비정상적인 긴장도를 가져와(Cans 등, 2008) 성장함에 따라 하지 고관절의 내전 및 내회전 또는 외회전과 같은 회전학적 변형과 함께 내반슬 및 반장슬 그리고 발목관절의 변형을 포함한 전체적인 부정열을 가져온다(Murray와 Robb, 2006). 이와 같은 근골격계의 변화는 힘의 지렛대를 바꾸면서 토크를 감소시켜 적절한 힘이 발생하지 못하도록 하여 근약화를 야기한다(Gage 등, 2001). 이러한 문제점들은 보행의 질을 떨어뜨리고 보상작용이 발생하며 에너지 소비를 크게 하여 보행에 있어 불리하게 작용한다(Harvey와 Gorter, 2011; Dallmeijer 등, 2011).

이에 뇌성마비 아동들의 근골격계 변형을 수정하기 위해 다양한 보조기 등이 사용된다. 보조기의 적용은

신체의 변형을 수정 및 예방하고 기능을 증진시켜 보행의 양과 질을 개선하는데 도움을 줄 수 있다. 그중 발목 보조기(ankle foot orthosis)는 발목관절의 구축 및 변형을 방지하고 보행능력 증진을 위해 적용되며 그 효과가 입증되었다(Neviani 등, 2012; Park 등, 2004). 대퇴골 변형방지를 위해서는 테라토그(theratog)와 같은 수영복 형태의 보조도구가 사용된다. 이는 뇌성마비 아동의 근골격계 변형을 해결하기 위해 외국에서 사용되고 있으나 우리나라에서는 고가이며 잘 알려져 있지 않다. 이에 착탈이 간편하며 합리적인 가격으로 많은 아동들이 사용할 수 있도록 Marcucci 등(2011)의 보조기를 수정, 고안하여 대퇴골 회전방지(flexibility derotator, FD) 보조기를 제작하였다. FDO는 고관절의 과도한 내회전 또는 외회전을 제한하여 대퇴부의 회전을 바로잡아 힘의 지렛대를 정상화하여 토크(torque)를 향상시키고 가위형 보행의 가능성을 줄이며 보행의 질을 개선하기 위해 설계되었다. 이러한 형태의 FDO 착용에 따른 효과를 연구한 국내의 연구는 찾아보기 어려웠다.

본 연구의 목적은 독립 보행이 가능한 뇌성마비 아동을 대상으로 대퇴골 회전 변형을 교정 및 예방하기 위해 고안된 FDO를 착용하고 실시한 트레드밀 보행훈련이 하지배열의 변화와 보행 속도 및 걸음수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려 실시되었다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

이 연구의 대상자는 충청남도 G시에 소재한 C 복지관을 이용하고 있는 뇌성마비 아동 중 연구의 조건에 맞는 7명을 대상으로 하였다. 모든 대상자의 보호자에게 이 연구의 목적과 내용에 대하여 충분히 설명하였고, 자발적 참여에 대한 동의를 얻은 후 시행되었다. 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같으며, 대상자 선정 조건은 다음과 같다. 뇌성마비 진단을 받은 6~11세 사이의 아동, 의사소통이 가능하고 인지 손상이 없는 아동, 실내나 바닥이 평평한 실외에서 이동 도구를 사용하지 않고 5m 이상 이동이 가능한 아동, 임상적으

Table 1. General characteristics of subjects

Subjects	Sex	Gestational age (weeks)	Diagnosis	Affected side	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	MAS
1	M	37	Spastic hemiplegia	Right	11	155.6	55	G1+
2	F	40	Spastic hemiplegia	Right	10	143.2	43	G1+
3	F	27	Spastic diplegia	Both	9	120.1	21	G2
4	F	27	Spastic diplegia	Both	9	120.9	21	G2
5	M	31	Spastic hemiplegia	Right	8	121.6	23	G1+
6	F	40	Spastic hemiplegia	Right	8	137.4	39	G1+
7	F	40	Spastic hemiplegia	Right	12	145.6	37	G1+

MAS: modified Ashworth scale

로 하지의 회전학적 문제를 보이며 수정판 에스워스 척도(Modified Ashworth scale, MAS) 4등급 미만의 아동으로 하였다. 그리고 최근 3개월 이내에 수술을 받은 아동, 하지의 골절이나 다른 신경학적 병변으로 인해 보행에 영향을 주는 아동, 통증으로 인해 보행에 영향을 주는 아동은 제외하였다.

## 2. 연구설계

본 연구는 뇌성마비 아동에게 대퇴골 회전방지보조기를 착용한 트레드밀 보행훈련의 효과를 확인하기 위하여 단일그룹 반복측정 연구설계(single group repeated measure design)를 사용하였다. 연구는 중재전(A)-중재(B)-중재후(A') 과정의 3주기로 나누어 총 12주간 진행하였다. 4주간의 중재전 과정은 FDO를 착용하지 않은 기간으로 일반적 물리치료와 트레드밀 보행훈련을 8회 적용하였다. 결과 측정은 2회 치료 적용 후 1회 측정하여 총 4번 실시하였다. 5주간의 중재 과정은 일반적 물리치료와 FDO를 착용한 트레드밀 보행훈련을 10회 적용하였다. 결과 측정은 기초선 과정과 동일하게 2회 치료 적용 후 1회 측정하여 총 5번 실시하였다. 3주간의 중재후 과정은 다시 기초선과 동일한 방법으로 일반적 물리치료와 FDO를 착용하지 않은 트레드밀 보행훈련을 6회 적용하였으며, 3번의 측정을 실시하였다. 각 회기는 45분씩의 치료로 주 2회 실시하였으며, 총 24회 치료와 12번의 측정을 실시하였다. 대근육 운동능력은 단 기간의 운동접근법으로 변화할 수 있는 폭이 적다는

선행연구의 제한점을 반영하여(김정연과 김시원, 2012) 주 2회 실시하는 중재를 한 회기로 간주하여 두 번 치료 후에 변화를 측정하였다. FDO는 중재 적용 시에만 착용하였으며 측정시에는 탈의하였다.

## 3. 연구 도구 및 측정 방법

### 1) FDO의 설계 및 제작

FDO는 2.00mm 두께에 네오프렌(Neoprene) 소재를 이용하여 복부 벨트와 두 개의 슬대퇴 밴드로 구성하여 제작하였다. 복부 벨트는 100mm 너비로 피부 접촉 외측면에 벨크로를 길게 부착하여 허리둘레 차이에 맞추어 적용이 가능하도록 하였다. 두 개의 슬대퇴 밴드는 50mm 너비로 대상자 각각의 신체 특성을 고려하여 무릎부터 대퇴부를 거쳐 둔부까지 감아올릴 수 있는 길이로 맞춤 제작하였다. 네오프렌은 매우 질기며 유연성을 유지할 수 있고 탄소가 섬유에 결합되어 신축성과 압축성을 고루 분배해 줄 수 있어(Choi 등, 2007) 신체 일부분을 압박 또는 고정하는 보조기 소재로 사용되고 있다. FDO는 네오프렌의 장점을 이용하여 하지의 회전학적 배열을 바로잡을 수 있도록 디자인하여 주문 제작하였다.

### 2) 하지 배열 상태

하지의 배열 상태를 평가하기 위해 Q각(Quadriceps angle)과 외측골반경사각(lateral pelvic tilt)을 측정하였다(Daneshmandi 등, 2011). FDO의 착용에 따른 Q각(도)과

외측골반경사각(도)을 측정하기 위해 반사마커를 부착하여 정지 영상을 촬영한 후 비디오 분석 소프트웨어인 다탈피쉬(Dartfish Connect Trial 6.0 version, DARTFISH, 스위스) 프로그램을 사용하였다. 반사마커는 양쪽 전상장골극과 슬개골, 경골조면의 중심에 부착하였다(Wilson과 Kitsell, 2002). 부착한 마커를 통해 Q각을 측정하였으며 외측골반경사는 양쪽 전상장골극에 부착한 마커를 연결하는 선과 지면과 평행한 선이 이루는 각도를 측정하였다(Wilson과 Kitsell, 2002; Cynn 등, 2006). 영상을 촬영하는 장비는 디지털카메라(ST77, Samsung Electronics Co., 한국)를 이용하였으며 모든 대상자에게 동일한 거리와 높이에서 정면을 촬영하였다. 측정을 위해 이용한 다탈피쉬 소프트웨어 프로그램은 정지 화면 및 움직임 영상의 내측각 및 외측각, 거리를 측정할 수 있는 프로그램으로 영상 평가의 신뢰도를 향상시키는데 효과적인 도구이다( $k=.809$ )(Borel 등, 2011).

### 3) 보행 능력 평가

본 연구에서 대상자의 보행 능력을 평가하기 위해 보행속도와 걸음수를 이용하였다. 보행속도는 10미터 걷기 검사(10-meter walk test, 10MWT)를 실시하였다. 10MWT는 바닥에 표기한 총 길이 14m의 직선거리를 가능한 빠른 속도로 걷게 하고 가속과 감속 기간을 고려하여 처음 2m와 마지막 2m를 제외한 중간 10m거리를 걷는데 걸린 소요 시간(초)을 측정하였고, 이 시간동안에 걸음수(회수)를 측정하였다. 10MWT 측정은 전자초시계(digital stop watch)를 이용하였다. 10MWT는 검사자간 신뢰도가 .90으로 높은 신뢰도를 보이고 있다(Mehrholz 등, 2007).

## 4. 연구절차

### 1) 중재전 과정

중재전(A) 과정 동안에는 복지관에서 기본적으로 시행되는 일반적 물리치료와 FDO를 착용하지 않고 트레드밀을 이용한 보행훈련을 실시하였다. 일반적 물리치료의 내용은 상하지 근육의 신장운동과 상하지에 근력강화운동으로 구성되어 있으며, 30분간 시행하였다.

트레드밀을 이용한 보행훈련은 0.5~2km/h 사이의 속도에서 대상자들이 가장 편안하게 느끼는 속도를 정하여 15분간 실시하였다. 치료 시간은 총 45분씩, 8회 실시하였으며, 2회 치료를 한 회기로 하여 4회기의 기초선 측정을 실시하였다.

### 2) 중재 과정

중재(B) 과정 동안은 일반적 물리치료 30분, FDO를 착용한 트레드밀 보행훈련 15분을 실시하였다. 일반적 물리치료는 기초선 과정과 동일하게 적용하였다. 트레드밀 보행훈련 시 착용한 FDO는 고관절의 과도한 회전을 방지하기 위한 목적으로 적용하였으며, 착용은 복부 벨트 상면이 장골능에 위치하도록 하여 골반부를 감싸 부착하였다. 두 개의 슬대퇴 밴드는 무릎 아래에서 시작하여 밴드에 신장을 가하면서 대퇴부에 나선(spiral)으로 착용시켰다. 하지가 시상면에 유지될 수 있도록 하기 위해 고관절의 내회전이 존재한다면 외회전을 유도하고, 반대로 외회전된 상태라면 내회전되는 방향으로 착용시켰다(Fig 1). FDO는 모든 대상자들에게 양측이 대칭이 되도록 착용시켰다. 이는 한 쪽만 착용하였을 때 발생할 수 있는 골반의 동측 회전에 의한 보상작용을 막고 대퇴밴드에 의해 발생한 힘의 벡터(vector)로 인해 의도하지 않은 자세의 부정렬 방지하기 위한 것이다(Gaston 등, 2011; Marcucci 등, 2011). 제작한 FDO는 정확한 착용을 위해 경력 6년차 이상의 물리치료사에 의해 장착되었다. 중재 과정 동안의 치료 시간은 기초선 과정과 동일하게 총 45분씩 10회 실시하였다. 2회 치료를 1회기로 하여 모든 대상자들에게 5회기의 중재 측정을 실시하였다.

### 3) 중재후 과정

중재 과정 후 FDO를 착용한 보행훈련의 효과가 지속적으로 유지되는지 알아보기 위하여 사후(A') 과정 검사를 실시하였다. 기초선 과정과 사후 과정 동안에는 서로 동일한 치료적 중재를 적용하였으며, 6회 치료를 실시하였다. 다른 과정과 동일하게 2회 치료를 1회기로 하여 모든 대상자들에게 3회기의 기초선 회귀 과정 측정을 실시하였다.

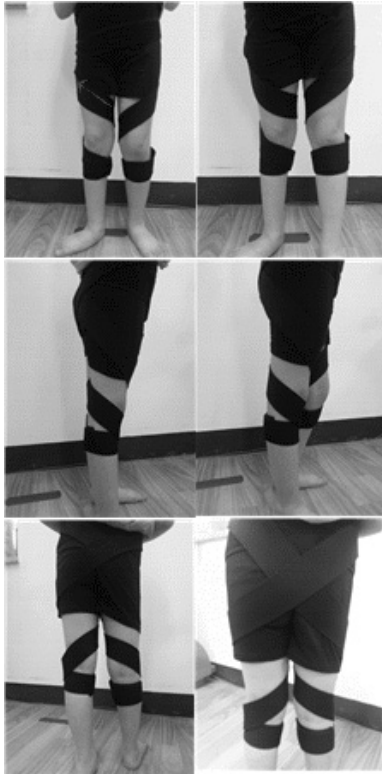


Fig 1. Application method of flexible derotator of femur orthosis (FDO)

5. 자료 분석

FDO 착용에 따른 측정 변수들의 변화 양상을 확인하기 위해 시각적 그래프 분석법을 이용하였다. FDO 착용 전후의 각 측정 변수의 그래프 작성은 마이크로소프트 오피스 엑셀 2007(Microsoft, USA)을 사용하여 나타내었다. 또한 평가 자료의 통계학적 분석을 위해 SPSS Ver. 18.0을 사용하였고, FDO 착용 전과 착용 중 그리고

착용 후 3가지 시점 간에 측정변수들의 차이를 분석하기 위해 비모수검정방법인 프리드만 검정(Friedman test)법을 이용하였다. 측정시점 간에 유의한 차이가 있는 경우 사후분석을 하기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)법을 이용하였다. 모든 통계분석 시에 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 정하였다.

III. 연구 결과

1. FDO를 착용한 보행훈련 전후에 하지배열의 변화  
FDO 착용 전(A)과 착용 중(B) 그리고 착용 후(A') 간에 하지배열 상태를 비교한 결과, Q각과 외측골반경사각 모두 통계학적으로 유의한 변화를 보였다( $p < .05$ )(Table 2). 세 측정시점 간에 차이를 비교하기 위한 사후분석 결과 외측골반경사각은 FDO 착용 전과 착용 중 간에 유의한 감소를 보였지만( $p < .05$ ), Q각은 유의한 차이를 보이지 않았다. 각 사례들의 중재 전, 중, 후에 Q각과 외측골반경사각의 변화양상을 그림으로 제시하였다(Fig 2). 대상자 1은 과도한 외회전으로 인해 중재 전 정상보다 감소한 Q각을 보이는데 보조기 착용 후 내회전을 유도하여 Q각이 증가한 결과를 보인다.

Table 2. Comparison of the alignment of lower extremities characteristics between the each period

	Baseline	Intervention	Follow-up	$\chi^2$	p
Q-angle	19.36±4.31 <sup>a</sup>	16.37±1.36	17.25±2.16	7.14	.02
Pelvic tilt	2.25±1.68	1.69±1.40 <sup>#</sup>	2.68±1.04	6.46	.04

<sup>a</sup>Mean(degree)±Standard deviation, Q-angle: quadriceps-angle  
<sup>#</sup>Significant differences with baseline ( $p < .05$ )

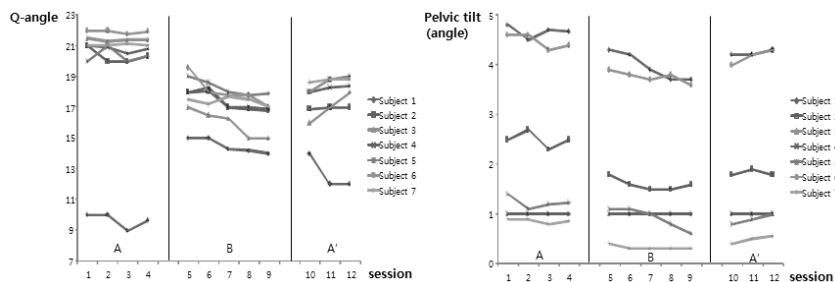


Fig 2. Results of quadriceps angle and pelvic tilt after FDO intervention

2. FDO를 착용한 보행훈련 전후에 보행능력의 변화 FDO 착용 전(A)과 착용 중(B) 그리고 착용 후(A') 간에 보행능력을 비교한 결과, 걸음속도와 걸음수 모두 통계학적으로 유의한 변화를 보였다( $p < .05$ )(Table 3). 세 측정시점 간에 차이를 비교하기 위한 사후분석 결과, 걸음속도와 걸음수 모두 FDO 착용 전과 착용 중간에 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), FDO 착용 전과 착용 후 간에도 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 각 사례들의 증재 전, 중, 후 보행속도와 걸음수의 변화양상을 그림으로 제시하였다(Fig 3).

Table 3. Comparison of the gait characteristics between the each period

	Baseline	Intervention	Follow-up	$\chi^2$	p
Gait time (sec)	11.48±2.03 <sup>a</sup>	9.91±1.87 <sup>a</sup>	10.34±1.67	12.28	.00
Number of steps	21.14±3.94	17.43±2.76 <sup>a</sup>	18.38±2.56	13.55	.00

<sup>a</sup>Mean±Standard deviation

<sup>\*</sup>Significant differences with baseline ( $p < .05$ )

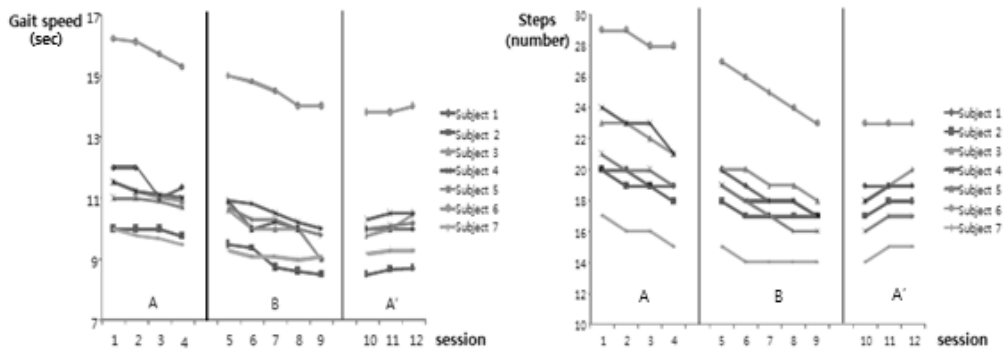


Fig 3. Results of gait speed and number of steps after FDO intervention

#### IV. 논 의

뇌성마비 아동은 비진행성 뇌손상으로 인해 신경근에 변화를 보이며 이로 인한 근골격계의 변형 및 보행 장애와 같은 이차적인 장애를 가져오게 된다. 특히 보행은 일상생활에 있어 반드시 시행되는 중요한 활동으로 이에 보행능력을 증진시키기 위해 다양한 치료법들이 시행되고 있다. 이중 실생활과 유사한 환경에서 반복적으로 걷는 트레드밀 보행훈련은 보행 훈련의 여러 치료법들 중 효과적인 치료의 하나로 보고되고 있다 (Chrysagis 등, 2012). 하지만 이들 트레드밀 보행훈련은 걷는 것에만 집중한 것으로 이차적 근골격계 문제를 고려하지 않은 것이 대부분이었다. Stebbins 등(2010)은 뇌성마비 아동들의 이러한 근골격계 문제를 치료하는

것이 정상 보행패턴을 회복하는데 필수적이라고 하였다. 따라서 뇌성마비 아동을 대상으로 하지의 근골격계 문제를 수정한 트레드밀 보행훈련을 적용하여 그로 인한 하지배열 그리고 보행 능력에 변화가 있는지 알아보 고자 시도되었다.

뇌성마비 아동들의 근골격 변형을 교정하기 위한 비침습적인 방법으로 보조기가 주로 사용되고 있다 (Morris, 2002). 뇌성마비 아동에게 많이 적용되는 보조기는 발목보조기로 발목관절의 구축 및 변형을 방지하기 위해 적용된다(Knutson과 Clark, 1991). 그러나 고관절의 내회전 및 외회전과 같은 회전학적 문제와 그로 인한 하지 전체의 변형을 교정하기 위한 보조도구는 가격이 아주 고가이며 국내에서는 아직 잘 알려져 있지 않은 상태이다. Page(1983)는 대퇴와 슬관절의 변형은 발의

변형까지 초래하며 이러한 근골격계 변형은 빨리 치료되어야 한다고 하였다. 이에 하지의 회전학적 변형을 교정할 수 있도록 간편하며 의복 속에도 착용 가능한 맞춤형 보조기를 수정, 고안하여 FDO를 제작하였다. FDO는 뇌성마비 아동에게 나타나는 하지의 회전학적 변형을 교정하여 하지배열을 바로잡을 수 있도록 설계하였다. 이를 통해 변형된 지렛대를 바로잡아 올바르게 근육이 작용할 수 있게 하여 보행속도 및 질을 개선시킬 수 있도록 하였다.

본 연구에서 FDO 착용에 따른 변화를 확인하기 위한 Q각 및 외측골반경사각의 측정은 관상면의 하지배열 변화 정도를 직접적으로 확인할 수 있는 변수이다 (Daneshmandi 등, 2011). 또한 보행속도 및 걸음수는 양적인 수치로 기본적인 보행수행력을 평가할 수 있는 변수(Chong 등, 2011)들로 이차적인 변형과 삼차적인 보행 장애의 변화를 측정할 수 있다. 하지의 배열상태를 평가하기 위해 실시한 Q각 및 외측골반경사는 디지털 카메라로 정지된 영상을 촬영하여 얻은 사진자료를 움직임 분석소프트웨어로 임상에서 자주 사용되고 있는 다투피쉬 프로그램을 이용하였다. Borel 등(2011)은 다투피쉬 영상분석이 각도 및 거리를 측정할 수 있는 타당하고 신뢰도 높은 도구임을 제시하였다. 또한 대상자들의 보행특성 변화를 평가하기 위하여 보행속도와 걸음수를 측정하였다. 보행속도 분석은 여러 활동에 영향을 주기에 일상생활의 이동 기능을 파악할 수 있는 간단하면서 정확한 방법이다(Chong 등, 2011). 보행속도와 걸음수의 측정은 10MWT를 통해 그 값을 구하였다. 10MWT는 간편하게 사용할 수 있는 보행평가 도구로 보행속도를 측정하여 보행능력을 평가할 수 있으며 임상치료사들에게 보편적으로 사용되고 있다. 이때 걸린 걸음수도 기록하여 보폭의 증감을 예측할 수 있도록 하였다.

본 연구 결과 FDO 착용 후 중재 적용에 따른 하지배열 상태를 평가한 Q각 및 외측골반경사각도에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 시각적 그래프에서도 7명 대상자 모두 Q각, 외측골반경사각도의 큰 변화를 보였으며 보행속도 증가와 걸음수가 감소되는 경향을 관찰할 수 있었다. 이는 뇌성마비 아동들을 대상

으로 발목관절 보조기의 적용이 하지 배열을 바르게 한 Bahramizadeh 등(2012)의 연구 결과와도 일치한다. 하지만 Westberry 등(2007)의 연구에서는 다른 결과를 나타내었는데 이는 운동학적 중재 없이 뇌성마비 아동을 대상으로 보조기 착용 후 선 자세에서 배열의 변화만을 평가하였기에 트레드밀을 이용한 보행훈련을 실시한 본 연구와 다른 것으로 보여진다. 본 연구의 1, 2, 5, 6, 7번 대상자는 모두 우측 편마비로 손상측 하지에 불수의적인 근긴장으로 인해 과도하게 내회전 또는 외회전된 회전학적 문제를 보이며 좌우 비대칭적인 Q각 및 외측골반경사를 보였다. 중재 적용 후 이들 대상자들은 손상측의 Q각과 외측골반경사각도 모두 변화를 보였다. 양하지마비 대상자들은 양측 모두의 Q각에 큰 변화를 보인 반면 외측골반경사각은 변화가 없었다. 이는 초기 기초선 측정 시 외측골반경사를 보이지 않았기에 변화를 보이지 않은 것으로 볼 수 있다. 7명의 대상자 모두 중재 적용 시 각도의 큰 변화를 보여 하지배열이 바르게 된 모습을 관찰할 수 있었다. 성인 여성을 대상으로 하지의 배열을 바로잡기 위해 보행 시 보조기를 착용한 Fantini Pagani 등(2010)의 연구에서도 이와 동일하게 하지배열이 바르게 변화되는 모습을 보였다. 이를 통해 보행훈련 시 보조기를 착용하는 것이 근골격계 배열의 변화를 가져올 수 있음을 알 수 있다. FDO를 제거한 후 기초선 사후 평가 과정에서는 각도의 변화 정도가 중재 과정보다 줄어들었으나 유지되는 양상을 볼 수 있었다. 이는 FDO가 Q각 및 외측골반경사각도에 영향을 미치며 하지배열을 바로잡기 위해 사용될 수 있음을 보여준다. 보행능력에 있어서도 중재에 따른 구간별 측정값에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. 이는 특히 선행연구에서 보조기를 착용하여 배열을 바로잡은 것이 보행에 있어 효과를 보이는 것과 일치하였다(Marcucci 등, 2011). 그래프에서도 7명 모두 트레드밀 보행훈련만을 적용한 기초선 과정에 비해 FDO 착용 후 보행속도가 증가하고 걸음수가 감소한 것을 보였다. FDO를 착용하기 전인 기초선 과정에서도 트레드밀을 이용한 보행훈련이 보행속도에 유의한 변화를 가져온 Chrysagis(2012)의 연구와 동일하게 보행속도가 빨라지고 걸음수가 감소하는 경향을 보였다. 하지만

FDO를 착용하여 하지배열을 바르게 한 보행훈련 시 FDO를 착용하지 않은 기초선 과정보다 통계학적으로 유의하게 보행능력이 향상된 모습을 보였다. 이는 트레드밀 보행훈련 시 FDO를 착용하여 하지 배열을 바르게 한 것이 보행능력 향상에 더욱 효과적이라는 것을 보여 준다. 걸음수는 FDO 착용 후 감소한 결과를 보이는데 이는 10m의 동일한 거리를 걷는데 있어 보폭이 증가되었음을 예상해 볼 수 있다. Balaban 등(2007)은 발목관절 보조기 적용 후 보행속도의 증가는 과도한 근긴장으로 인한 부정열을 개선하여 보행 시 발꿈치 당기를 좋아지게 한 결과라고 설명할 수 있을 것이라 하였다. Romkes 등(2006)은 활보장이나 분당 걸음수 또는 이들 모두의 향상으로 인해 보행속도가 빨라질 수 있다고 주장하였다. 따라서 FDO 착용 후 하지 배열이 개선되고 이로 인해 걸음수가 적어져 보행속도가 증가하였을 것이라 유추할 수 있다.

보행능력 향상을 위한 FDO를 착용하여 하지배열을 바로잡은 트레드밀 보행훈련이 FDO 착용 전과 비교해 하지배열과 보행능력에 통계적으로 의미있는 변화를 가져왔다. 뇌성마비 아동의 치료적 접근법들은 가능하면 비침습적이고 효과적이며 비용적인 측면에 있어서도 누구나 부담 없이 이용 가능한 것이 최적의 치료 (Marcucci 등, 2011; Papavasiliou, 2009)라 할 수 있기에 본 연구에서 사용한 FDO는 효율적인 치료보조 기구라고 제안하는 바이다. 그러나 본 연구는 몇몇 제한점을 가지고 있다. 첫째, 개별 실험 연구설계를 사용하여 연구대상자가 7명으로 많지 않았기 때문에 모든 뇌성마비 아동에게 일반화하는데 어려움이 있다. 둘째, 중재를 적용한 기간이 10회로 길지 않았기에 장시간 적용으로 인한 효과는 파악할 수 없었다. 따라서 앞으로의 연구에서는 더 많은 뇌성마비 아동을 대상으로 하여 보행훈련 시 외에 일상생활에서 FDO를 적용하여 장시간 적용에 따른 효과 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 부적절한 근긴장으로 인해 하지의 내회전

및 외회전과 같은 근골격계 변형을 보이는 뇌성마비 아동 7명을 대상으로 이를 교정하기 위해 대퇴골 회전 방지보조기(FDO)를 착용하고 실시한 트레드밀 보행훈련이 대상자의 대퇴사두근각, 외측골반경사각도 및 보행속도와 걸음수에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과, FDO를 착용한 후에 착용하기 전과 비교해 하지 배열 상태에 변화를 주었고, 보행속도가 증가되었으며 걸음수는 감소되는 결과를 볼 수 있었다. 따라서 FDO를 착용한 보행훈련은 뇌성마비 아동에게 발생할 수 있는 이차적인 하지의 근골격계 변형을 개선하고 보행능력 향상에 효과적인 것으로 기대된다. 따라서 고관절의 배열 문제를 가진 뇌성마비 아동의 보행훈련 시에 대퇴골 회전방지보조기를 이용할 것을 권장하는 바이다.

## References

- Balaban B, Yasar E, Dal U, et al. The effect of hinged ankle-foot orthosis on gait and energy expenditure in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2007; 29(2):139-44.
- Bahramizadeh M, Mousavi ME, Rassafiani M, et al. The effect of floor reaction ankle foot orthosis on postural control in children with spastic cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int.* 2012;36(1):71-6.
- Bax M. Diagnostic assessment of children with cerebral palsy. *Lancet Neurol.* 2004;3(7):395.
- Blair E, Watson L. Epidemiology of cerebral palsy. *Semin Fetal and Neonatal Med.* 2006;11(2):117-25.
- Borel S, Schneider P, Newman CJ. Video analysis software increases the interrater reliability of video gait assessments in children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 2011;33(4):727-9.
- Cans C, de-la-Cruz J, Mermet M. Epidemiology of cerebral palsy. *Paediatr Child Health.* 2008;18(9):393-8.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying.



- Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(11):1454-8.
- Choi JI, Jeon DW, Kim JJ. A study of elasticity fabrics expressed on fashion style. Fashion business. 2007;11(4):92-100.
- Chong J, Mackey AH, Broadbent E, et al. Relationship between walk tests and parental reports of walking abilities in children with cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil. 2011;92(2):265-70.
- Chrysagis N, Skordilis EK, Stavrou N, et al. The Effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: A randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil. 2012;91(9):747-60.
- Dallmeijer AJ, Baker R, Dodd KJ, et al. Association between isometric muscle strength and gait joint kinetics in adolescents and young adults with cerebral palsy. Gait Posture. 2011;33(3):326-32.
- Daneshmandi H, Saki F, Shahheidari S, et al. Lower extremity malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2011;15:3349-54.
- Drougia A, Giapros V, Krallis N, et al. Incidence and risk factors for cerebral palsy in infants with perinatal problems: A 15-year review. Early Hum Dev. 2007;83(8):541-7.
- Fantini Pagani CH, Potthast W, Brüggemann GP. The effect of valgus bracing on the knee adduction moment during gait and running in male subjects with varus alignment. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2010;25(1):70-6.
- Gage MD, James R, Novacheck MD, et al. An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. J Pediatr Orthop B. 2001;10(4):265-74.
- Gaston MS, Rutz E, Dreher T, et al. Transverse plane rotation of the foot and transverse hip and pelvic kinematics in diplegic cerebral palsy. Gait Posture. 2011;34(2):218-21.
- Harvey A, Gorter JW. Video gait analysis for ambulatory children with cerebral palsy: Why, when, where and how! Gait Posture. 2011;33(3):501-3.
- Jacobsson B, Hagberg G. Antenatal risk factors for cerebral palsy. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. 2004;18(3):425-36.
- Kim JY, Kim SW. The effect of exercise training for using Vojta approach on gross motor function of children with cerebral palsy. Spec Educ Res. 2012;11(2):77-95.
- Knutson LM, Clark DE. Orthotic devices for ambulation in children with cerebral-palsy and myelomeningocele. Phys Ther. 1991;71(12):947-60.
- Linda F. Measurement and treatment in cerebral palsy: An argument for a new approach. Phys Ther. 1991;71(3):244-7.
- Marcucci A, Edouard P, Loustalet E, et al. Efficiency of flexible derotator in walking cerebral palsy children. Ann Phys Rehabil Med. 2011;54(6):337-47.
- Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(10):1314-9.
- Morris C. A review of the efficacy of lower-limb orthoses used for cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2002;44(3):205-11.
- Murray AW, Robb JE. (v) The hip in cerebral palsy. Current Orthopaedics. 2006;20(4):286-93.
- Neviani R, Borghi C, Costi S, et al. Effectiveness of AFO orthoses in children affected by cerebral palsy: Clinical evaluation does not always define patient satisfaction. Gait posture. 2012;35:37-8.
- Öztürk A, Demirci F, Yavuz T, et al. Antenatal and delivery risk factors and prevalence of cerebral palsy in Duzce (Turkey). Brain Dev. 2007;29(1):39-42.
- Page JC. Symptomatic flatfoot. J Am Podiatry Assoc. 1983;73:393-9.
- Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician. Eur J Paediatr Neurol. 2009;13(5):387-96.

- Park ES, Park CI, Chang HJ, et al. The effect of hinged ankle-foot orthoses on sit-to-stand transfer in children with spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(12):2053-7.
- Quinby JM, Abraham A. Musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Curr Paediatr.* 2005;15(1):9-14.
- Romkes J, Hell AK, Brunner R. Changes in muscle activity in children with hemiplegic cerebral palsy while walking with and without ankle-foot orthoses. *Gait Posture.* 2006;24(4):467-74.
- Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, et al. Effectiveness of functional progressive resistance exercise training on walking ability in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Res Dev Disabil.* 2012;33(1):181-8.
- Stebbins J, Harrington M, Thompson N, et al. Gait compensations caused by foot deformity in cerebral palsy. *Gait Posture.* 2010;32(2):226-30.
- Westberry DE, Davids JR, Shaver JC, et al. Impact of ankle-foot orthoses on static foot alignment in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):806-13.
- Wilson T, Kitsell F. Is the Q-angle an absolute or a variable measure?: Measurement of the Q-angle over one minute in healthy subjects. *Physiotherapy.* 2002;88(5):296-302.