뇌성마비 아동에서 대동작기능평가(GMFM)와 보행의 시공간적 변수와의 관계

이정림
충남대학교병원 재활의학과
조상현, 권오윤
연세대학교 보건과학대학 재활학과 및 보건과학연구소
이영희
연세대학교 원주의과대학 재활의학교실

Abstract

The Relevance Between Gross Motor Function Measurement (GMFM) and the Spatiotemporal Parameters of Gait in Children With Cerebral Palsy

Lee Jung-lim, M.Sc., P.T.
Dept. of Rehabilitation Medicine, Chungnam National University Hospital
Cho Sang-hyun, Ph.D., M.D.
Kwon Oh-yun, Ph.D., P.T.
Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University
Institute of Health Science, Yonsei University
Lee Young-hui, Ph.D., M.D.
Dept. of Rehabilitation Medicine, Wonju Christian Hospital
Wonju College of Medicine, Yonsei University

This paper presents the relevance between GMFM and the spatiotemporal parameters of gait in children with cerebral palsy.

Twenty-one children (73.11±30.06 months) with cerebral palsy participated in this study. GMFM was performed and spatiotemporal parameters of gait were measured by foot print gait analysis. A correlation analysis was used to investigate the correlation between GMFM scores and spatiotemporal parameters of gait. A linear regression analysis was employed to find how much each gait spatio-temporal parameters could be predicted from GMFM scores. The total GMFM scores was significantly correlated with walking speed, cadence, and stride length. Dimensions D (standing) and E (walking, running, and jumping) were more significantly correlated with gait spatiotemporal parameters than dimensions A (lying and rolling), B (sitting), and C (crawling and kneeling). The GMFM scores were useful for predicting spatiotemporal parameters. However, it is difficult to predict the status of gait development using GMFM scores because GMFM scores and gait spatiotemporal

parameters are only measured as quantities not qualities.

In the field, it is easily found that many children with cerebral palsy are unable to walk in any way. Consequently, gait analysis cannot be performed in many cases. Therefore, it is more reasonable to investigate the influence of GMFM on spatio-temporal parameters, rather than vice versa.

Key Words: Cerebral palsy; GMFM; Spatiotemporal parameters; Gait.

Ⅰ. 서론

보행은 뇌손상을 입은 아동을 다양한 정도로 분류하는 중요한 기능적 활동이다(Drouin 등, 1996). 보행은 아동과 가족에게 중요한 기술이며, 대동작기능을 전체적으로 대표하는 행동이다(Damiano와 Abel, 1996). 이들의 운동역학적, 운동형상학적 보행패턴이 정상적인 소아의 보행패턴과 다르다는 것은 임상적으로 널리 알려진 사실이다. 따라서 뇌손상을 입은 아동에게 물리치료를 적용하는데 있어 보행을 개선시키기 위한 평가나 치료가 필수적이다. 그러나 객관적인 보행평가를 위해서는 보행분석기와 같은 복잡한 측정도구를 사용하는데, 이것을 이용하여 보행분석을 하기 위해서는 전문적인 인력과 고가의 장비가 필요하여 임상적인 상황에서 보행에 대한 치료효과를 평가하기 어렵다. 이러한 이유로 임상에서는 보행관련 시공간적 변수(spatiotemporal measure; STM)를 평가하기 위하여 다양한 보행속도 측정법, foot print를 이용한 분석방법, 비디오그래픽 평가(videographic test; VGT)와 같은 다양한 방법이 사용되고 있다(Drouin 등, 1996).

한편, 대동작기능평가(Gross Motor Function Measure; GMFM)는 치료 결과 또는 시간경과에 따른 운동수준(motor status) 변화를 측정하고, 운동수준을 기록하기 위해 발달된 도구이다. 이 평가의 목적은 아동의 운동기능(motor function)이 어느 정도인지 알아보기 위한 것으로 타당도와 신뢰도가 높다고 알려져 있다(Damiano와 Abel, 1996).

뇌성마비 아동의 보행은, 단지 뇌손상에 의해서만 영향을 받는 운동기술(motor skill)이 아니다. 이것은 개개인의 운동장애의 정도와 분포에 영향을 받으며, 다른 소동작 및 대동작기능과 연관되어 있다(Damiano와 Abel, 1996). 따라서 보행과 대동작기능을 평가하는 GMFM의 결과는 서로 상관성이 있을 것이라고 생각된다. 또한 보행평가는 뇌성마비 아동에서 일반적인 운동정도를 대표하며, 보행분석과 GMFM은 뇌성마비 아동의 기능을 평가하는데 있어서 상호 보완적인 측정이고(Damiano와 Abel 1996), GMFM의 D 영역(서기), E 영역(걷기, 뛰기, 도약) 평가결과를 이동예측도(locomotor predictor)로써 사용할 수 있다(Drouin 등, 1996).

Kramer와 MacPhail(1994)은 GMFM 점수가 등속운동능력(isokinetic strength)과 같은 다른 측정과 상관성이 있다고 하였으며, Parker 등(1993)은 23명의 뇌성마비 아동을 대상으로 상지와 하지의 유산소 운동능력과 GMFM의 결과를 비교한 연구에서 유의한 상관성이 있다고 하였다. 또 Drouin 등(1996)은 26명의 뇌성마비 아동과 4명의 뇌손상 아동을 대상으로, 비디오그래픽을 이용하여 보행의 속도, 분속수, 활보길이, 보행주기를 측정하고, GMFM의 결과와의 상관성을 알아본 연구에서 보행속도와 GMFM의 D, E 영역이 유의하게 상관성이 있다고 하였다. 또한 보행속도와 GMFM의 결과간에 상관성은 보행속도가 45 ㎝/s 이하인 경우가 그 이상인 경우보다 상관성이 높다고 하였으며, Abel과 Damiano(1996)는 경직형 뇌성마비 아동의 경우 분속수보다는 활보길이가 짧음으로 인해 보행속도가 늦다고 하였다.

또한 Damiano와 Abel(1996)은, 32명의 경직형 뇌성마비 아동을 대상으로 GMFM과 삼차원운동분석을 통한 보행변수(gait parameters)와의 상관성을 알아본 연구에서, 분속수와 보행속도가 GMFM 점수와 밀접한 관계가 있으며, 운동형상학적, 운동역학적 변수보다 시공간적 변수에서 더 높은 상관관계가 있다고 하였다.

우리 나라에서의 GMFM에 대한 연구는 측정자간 신뢰도에 관한 연구(이충휘 등, 1995)와 선택적후근절제술(selective posterior rhizotomy; SPR) 후의 운동기능을 평가하는 것(김영록, 1993; 전계호 등, 1997) 등이 있었을 뿐, 다른 평가나 측정과 비교한 연구는 없었다. 또한 뇌성마비 아동 중에는 보행분석이 불가능한 아동이 많고, 간단한 보행분석이라 하더라도 다른 평가에 비해 절차가 복잡하다. 이에 본 연구는 GMFM 총점 및 영역 점수와 foot print로 구한 보행관련 시공간적 변수간에 상관관계와 연관성을 알아보아 보행분석을 하지 않고 GMFM만으로 보행관련 시공간적 변수를 예측할 수 있는지 알아보고, 이를 이용하여 보행분석이 어려운 뇌성마비 아동의 보행척도로 이용 가능한지에 대해 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 충남대학교병원 소아치료실에 내원하여 물리치료 및 작업치료를 받는 21명의 뇌성마비 아동을 대상으로 하였다. 대상자의 선정조건은 첫째, 뇌성마비로 진단 받은 아동 둘째, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행할 수 있는 아동 셋째, 타인의 도움없이 스스로 또는 워커(walker)나 지팡이와 같은 보조도구를 이용하여 독립적 보행이 가능한 아동 넷째, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절에 관절가동 제한이 없는 아동 다섯째, 보호자 또는 본인이 연구에 참여할 것을 동의한 아동을 대상으로 하였다.

2. 측정방법 및 측정도구

GMFM은 치료의 결과 또는 시간경과에 따른 운동수준(motor status)의 변화를 측정하고, 운동수준을 기록하기 위해 발달된 도구이다. 이 평가의 목적은 아동이 보여줄 수 있는 운동기능(motor function)이 어느 정도인지 알아보기 위한 것으로(Damiano와 Abel, 1996), Palisano 등(2000)은 뇌성마비 아동에게 GMFM을 적용한 결과, 타당도가 .91이라고 하였고, Nordmark 등(1997)은 뇌성마비 아동에게 GMFM을 적용하였을 때 검사자간 신뢰도는 .77, 검사-재검사 신뢰도는 .88, 검사자내 신뢰도는 .68로 GMFM이 뇌성마비 아동의 대동작기능을 평가하는데 유용한 방법이라고 보고하였다.

이 평가는 아동이 항목을 어떻게 잘 행하는가 보다는 얼마나 많이 완수하는가를 평가한다. 대동작은 5개 영역, A(눕기와 뒤집기), B(앉기), C(네발기기와 무릎서기), D(서기), E(걷기, 달리기, 도약)로 나뉘어지며, 88개 항목을 포함하고 있다. 각각의 항목은 3점 만점이며, 영역 A는 17항목, B는 20, C는 14, D는 13, E는 24항목으로 구성되어 있다. '각 영역에서 얻어진 점수/가능한 점수×100'으로 구한 값이 각 영역의 점수가 되며, 각 영역 점수를 더해서 5로 나눈 것이 GMFM의 총점이 된다.

병적 보행을 보이는 환자에서 그 원인을 분석하고 치료를 시행함에 있어서 객관적이며 정량적인 방법에 대한 평가는 매우 중요하며(장영재와 전중선, 1999), 그 시행방법은 보조장비 없이 할 수 있는 관찰적 분석에서부터 복잡하고 고가인 장비를 사용하는 컴퓨터 동작분석에 이르기까지 다양하다(김봉옥. 1994). 이 중 임상적으로 쉽게 사용할 수 있는 방법으로, 보행속도 측정, foot print를 이용한 분석방법, 비디오그래픽 평가 등이 발달되어 왔다(Drouin 등, 1996).

Wolf(1979)는 일정한 거리와 이 거리를 걷

는데 필요한 시간을 측정함으로써 보행속도를 알 수 있다고 하였으며, Boenig(1977), Clarkson(1983), Holden 등(1984), Shores (1980)는 foot print를 이용하여 보행을 분석하거나 보행을 분석하는 방법을 제시하였고, Drouin 등(1996)은 비디오그래픽을 이용하여 보행을 분석하였다. 이 중 foot print를 이용한 보행분석은, 임상적으로 사용하기 쉽고 특별한 도구가 없이도 보행을 분석할 수 있으므로, 본 연구에서는 이 방법을 이용하여 보행관련 시공간적 변수를 측정하였다.

3. 실험절차 및 과정

대상자의 키는 벽에 머리와 발뒤꿈치를 대고 바르게 선 자세에서, 바닥으로부터 머리의 가장 높은 곳까지를 ㎝ 단위로 측정하였다. 다리길이는 바로 누운 자세에서 위앞엉덩뼈가시로부터 안쪽 복사까지의 거리를 줄자를 이용하여 ㎝ 단위로 측정하였다(정진우, 1996).

본 연구에서 사용된 GMFM은 각 항목마다 2명의 평가자가 한 아동을 함께 평가하여 점수를 주었다. 평가는 보호자가 동석하고, 아동이 치료를 받던 치료실에서 실시하였으며, 아동은 활동하기에 편안한 옷을 입고 신발을 벗은 상태로 평가에 임하였다. 각 항목마다 최대 3회까지 시도하였고, 아동이 그 항목에 대하여 정확히 이해하도록 하기 위하여 말로 설명하거나, 시범을 보여주거나, 연습기회를 제공하였다. 각각의 항목에서 아동이 시도하지 않는 경우에는 0점으로 처리하였다 (Russell 등, 1993).

보행관련 시공간적 변수를 측정하기 위해 foot print와 초시계를 이용하여 다음과 같은 방법을 이용하였다. 먼저 편평한 바닥에 길이 800 ㎝, 폭 60 ㎝의 벽지를 접착 테이프로 바닥에 고정시켰다. 그 다음 대상자들이 평소에 신는 신발을 착용하도록 하고 신발에 각각 다른 색의 잉크를 묻힌 스펀지를 부착하였다. 보행의 진행 방향은 벽지 중앙에 진하고 굵은 직선을 그어 제시하였다. 필요한 경우 스펀지를 붙이지 않은 상태로 벽지 위를 왕복하도록 하여 검사방법에 익숙해지도록 하였다. 보행속도는 초시계를 사용하여 처음 150 ㎝ 거리를 통과한 첫 번째 걸음의 발뒤꿈치

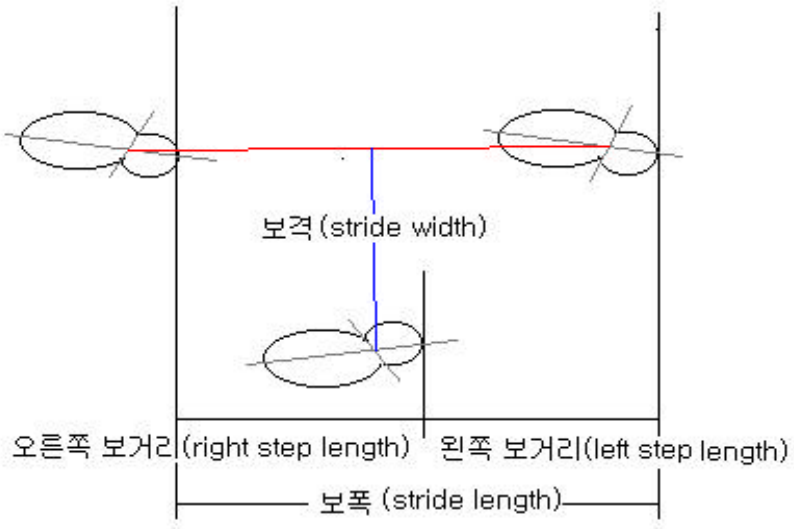

그림 1. Foot Print를 이용한 시공간적 변수의 측정

접지(heel contact)부터 끝부분 150 ㎝ 직전의 마지막 발가락 들림(toe off)까지의 시간을 측정하였다. 같은 거리에서 보수를 측정하여 분속수를 계산하였다. 그밖에 모든 변수도 처음과 끝부분의 150 ㎝을 제외한 500 ㎝ 부분에서 측정하여 계산하였다(김택훈 등, 1996). 본 연구에서 측정한 보행관련 시공간적 변수는 다음과 같으며, 변수의 항목은 Shores(1980)가 제시한 변수를 측정하였다. foot print 방법은 Boenig(1977)가 제시한 방법을 사용하였다(그림 1).

가. 보행속도(gait velocity): 보행한 거리를 소요된 시간으로 나눈 값을 말하며 단위는 ㎧로 표시한다.

나. 분속수(cadence): 보행한 거리에 찍힌 보(step)수를 시간으로 나누어 표시하며 단위는 steps/s를 사용하였다(윤승호와 김봉옥, 1994).

다. 보폭(stride length): 한쪽 발의 뒤꿈치에서 같은 쪽 발의 뒤꿈치까지의 간격을 측정한 것으로 단위는 m이다.

라. 왼쪽 보거리(left step length): 오른쪽 발의 뒤꿈치에서 다음 왼쪽 발의 뒤꿈치까지의 간격을 측정한 것으로 단위는 m이다.

마. 오른쪽 보거리(right step length): 왼쪽 발의 뒤꿈치에서 다음 오른쪽 발의 뒤꿈치까지의 간격을 측정한 것으로 단위는 m이다.

바. 보격(stride width): 발뒤꿈치의 가운데 부분에서 신발의 가장 긴 부분을 연결하여 그은 선의 ⅓지점을 표시한 후, 다음 보폭에 같은 지점을 연결하고, 이 선에서부터 반대 발의 같은 지점까지의 직각 거리를 보격으로 하며, 단위는 ㎜이다.

4. 자료분석

GMFM의 총점 및 영역점수와 foot print로 구한 보행관련 시공간적 변수간의 상관성을 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였고, 각 시공간적 변수에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 단계별 다중회귀분석(step-wise multiple linear regression analysis)을 사용하였다.

완전독립 보행을 하는 군과 보조도구사용 보행을 하는 군에서 각각 GMFM 총점 및 영역 점수와 foot print로 구한 보행관련 시공간적 변수간의 상관관계를 알아보기 위해 스피어만 상관분석(Spearman correlation co-efficient)을 사용하였고, 두 군간에 GMFM과 보행관련 시공간적변수의 차이가 있는지를 알아보기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다.

선택적후근절제술을 받지 않은 군과 선택적후근절제술을 받은 군에서 각각 GMFM 총점 및 영역점수와 foot print로 구한 보행관련 시공간적 변수간의 상관관계를 알아보기 위해 Spearman 상관분석을 사용하였고, 두 군간에 GMFM과 보행관련 시공간적변수의 차이가 있는지를 알아보기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 21명(남 15명, 여 6명)이었고, 그 중 양하지마비형이 13명(61.9%), 편마비형이 6명(28.6%), 사지마비형이 2명(9.5%)으로 양하지마비형이 가장 많았다. 대상자 중 완전독립 보행이 가능한 아동은 10명(47.6%), 보조도구를 사용하여 보행이 가능한 아동은 11명(52.4%)이었으며, 선택적후근절제술을 받지 않은 아동은 11명(57.1%), 선택적후근절제술을 받은 아동은 9명(42.9%)이었다(표 1).

선택적후근절제술을 받지 않고 완전독립 보행이 가능한 아동은 10명(47.6%), 선택적후근절제술을 받지 않고 보조도구를 사용하

표 1. 연구대상자의 분포 (n＝21)

특성		명	%
성별	남	15	71.4
	여	6	28.6
	계	21	100.0
뇌성마비 종류	양하지마비형	13	61.9
	편마비형	6	28.6
	사지마비형	2	9.5
	계	21	100.0
보행형태	완전독립 보행	10	47.6
	보조도구사용 보행	11	52.4
	계	21	100.0
SPR 수술여부	수술안함	12	57.1
	수술함	9	42.9
	계	21	100.0

표 2. 수술여부와 보행형태의 분포 (단위: 명(%))

		보행형태		계
		완전독립 보행	보조도구 사용 보행	
수술여부	SPR 수술 받지 않음	10(47.6)	2(9.5)	12(57.1)
	SPR 수술 받음	0(0.0)	9(42.9)	9(42.9)
	계	10(47.6)	11(52.4)	21(100.0)

표 3. 연구대상자의 일반적 특성 (n＝21)

나이(개월)	키(㎝)	다리길이(㎝)
73.11±30.06	103.82±12.61	51.39±8.90

여 보행하는 아동은 2명(9.5%)이었고, 선택적 후근절제술을 받고 완전독립 보행이 가능한 아동은 없었으며, 선택적후근절제술을 받고 보조도구를 사용하여 보행하는 아동은 9명(42.9%)이었다. 선택적후근절제술을 받은 아동은 모두 보조도구를 사용하여 보행하였다(표 2).

대상자의 평균나이는 73.11±30.06개월이었고, 평균키는 103.82±12.61 ㎝이었으며, 평균 다리길이는 51.39±8.90 ㎝이었다(표 3).

2. GMFM과 시공간적 변수

가. GMFM과 시공간적 변수의 기술통계

GMFM 영역점수와 보행의 시공간적 변수의 평균 및 표준편차 범위는 다음과 같았다(표 4).

나. GMFM과 보행관련 시공간적 변수간의 상관성

GMFM과 시공간적 변수간의 상관성을 알아 본 결과, 시공간적 변수 중 분속수(.80), 보행속도(.76), 보폭(.75), 오른쪽 보거리(.67), 왼쪽 보거리(.64) 순으로 유의한 상관관계가 있었다. 그리고, GMFM의 각 영역과 시공간

표 4. GMFM과 시공간적 변수간의 상관관계

구분	GMFM 총점	영역 A 눕기와 뒤집기	영역 B 앉기	영역 C 네발기기와 무릎서기	영역 D 서기	영역 E 걷기, 달리기, 도약
보행속도	.76**	.32	.48*	.65**	.77**	.73**
분속수	.80**	.37	.56**	.70**	.82**	.76**
보폭	.75**	.41	.40	.34**	.73**	.75**
왼쪽 보거리	.64**	.41	.39	.53*	.62**	.64**
오른쪽 보거리	.67**	.29	.30	.57**	.66**	.67**
보격	.30	.27	.30	.12	.29	.35

*p<.05, **p<.01

표 5. GMFM과 시공간적 변수의 기술통계 (n=21)

구분	평균±표준편차	범위
GMFM 총점(%)	78.33±16.05	53 98.4
영역 A 눕기와 뒤집기(%)	98.29±2.31	92 100
영역 B 앉기(%)	98.81±2.20	92 100
영역 C 네발기기와 무릎서기(%)	87.67±13.75	60 100
영역 D 서기(%)	60.81±32.19	10 100
영역 E 걷기, 달리기, 도약(%)	46.10±34.89	0 97
보행속도(㎧)	.28±.21	.06 .82
분속수(step/s)	1.22±.75	.28 2.83
보폭(m)	.91±.22	.59 1.32
왼쪽 보거리(m)	.45±.13	.20 .68
오른쪽 보거리(m)	.45±.11	.28 .67
보격(㎜)	157.62±48.59	78 238

적 변수간의 상관성을 알아본 결과 영역 A는 보행관련 시공간적 변수와 유의한 상관관계가 없었고, 영역 B는 분속수(.56), 보행속도(.48)와 낮은 상관관계가 있었으며, 영역 C는 분속수(.70), 보행속도(.65), 오른쪽 보거리(.57), 왼쪽 보거리(.53), 보폭(.34)과 유의한 상관관계가 있었다. 영역 D는 분속수(.82), 보행속도(.77), 보폭(.73), 오른쪽 보거리(.66), 왼쪽 보거리(.62)와 상관관계가 있었으며, 특히 분속수와 높은 상관관계가 있었다. 영역 E는 분속수(.76), 보폭(.75), 보행속도(.73), 오른쪽 보거리(.67), 왼쪽 보거리(.64)와 유의한 상관관계가 있었다. 영역 A, B보다 GMFM 총점, 영역 C, D, E와 유의한 상관성을 보이는 시공간적 변수가 많았다(표 5).

다. 보행관련 시공간적 변수에 영향을 주는 GMFM의 영역

각 시공간적 변수에 영향을 주는 GMFM 총점, A, B, C, D, E 영역의 점수를 단계별 다중회귀분석하였다. 보행속도 증가에 영향을 주는 GMFM의 영역은 D(서기)였다. 보행속도와 영역 D는 .77의 상관관계를 보였고, 회귀식의 설명력은 59.4%(R^2=.594)였다. 분속

표 6. 보조도구사용 보행을 하는 군에서 GMFM과 시공간적 변수간의 상관관계

구분	GMFM 총점	영역 A 눕기와 뒤집기	영역 B 앉기	영역 C 네발기기와 무릎서기	영역 D 서기	영역 E 걷기, 달리기, 도약
보행속도	.39	.44	.56	.07	.40	.51
분속수	.59	.49	.68*	.37	.49	.52
보폭	.22	.48	.16	.00	.02	.67*
왼쪽 보거리	.14	.34	-.03	.00	.04	.69*
오른쪽 보거리	.03	.13	-.20	-.06	-.18	.19
보격	-.08	.27	.34	-.47	-.05	.03

*p<.05

표 7. 선택적 후근절제술 받지 않은 군에서 GMFM과 시공간적 변수간의 상관관계

구분	GMFM 총점	영역 A 눕기와 뒤집기	영역 B 앉기	영역 C 네발기기와 무릎서기	영역 D 서기	영역 E 걷기, 달리기, 도약
보행속도	.38	-.52	.00	.62*	.42	.37
분속수	.22	-.50	.00	.41	.40	.19
보폭	.42	-.53	.00	.51	.42	.42
왼쪽 보거리	.35	-.40	.00	.07	-.05	.05
오른쪽 보거리	.45	-.52	.00	.54	.52	.46
보격	.55	.16	.00	.57	.43	.55

*p<.05

수 증가에 영향을 주는 GMFM의 영역은 D(서기)였다. 분속수와 영역 D는 .82의 상관관계를 보였고, 회귀식의 설명력은 66.4%(R^2=.664)이었다. 보폭 증가에 영향을 주는 것은 GMFM의 총점이었다. 보폭과 GMFM 총점은 .75의 상관관계를 보였고, 회귀식의 설명력은 56.0%(R^2=.560)였다. 보격 증가에 영향을 주는 GMFM의 영역은 E(걷기, 달리기, 도약)였다. 보격과 영역 E 걷기, 달리기, 도약은 .35의 상관관계를 보였고, 회귀식의 설명력은 12.1%(R^2=.121)로 가장 낮았다(표 6).

3. 보행형태에 따른 GMFM과 시공간적 변수

가. 보행형태에 따른 GMFM과 시공간적 변수간의 상관성

완전독립 보행을 하는 군에서는 GMFM과 보행관련 시공간적 변수는 유의한 상관관계가 없었다(표 7). 보조도구사용 보행을 하는 군에서는 영역 B와 분속수(.68), 영역 E와 보폭(.67), 왼쪽 보거리(.69)간에 유의한 상관관계가 있었다(표 8).

표 8. 선택적후근절제술 받지 않은 군과 선택적후근절제술 받은 군의 비교 (n=21)

구분	SPR 받지 않음(n=12)	SPR 받음(n=9)	p
GMFM 총점(%)	89.80±10.55[a]	63.04±5.54[a]	.000**
영역A. 눕기와 뒤집기(%)	99.50±1.24	96.67±2.45	.003**
영역B. 앉기(%)	100.00±.00	97.22±2.68	.002**
영역C. 네발기기와 무릎서기(%)	96.17±7.09	76.33±12.26	.000**
영역D. 서기(%)	82.83±21.37	31.44±16.29	.000**
영역E. 걷기, 달리기, 도약(%)	70.50±25.99	13.56±5.41	.000**
보행속도(㎧)	.40±.20	.13±.07	.001**
분속수(steps/s)	1.68±.64	.61±.36	.000**
보폭(m)	1.04±.18	.74±.12	.000**
왼쪽 보거리(m)	.53±.11	.34±.08	.000**
오른쪽 보거리(m)	.50±.12	.40±.06	.028*
보격(㎜)	163.83±54.91	149.33±40.29	.513
나이(개월)	53.37±15.23	99.43±24.00	.000**
키(㎝)	95.86±7.30	114.43±10.12	.000**
다리길이(㎝)	46.77±6.52	57.56±8.05	.003**

*p<.05, **p<.01 [a]평균 ± 표준편차

나. 보행형태에 따라 GMFM과 시공간적 변수 비교

완전독립 보행을 하는 군과 보조도구사용 보행을 하는 군을 비교한 결과, 보격을 제외하고는 완전독립 보행을 하는 군과 보조도구 사용 보행을 하는 군에서 유의한 차이가 있었다. GMFM 총점, 영역 A, 영역 B, 영역 C, 영역 D, 영역 E, 보행속도, 분속수, 보폭, 왼쪽 보거리, 오른쪽 보거리가 완전독립 보행을 하는 군에서 더 높게 나타났다(표 9).

4. 선택적후근절제술 여부에 따른 GMFM과 시공간적 변수간의 상관성

가. 선택적 후근절제술 여부에 따른 GMFM과 시공간적 변수간의 상관성

선택적후근절제술을 받지 않은 군에서 영역 C와 보행속도(.62)에서 유의한 상관관계가 있었다(표 10). 선택적후근절제술을 받은 군에서는 영역 E와 보폭(.84), 왼쪽 보거리(.77) 간에 상관관계가 있었다(표 11).

표 9. 시공간적 변수에 영향을 주는 GMFM의 영역

	회귀식	X-Y 상관성	R^2	tolerance	Durbin-Watson (d)
보행속도	Y(보행속도)=-0.02388+0.005013×X(영역D)	.77	.594	1.000	2.556
분속수	Y(분속수)=-0.06327+0.01905×X(영역D)	.82	.664	1.000	3.000
보폭	Y(보폭)=0.121+0.01012×X(GMFM 총점)	.75	.560	1.000	1.947
보격	Y(보격)=135.312+0.484×X(영역E)	.35	.121	1.000	2.301

표 10. 완전독립 보행을 하는 군에서 GMFM과 시공간적 변수 간의 상관관계

구분	GMFM 총점	영역 A 눕기와 뒤집기	영역 B 앉기	영역 C 네발기기와 무릎서기	영역 D 서기	영역 E 걷기, 달리기, 도약
보행속도	-.09	-.53	.00	.29	-.01	-.10
분속수	-.35	-.49	.00	-.11	-.04	-.40
보폭	.07	-.55	.00	.21	.06	.07
왼쪽 보거리	-.03	-.45	.00	-.02	-.15	-.01
오른쪽 보거리	.09	-.53	.00	.23	.21	.11
보격	.56	.23	.00	.52	.40	.58

표 11. 선택적후근절제술을 받은 군에서 GMFM과 시공간적 변수간의 상관관계

구분	GMFM 총점	영역 A 눕기와 뒤집기	영역 B 앉기	영역 C 네발기기와 무릎서기	영역 D 서기	영역 E 걷기, 달리기, 도약
보행속도	.30	.53	.57	- .12	.35	.44
분속수	.43	.39	.52	.17	.35	.38
보폭	.30	.52	- .02	.09	.12	.84**
왼쪽 보거리	.07	.19	- .38	.04	.04	.77*
오른쪽 보거리	.08	.55	.02	- .13	- .21	.49
보격	.00	.40	.50	- .44	.10	.18

*p< .05, **p< .01

표 12. 완전독립 보행을 하는 군과 보조도구사용 보행을 하는 군의 비교 (n=21)

구분	완전독립 보행(n=10)	보조도구사용 보행(n=11)	p
GMFM 총점(%)	93.88±4.36[a]	64.20±6.05[a]	.000**
영역A. 눕기와 뒤집기(%)	99.40±1.35	97.27±2.57	.031*
영역B. 앉기(%)	100.00±.00	97.73±2.65	.014*
영역C. 네발기기와 무릎서기(%)	98.80±2.10	77.55±11.72	.000**
영역D. 서기(%)	91.50±5.30	32.91±15.79	.000**
영역E. 걷기, 달리기, 도약(%)	79.70±15.78	15.55±7.37	.000**
보행속도(㎧)	.45±.18	.13±.06	.000**
분속수(step/s)	1.85±.55	.65±.34	.000**
보폭(m)	1.09±.16	.76±.12	.000**
왼쪽 보거리(m)	.54±.09	.37±.11	.001**
오른쪽 보거리(m)	.53±.09	.38±.07	.000**
보격(㎜)	171.70±57.14	144.82±37.49	.214
나이(개월)	55.39±16.00	89.21±31.26	.006**
키(㎝)	97.60±.56	109.47±14.33	.027*
다리길이(㎝)	47.92±.53	54.55±9.85	.088

*p< .05, ** p< .01 [a]평균 ± 표준편차

표 13. 군간 변이 계수 비교 (단위: %)

구분	전체	완전독립 보행	보조도구사용 보행	SPR 받지 않음	SPR 받음
GMFM 총점	20.49	4.64	9.42	11.75	8.79
영역 A. 눕기와 뒤집기	2.35	1.36	2.64	1.25	2.53
영역 B. 앉기	2.23	.00	2.71	.00	2.76
영역 C. 네발기기와 무릎서기	15.68	2.13	15.11	7.37	16.06
영역 D. 서기	52.94	5.79	47.98	25.80	51.81
영역 E. 걷기, 달리기, 도약	75.68	19.80	47.40	36.87	39.90

나. 선택적후근절제술 여부에 따른 GMFM과 시공간적 변수 비교

선택적후근절제술을 받지 않은 군과 선택적후근절제술을 받은 군을 비교한 결과, 보격을 제외하고는 선택적후근절제술을 받지 않은 군과 선택적후근절제술을 받은 군에서 유의한 차이가 있었다. GMFM 총점, 영역 A, 영역 B, 영역 C, 영역 D, 영역 E, 보행속도, 분속수, 보폭, 왼쪽 보거리, 오른쪽 보거리가 선택적후근절제술을 받은 군보다 선택적후근절제술을 받지 않은 군에서 더 높게 나타났다(표 12).

5. 변이 계수

전체 대상자에서 영역 A, 영역 B, 영역 C, 영역 D, 영역 E의 변이 계수(coefficient variation; CV)[1]는 각각 2.35%, 2.23%, 15.68%, 52.94%, 75.68%이었다. 전체 대상자에서의 변이 계수는 영역 E(75.68%)에서 가장 높았고, 영역 D(52.94%), GMFM 총점(20.49), 영역 C(15.68)의 순으로 대상자간에 편차가 큼을 알 수 있었다. 또한, 완전독립 보행과 선택적후근절제술 받지 않은 군에서 영역 D, E의 변이 계수는 각각 5.79%, 19.80%, 25.80%, 36.87%로 전체 대상자에서의 영역 D, E의 변이 계수 52.94%, 75.68%에 비해 낮았다. 그리고 영역 A, B의 변이 계수는 상대적으로 군간에 큰 차이를 보이지 않았다(표 13).

1) 변이 계수(%) = 표준편차/평균×100

Ⅳ. 고찰

GMFM과 보행분석은 뇌성마비환자를 평가하는데 주로 사용되는 방법이다. 그러나 GMFM 총점 및 영역점수와 보행관련 시공간적 변수간에 어떤 상관관계가 있는지는 확실하지 않다(Damiano와 Abel, 1996). 본 연구의 목적은 GMFM과 임상에서 쉽게 접할 수 있는 보행분석인 foot print로 구한 시공간적 변수간의 상관성을 봄으로써, GMFM 총점 및 영역 점수로 뇌성마비아동의 보행을 예측해 보는 것이었다.

대상자의 분포를 보면 뇌성마비의 종류가 양하지마비형이 가장 많았고, 편마비형, 사지마비형의 순이었다. 양하지마비형이 가장 많은 것은 과거에 비해 경직형 양하지마비의 빈도가 증가하는 경향 때문으로 보인다(김진호와 한태륜, 1994). 대상자의 일반적 특성에서는 선택적후근절제술을 받은 군이 선택적후근절제술을 받지 않은 군보다 평균연령이 높았고, 키가 컸고, 다리길이가 길었다. 마찬가지로 완전독립 보행을 하는 군보다 보조도구사용 보행을 하는 군에서 평균연령이 높았고, 키가 컸고, 다리길이가 길었다. 선택적후근절제술을 받은 아동은 모두 보조도구를 사

용하여 보행을 하였으므로 선택적후근절제술 수술 여부에 따른 비교와 보행형태에 따른 비교와 양상이 비슷하였다.

GMFM 영역별 점수의 변이 계수를 살펴보면 영역 A(눕기와 뒤집기), 영역 B(앉기)에서보다 영역 C(네발기기와 무릎서기), D(서기), E(걷기, 달리기, 도약)에서 대상자간에 편차가 컸다. 또, 영역 A, B에서는 보행형태에 따라 또는 선택적후근절제술 수술여부에 따라 나눈 군 사이에 거의 차이를 보이지 않았으나 영역 C에서부터는 점차 격차가 커져 영역 D, E에서는 매우 큰 점수차이를 보였다. 따라서 GMFM 총점은 영역 C, D, E에 의해 큰 차이가 발생했다는 것을 알 수 있었다. 이러한 사실들로부터 대상자들의 운동능력은 앉기에서 서기, 서기에서 걷기로 발달하는 과정이 특히 정체되었다고 생각할 수 있다. 그리고, 자료의 분포성향을 살펴보면, 전체적으로 보면 GMFM 점수가 높은 아동은 보행의 시공간적 변수가 크고, GMFM 점수가 낮은 아동은 시공간적 변수가 작은 형태로 양분화 되는 경향이 있었다. 결과적으로, GMFM 점수가 중간 정도 되고 시공간적 변수가 중간 정도 되는 뇌성마비 아동이 적었다는 것을 알 수 있었다.

GMFM과 시공간적 변수와의 상관성을 보면, GMFM 총점과 시공간적 변수 중 분속수(.80), 보행속도(.76), 보폭(.75), 오른쪽 보거리(.67), 왼쪽 보거리(.64)의 순으로 유의한 상관관계가 있었다. 이것은 Damiano와 Abel(1996)에서 GMFM 총점과 분속수(.79), 보행속도(.72), 보폭(.60)의 순으로 유의한 상관관계가 있었던 것과 유사한 결과이다. 한편, GMFM 영역 점수와 시공간적 변수간의 상관성을 알아본 결과, 영역 A는 보행의 시공간적 변수와 유의한 상관관계가 없었고, 영역 B는 분속수, 보행속도와 낮은 상관관계가 있었다. 영역 C 역시 분속수, 보행속도, 오른쪽 보거리, 왼쪽 보거리와 상관관계가 있었고 영역 B보다는 상관성이 더 높았다. 영역 D는 분속수, 보행속도, 보격, 왼쪽 보거리, 보폭과 상관관계가 있었으며, 특히 분속수와 높은 상관관계가 있었고, 영역 E에서도 분속수, 보폭, 보행속도, 오른쪽 보거리, 왼쪽 보거리와 상관관계가 있었다. 보행과 관련이 있는 영역 D, E가 보행의 시공간적 변수와 더 많은 상관관계를 보이는 것은 당연하다.

그런데 대상자를 보행형태에 따라 또는 선택적후근절제술 수술 여부에 따라 나눈 군에서, 군 각각의 GMFM 총점 및 영역 점수는 시공간적 변수와 큰 상관관계를 보이지 않았다. 이것은 전체 자료의 분포성향에 따른 것으로 생각된다. 즉, 전체적으로 보면 GMFM 점수가 높은 아동이 보행의 시공간적 변수가 크고, GMFM 점수가 낮은 아동은 시공간적 변수가 작다는 상관성을 볼 수 있었지만, 자료 자체가 GMFM 점수가 높은 집단과 GMFM 점수가 낮은 집단으로 무리를 이루고 있어 이를 따로 떼어서 생각할 때에는 별다른 연관성을 찾을 수 없었던 것이다. 그리고 군 각각의 GMFM 총점 및 영역 점수와 시공간적 변수간의 상관성을 보면, 유의하지는 않으나 음의 상관관계를 보이는 항목이 있었다. 특히 완전독립보행을 하는 군에서 GMFM 총점과 분속수, 보행속도가 음의 상관관계를 보였다. GMFM 총점과 보폭은 양의 상관관계를 보였다. GMFM은 낮지만 독립보행을 하는 대부분의 뇌성마비아동들은 앞으로 쏟아지는 듯한 빠른 걸음을 특징적으로 보였는데, 이는 경직성 첨족보행으로 인한 내외측 균형부족을 진행방향관성으로 보완하려는 노력으로 보인다.

Damiano와 Abel(1996)은 GMFM 총점과 보행관련 시공간적 변수간에 유의한 상관관계가 있었다고 보고하였으며, 하나의 관절에 초점을 맞춘 운동형상학이나 운동역학적 요인보다 시공간적 변수가 대동작기능과 많은 관련이 있다고 하였다. 그러나 GMFM은 아동의 대동작기능의 양(quantity)을 평가할 뿐 대동작기능의 질(quality)을 평가하지는 못한다. 대동작기능의 질을 평가하는 도구를 사용한다면 보행의 시공간적 변수보다 운동형상

학적, 운동역학적 요소와 좀 더 높은 상관관계가 있을 것으로 사료된다.

또한, 단계별 다중회귀분석의 결과를 살펴보면, 보행속도와 분속수 증가에 가장 영향을 주는 GMFM 영역은 D, 보폭과 보격 증가에 영향을 주는 GMFM 영역은 E이었다. Damiano와 Abel(1996)은 GMFM 총점에 영향을 주는 시공간적 변수로서 분속수를 보고했고, 이 결과로 분속수가 뇌성마비 아동의 운동수준(motor status)을 예측하는 가장 중요한 변수임을 알 수 있다고 하였다. 그러나 임상에서는 보행분석을 할 수 없는 뇌성마비 아동 즉, 어떤 형태로든 보행이 불가능한 아동이 많다. 따라서 보행의 시공간적 변수가 GMFM에 미치는 영향을 살펴보기보다는, GMFM이 각 시공간적 변수에 미치는 영향과 예측도를 살펴보는 것이 더 타당할 것으로 생각된다.

본 연구는 뇌성마비 아동에서 대동작기능을 평가하는 GMFM의 총점 및 영역 점수와 foot print로 산출한 보행관련 시공간적 변수간의 상관관계를 구명하고, 연관성을 살펴보아 GMFM의 결과로 보행의 시공간적 변수를 예측할 수 있는지 그 가능성을 가늠해보고자 시행되었다. 그러나 보행형태에 따라, 선택적후근절제술 수술 여부에 따라 집단으로 나누기에는 대상자의 수가 부족하였으며, GMFM의 결과와 시공간적 변수간의 상관성만을 보아, 보행에 영향을 미칠 수 있는 강직을 고려하지 못하였다. 보행분석에 있어서도 시공간적 변수에 보행의 단하지 지지기, 양하지 지지기가 포함되지 않았다. 앞으로 뇌성마비 아동의 운동능력을 연구하는데는 이러한 변수들과 더불어 대동작기능의 질에 대한 평가와 운동형상학적, 운동역학적 변수들을 함께 분석하는 것이 더 필요하다고 사료된다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 뇌성마비 아동에서 대동작기능을 평가하는 GMFM의 총점 및 영역 점수와 foot print로 구한 보행관련 시공간적 변수간의 상관관계를 알아보고, GMFM의 결과로 보행의 시공간적 변수를 예측할 수 있는지 그 가능성을 가늠할 목적으로 시행되었으며, 충남대학교병원 소아치료실에 내원하여 물리치료 및 작업치료를 받는 21명의 뇌성마비 아동을 대상하였고, 연구결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전체 대상자에서 GMFM 총점과 시공간적 변수와의 상관성을 알아본 결과, 시공간적 변수 중 분속수, 보행속도, 보폭, 오른쪽 보거리, 왼쪽 보거리의 순으로 유의한 상관관계가 있었으며, GMFM 영역 점수와의 상관성에서는 영역 A(눕기와 뒤집기), B(앉기), C(네발기기와 무릎서기) 보다는 영역 D(서기), E(걷기, 달리기, 도약)와 유의한 상관성이 있는 시공간적 변수가 더 많았다.
2. 보행의 시공간적 변수 중 보행속도와 분속수의 증가에 가장 영향을 주는 GMFM 영역은 D(서기)였고, 보폭의 증가에 가장 영향을 주는 것은 GMFM 총점, 보격의 증가에 가장 영향을 주는 GMFM 영역은 E(걷기, 달리기, 도약)였다.

그러나, GMFM 점수와 시공간적 변수는 질이 아닌 양을 측정하는 척도이므로, GMFM 점수로 보행능력의 발달이 진행된 정도를 예측하기는 어렵다고 본다.

또한 임상에서는 보행분석을 할 수 없는 아동 즉, 어떤 형태로든 보행이 불가능한 뇌성마비 아동이 많으므로, 선행연구에서와 같이 보행관련 시공간적 변수가 GMFM에 미치는 영향을 살펴보기보다는, GMFM이 각 시공간적 변수에 미치는 영향과 예측도를 살펴보는 것이 더 타당하다고 생각된다.

인용문헌

김봉옥. 임상보행분석의 방법. 대한재활의학회지. 1994;18(2):191-202.

김영록. 뇌성마비 아동에서 선택적 척수 신경후근 절단술후의 운동능력의 변화. 석사학위논문, 연세대학교 보건대학원. 1993.

김진호, 한태륜. 재활의학. 삼화출판사. 1994.

김택훈, 구애련, 김종만. 편마비 환자의 단하지 보조기 착용유무에 따른 하지 체중지지율과 보행특성의 변화에 관한 연구. 한국전문물리치료학회지. 1996;3(2):55-76.

윤승호, 김봉옥 역. 임상보행분석. 세진기획. 1994.

이충휘, 황선관, 최흥식. 대동작 측정도구의 측정자간 신뢰도. 한국전문물리치료학회지. 1995;2(1):1-13.

장영재, 전중선. 편마비 환자에서 PLS 착용 전·후의 선형적 변수의 비교 연구. 한국Bobath학회지. 1999;4(1):1-15.

전계호, 김봉옥, 윤승호. 선택적 척추 후세근 절제술이 뇌성마비 아동의 재활에 미치는 영향. 대한재활의학회지. 1997;21(2):399-405.

정진우. 척추와 사지의 검진. 대학서림. 1996.

Abel MF, Damiano DL. Strategies for increasing walking speed in diplegic cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 1996;16(6):753-758.

Boenig DD. Evaluation of a clinical method of gait analysis. Phys Ther. 1997;57(7):795-798.

Clarkson BH. Absorbent paper method for recording foot placement during gait: Suggestion form the field. Phys Ther. 1983;63(3):345-346.

Damiano DL, Abel MF. Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1996;38:389-396.

Drouin LM, Malouin F, Richards CL, Marcous S. Correlation between the gross motor function measure scores and gait spatiotemporal measures in children with neurological impairments. Dev Med Child Neurol. 1996;38:1007-1019.

Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, et al. Clinical gait assesment in the neurological impaired: Reliability and meaningfulness. Phys Ther. 1984;64(1):35-40.

Kramer JF, MacPhail HEA. Relationship among measures of walking efficiency, gross motor ability and isokinetic strength in adolescents with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther. 1994;6:3-8.

Nordmark E, Hagglund G, Jarnlo GB. Reliability of the gross motor function measure in cerebral palsy. Scand J Rehabil Med. 1997;29(1):25-28.

Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, et al. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. Phys Ther. 2000;80(10):974-985.

Parker DF, Carriere L, Hebestreit H, et al. Muscle performance and gross motor function of children with spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol, 1993;35(1):17-23.

Russell D, Rosenbaum P, Gowland C, et al. Gross Motor Function Measure Manual. 2nd eds. Owen Sound, Gross Motor Measures Group. 1993.

Shores M. Footprint analysis in gait documentation: An instructional sheet format. Phys Ther. 1980;60(9):1163-1167.

Wolf SL. A method for quantifying ambulatory activities. Phys Ther. 1979;59(6):767-768.