

정형외과 수술 후 횡단면에서의 경직성 양지마비형 뇌성마비의 보행 변화

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

나동욱 · 박은숙 · 박찬우 · 남희승 · 정호익 · 박창일

Changes of Kinematic Parameters on Transverse Plane after Orthopaedic Surgery in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy

Dong Wook Rha, M.D., Eun Sook Park, M.D., Chan Woo Park, M.D., Hee Seung Nam, M.D., Ho Ik Chung, M.D. and Chang-il Park, M.D.

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

Objective: The aim of this study was to evaluate the effect of orthopaedic surgery for correcting gait deviation on transverse plane with regard to the kinematic parameters in children with spastic diplegic cerebral palsy (CP).

Method: Forty-one children with spastic diplegic CP were included. They were divided into 3 groups: femoral derotational osteotomy (FDRO) group, multiple hip internal rotator lengthening (without FDRO) group and medial hamstring lengthening only group. Gait analysis was done before and at least 6 months after operation using Vicon 370 system (Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK).

Results: In FDRO group, average values of hip internal ro-

tation and foot progression internal rotation were significantly improved (from 12.3° to 0.5° and from 6.5° to -11.2°), but pelvic rotation was not changed. In another 2 groups without FDRO, there was no significant change in all kinematic parameters on transverse plane after surgery.

Conclusion: In children with spastic diplegic CP, there were improvements in kinematic parameters of hip and foot on transverse plane after FDRO. However, the lengthening of medial hamstrings and other hip internal rotator muscles without FDRO had no significant effect on kinematic parameters on transverse plane. (*J Korean Acad Rehab Med* 2006; 30: 475-480)

Key Words: Cerebral palsy, Gait analysis, Transverse plane, Orthopaedic surgery

서 론

경직성 뇌성마비 환아에서 하지의 내회전 변형으로 인한 족부 횡단면에서의 족부 전진 이상은 흔히 관찰되는 보행 이상이며, 이러한 이상보행은 고관절의 내회전, 경골 내염전(tibial internal torsion), 전족부 내전(forefoot adductus) 등에 의하여 발생할 수 있다.^{1,2,21)} 이 중 고관절의 내회전은 고관절 내회전근과 외회전근 간의 경직성, 길이, 근력 등의 불균형으로 인하여 발생하며, 골격계의 변형으로 인한 대퇴골 앞경사(femoral anteversion)의 증가가 동반되는 경우도 있다.¹⁾ 이와 같이 보행 중 고관절 내회전이 비정상적으로 증가하게 되면 족부 전진의 내회전이 증가되어 내족보행(toe-in gait)이 발생할 뿐 아니라, 이에 대한 보상기전으로 환측 골반의 외회전이 증가되는 등 이차적인 보행 이상이 발생할 수 있다고 알려져 있다.¹⁸⁾

고관절 내회전에 작용하는 근육으로는 내측 슬와부근육이 잘 알려져 있으며, 요근, 대퇴근막장근 및 중둔근의 전방 근섬유 등도 고관절을 내회전시키는 근육이다.⁹⁾ 따라서 이들 근육의 경직이나 단축이 고관절 내회전 보행을 유발하는 원인이 될 수 있으며,^{6,20)} 이에 대한 근건연장술을 시행한 경우 내회전 보행의 교정을 기대할 수 있다.^{8,10,17)} 또한 고관절 내회전 보행에 대퇴골 앞경사의 증가가 동반된 경우에는 이의 교정을 위한 대퇴골 염전 절골술(derotational osteotomy)을 연부조직 수술과 함께 시행하는 것이 임상적으로 보편화된 수술 방법이다.¹⁾ 이전의 연구들에서 대퇴골 염전 절골술이 대퇴골 앞경사가 증가된 고관절 내회전 보행의 치료에 효과가 있음이 여러 저자들에 의해 보고되었으나, 동반되는 횡단면 상의 골반이나 족부 전진의 변화에 대하여는 연구 대상과 조건에 따라 서로 다른 결과가 보고되었다.^{1,11,13,15)} 특히 내측 슬와부근육의 경직이 고관절 내회전 보행에 영향을 주는 것으로 알려져 있음에도 이 근육의 연장술 후 고관절 내회전 보행의 호전 여부에 대해서는 부정적인 연구 결과들이 보고되고 있으며,^{3,4)} 위에 언급한 요근, 대퇴근막장근, 중둔근의 전방 근섬유 등과 같은 다른 고관절 내회전근의 연장술의 효과에 대한 연구는 매우 드물다.¹⁰⁾

따라서 본 연구에서는 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아

접수일: 2006년 5월 25일, 게재승인일: 2006년 8월 17일
교신저자: 박찬우, 서울시 서대문구 신촌동 134
☎ 120-752, 신촌세브란스병원 재활의학과
Tel: 02-2228-3730, Fax: 02-363-2795
E-mail: yyyellow@hanmail.net

를 대상으로 고관절 내회전근의 근건연장술과 대퇴골 엄전 절골술의 시행 전후에 보행분석을 실시하여 이러한 수술적 치료가 보행 시 횡단면 상의 운동형상학적 지표에 미치는 영향을 비교해 보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

본원 재활의학과에 내원한 경직성 양지마비형 뇌성마비 환자 중 2001년 2월부터 2004년 5월 사이에 정형외과 수술을 받았고, 수술 전 고관절 내회전 소견을 보였으며, 수술 후 보행분석을 다시 시행한 41명을 대상으로 하여 수술 전·후의 보행분석을 후향적으로 연구하였다. 모든 대상 환자들은 수술 전·후에 보조기 등의 도움 없이 독립적 보행이 가능하였으며, 횡단면 상의 보행이상에 영향을 미칠 수 있는 다른 변형 즉, 경골 엄전이나 전족부 내전 등에 대한 교정수술을 시행한 환자는 연구 대상에서 제외되었다. 연구 대상은 대퇴골 엄전 절골술과 연부조직 수술을 함께 시행한 군, 내측 슬와부근육과 기타 고관절 내회전근(요근, 대퇴근막장근 또는 중둔근의 전방 근섬유)의 근건연장술을 함께 시행한 군, 내측 슬와부근육의 근건연장술만 시행한 군의 세 군으로 분류되었고, 각 군의 수는 16명, 11명, 14명이었다. 대상군의 연령은 각각 평균 7.0세, 7.5세와 7.8세였고, 수술 후 추적 검사까지의 기간은 평균 13.8개월, 11.8개월과 14.0개월로 각 군 간에 차이가 없었다(Table 1). 대상 환자에서 세 군으로 분류하는 기준이 되는 수술들 외에도 장내전근, 외측 슬와부근육, 비복근 등의 근건연장술과 대퇴직근 전이술이 동반되어 시행되었으며, 동반 시행된 수술들의 종류는 세 군에서 의미 있는 차이가 없었다(Table 2).

Table 1. Characteristics of Subjects

	FDRO ¹⁾ (n=16)	Without FDRO ¹⁾ (n=25)	
		HIRL ²⁾ & MHL ³⁾ (n=11)	MHL ³⁾ (n=14)
Age at surgery (years)*	7.0±2.7	7.5±2.4	7.8±4.0
Sex (male/female)	7/9	10/1	8/6
Time to follow-up (months)*	13.8±3.6	11.8±2.8	14.0±3.8

1. FDRO: Femoral derotation osteotomy, 2. HIRL: Hip internal rotator muscles (psoas muscle, tensor fascia lata muscle, anterior fiber of gluteus medius muscle) lengthening, 3. MHL: Medial hamstring lengthening

*Values are mean±standard deviation.

2) 연구방법

운동형상학적 지표는 3차원적 동작분석 장비인 VICON 370 Motion Analysis System (Oxford Metrics Inc., Oxford, UK)을 이용하여 측정하였으며, 각각 수술 전과 수술 후 최소 6개월 경과 후에 추적검사를 시행하였다. 검사 시행 전에 적외선 카메라에서 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위하여 영점조정(calibration)을 시행한 후, VICON 프로토콜에 따라 기립 정지 상태에서 천골 표식자, 양측 골반 표식자, 양측 대퇴 표식자, 양측 슬관절 표식자, 양측 경골 표식자, 양측 족관절 표식자, 양측 전족부 표식자 등 총 13개의 표식자를 부착하여 검사를 시행하였다. 검사 대상자의 신체부위에 표식을 부착하는 작업은 항상 한 명의 숙련된 검사자가 시행하여 오차를 줄이도록 하였다. 검사는 맨발인 상태에서 시행되었고 우선 8미터 길이의 보도를 수 차례 걷게 하여 평상시의 자연스러운 보행을 유도하였으며, 검사하는 동안은 최소한 6차례 이상의 보행을 시도하여 측정치의 평균값을 사용하였다. 3차원 동작분석에서 얻어진 정보를 VICON clinical management (Oxford Metrics Inc., Oxford, UK) 소프트웨어로 분석하여 각 보행 주기에 따른 횡단면 상의 운동 형상학적 자료를 구하였으며, 전체 보행 주기에서 횡단면 상의 골반 내회전, 고관절 내회전, 족부전진 내회전의 최대값, 최소값 및 보행 주기 동안의 평균값을 모두 산출하였다. 양지마비형 뇌성마비 환자에서는 일측 하지의

Table 2. Accompanying Surgical Procedures

Surgical procedures	FDRO ¹⁾ (n=16)	Without FDRO ¹⁾ (n=25)	
		HIRL ²⁾ & MHL ³⁾ (n=11)	MHL ³⁾ (n=14)
Psoas lengthening	11	9	0
Tensor fascia lata and anterior fiber of gluteus medius lengthening	5	5	0
Adductor longus lengthening	3	2	0
Rectus femoris transfer to sartorius	6	3	6
Medial hamstring lengthening	16	10	14
Lateral hamstring lengthening	1	2	0
Gastrocnemius lengthening	15	8	14

Values are number of cases.

1. FDRO: Femoral derotation osteotomy, 2. HIRL: Hip internal rotator muscles (psoas muscle, tensor fascia lata muscle, anterior fiber of gluteus medius muscle) lengthening, 3. MHL: Medial hamstring lengthening

횡단면 상 보행이상 소견이 반대측 하지의 보행양상에 영향을 줄 수 있음을 고려하여, 대상 환자들의 양하지 중 횡단면 상의 고관절 내회전의 최대값이 더 큰 하지를 포함하여 수술 전과 후의 각 지표들을 비교 분석하였다. 각 부위에서 측정된 지표는 내회전을 양수로, 외회전을 음수로 표시하였다. 수술 전과 수술 후의 횡단면상 지표들은 Wilcoxon signed rank 검사법을 사용하여 비교하였다. 결과의 통계처리에는 SPSS 11.0 for window를 이용하였으며, p값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1) 골반의 횡단면상 지표

세 군 모두에서 골반 횡단면 상의 모든 지표들은 수술 후 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 3).

2) 고관절의 횡단면상 지표

대퇴골 염전 절골술과 연부조직 수술을 함께 시행한 군의 고관절 내회전은 최대값, 최소값, 평균값 모두 중간값이 각각 28.2도에서 17.0도, 3.2도에서 -15.1도, 12.3도에서 0.5도로 통계적으로 유의하게 감소하여(p<0.05)(Table 3), 수술 후 고관절 내회전이 정상 범위 내로 호전되었다(Fig.). 하지만 나머지 두 군에서는 고관절의 내회전이 수술 후 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 3).

3) 족부 전진의 횡단면상 지표

대퇴골 염전 절골술과 연부조직 수술을 함께 시행한 군의 족부 전진의 내회전은 최대값, 최소값, 평균값 모두 중간값이 각각 16.8도에서 -3.4도, -9.1도에서 -18.7도, 6.5도에서 -11.2도로 통계적으로 유의하게 감소하여(p<0.05)(Table 3), 수술 후 족부 전진의 내회전이 정상 범위 내로

Table 3. Changes of Kinematic Parameters on Transverse Plane after Surgery

	FDRO ¹⁾ (n=16)		Without FDRO ¹⁾ (n=25)			
	Preoperative	Postoperative	HIRL ²⁾ & MHL ³⁾ (n=11)		MHL ³⁾ (n=14)	
			Preoperative	Postoperative	Preoperative	Postoperative
Pelvic rotation						
Maximum	11.7 (0.0~28.7)	8.2 (-3.5~33.0)	4.5 (-8.6~17.2)	2.1 (-6.5~21.2)	9.8 (-1.9~32.6)	6.3 (-6.3~28.2)
Minimum	-11.3 (-28.9~3.1)	-11.0 (-23.4~0.0)	-18.2 (-25.6~1.1)	-9.8 (-23.8~-1.4)	-10.1 (-14.0~0.0)	-10.2 (-26.7~4.1)
Mean	-2.1 (-10.8~39.4)	-1.6 (-12.9~10.9)	-5.9 (-18.1~8.3)	-3.5 (-11.3~1.4)	-1.2 (-6.6~9.3)	-2.9 (-12.0~17.2)
Hip rotation						
Maximum	28.2 (8.5~40.4)	17.0* (1.6~32.5)	19.2 (5.7~43.3)	17.8 (8.7~26.5)	16.3 (8.7~36.0)	18.6 (9.8~34.5)
Minimum	3.2 (-16.2~9.7)	-15.1* (-25.3~2.2)	-4.6 (-35.4~11.1)	-9.3 (-21.1~-0.6)	-13.2 (-25.8~2.6)	-8.3 (-20.4~6.0)
Mean	12.3 (-4.3~22.8)	0.5* (-10.0~12.5)	5.0 (-8.5~18.3)	3.8 (-8.1~8.7)	2.7 (-7.0~14.7)	2.1 (-2.6~17.0)
Foot progression						
Maximum	16.8 (-10.8~39.4)	-3.4* (-21.9~13.4)	1.3 (-9.8~40.6)	-1.3 (-16.7~19.3)	3.0 (-22.5~56.6)	-2.2 (-20.4~27.9)
Minimum	-9.1 (-29.3~15.5)	-18.7* (-39.1~-3.0)	-16.5 (-34.6~13.2)	-18.2 (-60.0~-4.1)	-13.3 (-36.8~28.0)	-21.0 (-36.9~14.1)
Mean	6.5 (-18.6~24.0)	-11.2* (-27.6~2.5)	-4.8 (-22.9~26.4)	-10.6 (-26.0~5.6)	-3.6 (-26.5~43.5)	-11.3 (-23.8~23.2)

Values are median (minimum~maximum). Negative values indicate external rotation and positive values indicate internal rotation.
 1. FDRO: Femoral derotation osteotomy, 2. HIRL: Hip internal rotator muscles (psoas muscle, tensor fascia lata muscle, anterior fiber of gluteus medius muscle) lengthening, 3. MHL: Medial hamstring lengthening
 *p<0.05 by Wilcoxon signed rank test between before and after surgery

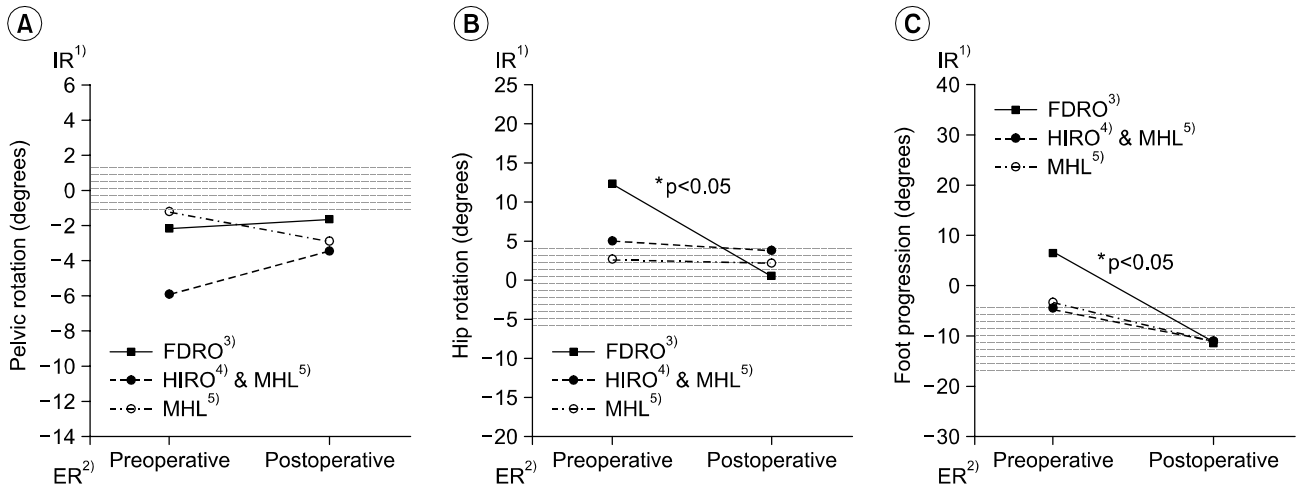


Fig. Changes of average kinematic parameters (median) on transverse plane: there was no significant change of (A) pelvic rotation in all groups. But there were significant improvements of (B) hip rotation and (C) foot progression in FDRO group. Shaded area was normal range (mean±1 standard deviation) from our motion laboratory database. 1. IR: Internal rotation, 2. ER: External rotation, 3. FDRO: Femoral derotation osteotomy, 4. HIRO: Hip internal rotator muscles (psoas muscle, tensor fascia lata muscle, anterior fiber of gluteus medius muscle) lengthening, 5. MHL: Medial hamstring lengthening.

회전되었다(Fig.). 하지만 나머지 두 군에서는 족부 전진의 내회전이 수술 후 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 3).

고찰

정상 아동에서는 출생 초기에 대퇴골 앞경사가 30도 정도로 증가되어 있지만 연령이 증가하고 골격이 성숙함에 따라 성인 수준인 15도 정도로 경사도가 감소된다.⁷⁾ 하지만 뇌성마비 환자에서는 연령이 증가해도 대퇴골의 내회전 증가 소견이 교정되지 않는 경우가 흔히 관찰된다.^{5,12)} 이러한 현상의 원인에 대하여 Shefelbine과 Carter¹⁹⁾는 경직성 뇌성마비 환자에서 요근의 경직이 대퇴 소전자를 전상방으로 끌어당기고 고관절 내회전근에 의해 대퇴에 내회전력이 가해지는 상황에서 발생하는 고관절 반응력이 대퇴골 성장판에 영향을 미쳐 환자의 성장에 따라 대퇴골 앞경사가 증가한다고 설명하였다. 이와 같이 뇌성마비 환자에서 증가된 대퇴골 앞경사를 교정하기 위한 대퇴골 염전 절골술 후의 보행양상의 호전에 대하여는 많은 연구 결과들이 보고되어 왔다. Murray-Weir 등¹³⁾은 수술 1년 후에 보행분석을 실시하여 횡단면 상의 고관절 내회전뿐 아니라 시상면 상의 고관절 굴곡 및 골반의 전방경사가 호전되었다고 보고하였으며, 정 등¹⁾은 전자간 대퇴골 염전 절골술 후 고관절 외전근의 근력 약화 소견이 호전되어 관상면 상의 골반 기울임도 호전되었다고 보고하였다. Aminian 등²⁾은 경직성 편마비형 뇌성마비 환자에서 고관절 내회전이 증가하면 족부 전진의 내회전이 증가하게 되고, 이를 중립적 위치로 유지하기 위한 보상기전으로 환측 골반의 외회전이 증가하게 되며 대퇴골 염전 절골술 후에는 이러한 고관절 내회전과 골반 외

회전이 감소하였다고 보고하였다. Ounpuu 등¹⁵⁾은 20명의 경직성 양지마비형 뇌성마비 환자의 대퇴골 염전 절골술 후 보행을 분석한 결과, 고관절과 족부 전진의 내회전은 감소하였지만 골반 외회전에는 변화가 없다고 보고하였다. 이에 Kay 등¹¹⁾은 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아에서 골반 회전의 비대칭성을 보이는 경우에 환아의 양하지를 모두 분석에 포함시키면 수술 후 골반 외회전의 호전 소견이 서로 상쇄될 수 있음을 지적하고, 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아의 양하지 중 골반 외회전의 증가 소견이 큰 하나만을 분석하여 대퇴골 염전 절골술 후에 골반 외회전이 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 41명의 경직성 양지마비형 뇌성마비 환자의 82하지 중 고관절 내회전의 최대값이 큰 쪽의 41 하지만을 분석하여, 정형외과 수술의 종류와 상관없이 모든 군에서 골반 회전의 이상소견에는 변화가 없음을 관찰하였다. 실제 대상 환자의 수술 전 보행분석 결과를 살펴보면 고관절 내회전의 최대값이 큰 41 하지 중 24 하지에서만 골반의 외회전이 증가하였고 나머지 17 하지에서는 오히려 골반 내회전이 증가된 소견을 관찰할 수 있었다. 경직성 양지마비형 뇌성마비 환자의 보행 시 골반의 비정상적인 외회전 증가 소견은 환측 하지의 고관절 내회전 증가에 따른 보상기전 외에도 여러 다른 유발인자들 즉, 고관절 굴근의 근력약화로 인한 보폭의 감소, 족저굴근의 근력감소로 인한 진출기(push-off phase)의 기능적 다리 길이 감소 등에 의해 유발될 수 있으며, 또한 이에 대한 보상기전으로 오히려 골반의 내회전이 증가될 수도 있다.^{14,16)} 따라서 Kay 등¹¹⁾의 연구에서와 같이 고관절 내회전 증가에 대한 보상기전으로 골반의 외회전이 증가된 환자만을 선택적으로 분석한 경우에는 대퇴골 염전 절골술 후의

호전을 기대할 수 있으나, 골반의 이상회전을 유발하는 여러 다른 원인들을 고려하면 이러한 결과를 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아에서 일반적으로 적용할 수는 없으며, 이로 인해 많은 연구들에서 서로 상이한 결과가 보고되는 것으로 생각한다.

고관절 내회전근의 경직은 대퇴골 내회전 변형을 유발할 뿐 아니라 하지 내회전 보행의 원인이 된다고 알려져 있다. 특히 보행 시 고관절 내회전이 증가된 뇌성마비 환아들의 근전도 검사를 이용한 연구들에서 내측 슬와부근육의 활동성이 증가되어 있음이 보고되었으며,^{6,20)} 몇몇 연구들에서 내측 슬와부근육 연장술 후 고관절 내회전 보행이 호전되었음이 보고되었다.^{8,17)} 하지만 본 연구에서는 내측 슬와부근육 연장술을 시행한 환자군의 골반, 고관절, 족부 전진의 횡단면 상 운동형상학적 지표들에서 모두 의미 있는 변화를 관찰할 수 없었다. 보행 시 내측 슬와부근육의 수축 및 이완이 고관절에 미치는 영향을 자기공명영상 검사와 컴퓨터 분석을 통한 가상실험으로 분석한 연구들에서는 실제 보행 시 이 근육이 고관절 내회전에 미치는 영향이 미미하거나 오히려 외회전을 유발한다고 보고되고 있으며,^{3,4)} Kay 등¹¹⁾은 내측 슬와부근육의 연장술 후 고관절의 내회전에는 변화가 없었다고 보고하였다.

내측 슬와부근육 외의 고관절 내회전근 연장술이 횡단면 상 보행이상에 미치는 영향에 대해서는 Joseph¹⁰⁾이 고관절 내회전 보행을 보이는 6명의 경직성 양지 뇌성마비 환아들에서 중둔근 전방섬유의 연장술을 시행한 후 횡단면 상 보행양상의 호전을 보고한 바 있지만 객관적 분석이 아닌 임상적 관찰에 의한 보고였고, 그 외의 다른 고관절 내회전근의 영향에 대한 연구들은 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 내측 슬와부근육 연장술과 함께 요근, 대퇴근막장근 또는 중둔근 전방섬유의 연장술을 시행한 환아군의 수술 전·후 변화를 살펴보았는데, 골반, 고관절, 족부 전진의 이상회전이 모두 호전된 양상을 보였으나 통계적인 의미는 없었다. Joseph¹⁰⁾의 연구에서는 근전도 검사를 이용하여 보행 시 중둔근 전방섬유의 활동성이 증가되고 요근과 내측 슬와부근육의 단축소견이 없는 환아만을 대상으로 한 반면, 본 연구에서는 이학적 검사와 보행분석 결과만을 바탕으로 근연장술을 시행하여 환자의 선택에 차이가 있었기 때문에, 이러한 고관절 내회전근의 영향을 파악하기 위해서는 추후 보다 정확한 환자의 선택을 통한 분석이 필요할 것으로 생각한다.

본 연구는 횡단면 상의 이상 보행을 교정하기 위한 정형외과 수술 중 그 동안 많은 연구가 시행되었던 대퇴골 염전 절골술과 내측 슬와부근육 연장술의 효과뿐 아니라 요근, 대퇴근막장근 및 중둔근의 전방섬유 등의 기타 고관절 내회전근 연장술 후의 변화를 분석했다는 데에 의의가 있다. 하지만 세 군이 수술 방법에 따라 후향적으로 분류되었으므로 각 군의 수술 전 횡단면 상의 이상 소견의 정도가 다

르기 때문에 횡단면 상의 보행 이상을 교정할 때 어느 수술 방법이 더 우월한지는 비교할 수 없었으며, 대상군의 수가 적었고, 동반 시행된 다른 근건연장술이 횡단면 상의 보행양상에 미치는 영향을 배제하지 못하였다는 등의 한계점이 있다. 또한 수술 후 추적 검사 기간이 일정하지 않았고, 1년 이내로 짧은 환아들도 다수 포함되었다. 이는 대상 환아들에서 수술 후 시공간적 지표에 유의한 호전을 보이지 않았던 결과에도 영향을 주었으리라 생각한다. 따라서 추후 보다 균일한 환자군의 선택을 바탕으로 더 많은 환자들을 대상으로 한 장기적인 추적연구의 시행이 횡단면 상의 이상 보행을 보이는 뇌성마비 환아의 수술적 치료 선택에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

결 론

본 연구에서는 하지의 정형외과 수술을 시행 받은 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아 중 수술 전에 고관절 내회전 보행 소견을 보인 41명의 41 하지를 대퇴골 염전 절골술을 포함한 연부조직 수술을 시행한 군, 내측 슬와부근육과 기타 고관절 내회전근(요근, 대퇴근막장근 또는 중둔근의 전방 근섬유)의 근건연장술을 함께 시행한 군, 내측 슬와부근육의 근건연장술만 시행한 군의 세 군으로 분류하여 수술 전후 시행된 보행분석을 토대로 다음과 같은 결과를 얻었다. 경직성 양지마비형 뇌성마비 환아에서 대퇴골 염전 절골술 후에 골반에서의 횡단면 상의 이상 회전은 유의한 변화가 없었으나, 고관절 내회전과 족부 전진의 내회전 증가 소견이 호전되었다. 하지만 내측 슬와부근육 및 고관절 내회전근의 연장술 같은 연부조직 수술만을 시행한 경우에는 횡단면 상 보행이상의 호전을 관찰할 수 없었다.

참 고 문 헌

- 1) 정진엽, 이기석, 최인호, 조태준, 김하용, 오현철: 경직형 뇌성마비에서 전자간 대퇴골 염전 절골술이 고관절 관상면에 미치는 영향: 운동형상학적 및 운동역학적 분석. 대한정형외과학회지 2000; 35: 89-96
- 2) Aminian A, Vankoski SJ, Dias L, Novak RA: Spastic hemiplegic cerebral palsy and the femoral derotation osteotomy: effect at the pelvis and hip in the transverse plane during gait. J Pediatr Orthop 2003; 23: 314-320
- 3) Arnold AS, Asakawa DJ, Delp SL: Do the hamstrings and adductors contribute to excessive internal rotation of the hip in persons with cerebral palsy? Gait Posture 2000; 11: 181-190
- 4) Arnold AS, Delp SL: Rotational moment arms of the medial hamstrings and adductors vary with femoral geometry and limb position: implications for the treatment of internally rotated gait. J Biomech 2001; 34: 437-447
- 5) Beals RK: Developmental changes in the femur and acetabulum. J Bone Joint Surg 1963; 45: 131-140

- bulum in spastic paraplegia and diplegia. *Dev Med Child Neurol* 1969; 11: 303-313
- 6) Chong KC, Vojnic CD, Quanbury AO, Letts RM: The assessment of the internal rotation gait in cerebral palsy: an electromyographic gait analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1978; 132: 145-150
 - 7) Fabry G, MacEwen GD, Shands AR Jr: Torsion of the femur. A follow-up study in normal and abnormal conditions. *J Bone Joint Surg Am* 1973; 55: 1726-1738
 - 8) Hoffer MM: Management of the hip in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 629-631
 - 9) Jenkins DB: Hollinshead's functional anatomy of the limbs and back, 7th ed, Philadelphia: WB Saunders Co, 1998, pp239- 298
 - 10) Joseph B: Treatment of internal rotation gait due to gluteus medius and minimus overactivity in cerebral palsy: anatomical rationale of a new surgical procedure and preliminary results in twelve hips. *Clin Anat* 1998; 11: 22-28
 - 11) Kay RM, Rethlefsen S, Reed M, Do KP, Skaggs DL, Wren TA: Changes in pelvic rotation after soft tissue and bony surgery in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 278-282
 - 12) Lewis FR, Samilson RR, Lucas DB: Femoral torsion and coxa valga in cerebral palsy: a preliminary report. *Dev Med Child Neurol* 1964; 186: 591-597
 - 13) Murray-Weir M, Root L, Peterson M, Lenhoff M, Daly L, Wagner C, Marcus P: Proximal femoral varus rotation osteotomy in cerebral palsy: a prospective gait study. *J Pediatr Orthop* 2003; 23: 321-329
 - 14) Noritake K, Stout JL, Gage JR: Pelvic rotation during walking in children with spastic hemiplegia cerebral palsy. *Gait Posture* 1998; 7: 164
 - 15) Ounpuu S, DeLuca P, Davis R, Romness M: Long-term effects of femoral derotation osteotomies: an evaluation using three-dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 139-145
 - 16) Perry J: *Gait analysis: normal and pathological function*, 1st ed, Thorofare: SLACK Inc., 1992, pp265-279
 - 17) Root L: Treatment of hip problems in cerebral palsy. *Instr Course Lect* 1987; 36: 237-252
 - 18) Saraph V, Zwick EB, Zwick G, Dreier M, Steinwender G, Linhart W: Effect of derotation osteotomy of the femur on hip and pelvis rotations in hemiplegic and diplegic children. *J Pediatr Orthop B* 2002; 11: 159-166
 - 19) Shefelbine SJ, Carter DR: Mechanobiological predictions of femoral anteversion in cerebral palsy. *Ann Biomed Eng* 2004; 32: 297-305
 - 20) Sutherland DH, Schottstaedt ER, Larsen LJ, Ashley RK, Callander JN, James PM: Clinical and electromyographic study of seven spastic children with internal rotation gait. *J Bone Joint Surg Am* 1969; 51: 1070-1082
 - 21) Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM: Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop* 2005; 25: 79-83