경직형 뇌성마비 아동의 내전근 긴장도에 따른 고관절 탈구에 관한 연구

김정환 · 오명화* · 김찬규**
메디필 재활의학과 물리치료실 · 동신대학교 물리치료학과*
한려대학교 물리치료학과**

Dislocation of the Hip According to the Adductor Muscle Tension of Spastic Cerebral Palsy

Jeong-Hwan Kim · Myung-Hwa Oh* · Chan-Kyu Kim**

Dept. of Physical Therapy, Mediphil Center
*Department of Physical Therapy, Dong-Shin University**
*Department of Physical Therapy, Hanlyo University***

Abstract

The purpose of this study were to determine the proper measurements for hip deformity in spastic cerebral palsy patients, and the correlation of hip deformity with neurological involvement and ability of ambulation. Thirty children with cerebral palsy (22 males, 8 females) were evaluated by measurements of the migration index, acetabular index, center edge angle from bilateral hip APs(Anterior Posterior view). And adductor muscle tone were evaluated by adductor tone rating scale and modified ashworth scale. The results were as follows; The incidence of hip dislocation, among the thirty children fifteen children were found to be dislocated, and more significantly high in non-walking group than in walking group ($p<0.05$) and in quadriplegia than in diplegia ($p<0.05$). Dislocation for the severe spasticity was significantly higher than for mild spasticity($p<0.05$). When compared normal hip with dislocation hip, the migration index was significantly higher ($p<0.01$) and the center edge angle was lower in the dislocation hip than in the normal hip. Correlation of radiological findings in right and left hip, the migration index and the center edge angle were highly correlated ($p<0.01$). Therefore, it is recommended to evaluate the hip of cerebral palsy with radiological as well as physical examination in early childhood.

Key words : Cerebral palsy, Dislocation, Radiological Finding

I. 서 론

뇌성마비는 뇌 손상에 의한 마비, 근육 약증, 협응장애, 기타 운동 기능 장애로 특징 지워지는 신경 장애(박주현 등, 1996)로 5세 이전의 미성숙한 뇌에 비진행성 병변 또는 손상으로 인하여 나타나는 운동과 자세의

장애를 보이는 임상 증후군으로 정신박약, 간질, 언어장애, 시청각장애 등의 동반 장애가 나타나며(강윤규, 1997), 근 골격계의 발달에도 심각한 장애를 동반한다. 근 골격계 발달 장애들 중에서도 고관절 탈구 및 아탈구는 뇌성마비 환아 들에서 발생할 수 있는 여러 합병증들 중 하나로서 그 발생 빈도가 높은 것으로 알려져 있고 발목관절 변형에 이어 가장 흔한 변형으로 알려져 있다(김영진 등, 2002).

뇌성마비 아동의 고관절 탈구의 발생요인은 신경학적 마비 부위의 정도, 경직의 정도, 대퇴 전경각의 증가와 고관절 굴곡-내전 구축 등 여러 원인이 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다(한수봉 등, 1991). 경직으로 인한 근력의 불균형이 현저하고 잘못 습관 된 자세가 지속되면 이에 적응하기 위해 연부 조직과 골의 변화가 초래되며, 중력 자극의 결손이 지속되어 점차 고관절 탈구나 아탈구가 일어나게 된다(Cornell, 1995).

뇌성마비의 고관절 탈구의 일반적 발생빈도는 26~28%이며, 특히 완전 침상간호가 필요한 사지마비형 뇌성마비에서는 고관절 탈구의 발생빈도가 급속히 증가하여 50~75%에 이르는 것으로 보고되어지고 있다(정인희 등 1971). 뇌성마비의 고관절 아탈구는 일반적으로 3세부터 출현하고, 탈구는 7~8세에 이르러 나타나며(Dimitrios, 2000), 김영진 등(2002)은 고관절의 탈구가 대개 2세에서 10세 사이에서 발생한다고 보고하였다.

뇌성마비 아동의 고관절은 태생 시에는 정상이지만 6~18개월부터 내전근과 고관절 굴곡근의 경직이 시작되면서 변형도 시작된다(Dimitrios, 2000). 경직으로 인한 근육의 불균형은 골격구조를 급속히 변형시키며, 이로 인해 정상적인 움직임과 체중부하가 방해받아 관골구의 결함을 유발시킨다(Howard et al, 1985). 이는 또한 대퇴 전경의 증가, 관골구와 대퇴 골두의 이형성증 및 성장판의 장애, 고관절 탈구 등의 중요한 원인으로 알려져 있다. 뇌성마비 아동에서 경직형 내전근과 약화된 외전근이 있으면 성장의 지연과 대퇴부 성장판의 신장자극이 결손 되어 대퇴 경부의 정상적인 내반 형성 발달이 안되므로 보다 초기에 내전근의 경직완화, 외전근의 근력 강화, 체중 부하를 시켜 외반 변형과 대퇴전경을 예방해야 한다 .

고관절 탈구는 이학적 검사와 방사선 측정으로 진단하게 된다. 이중 방사선 촬영은 주로 고관절 전면상을 촬영하여 여러 가지 각도를 측정하게 된다. 측정된 각도의 선택은 질환의 원인과 환자의 연령에 따라 달라진다. 뇌성마비에서 주로 이용되는 각도는 고관절 이동지수(migration index, MI)와 관골구 지수(acetabula index, AI), 중앙연각(center edge angle, CE)이다(James et al, 1989).

뇌성마비 아동의 근 골격계 발달장애에 대한 치료는 가장 흔하게 발견되는 족부 변형에 대한 치료를 강조한 나머지 고관절 변형은 종종 간과되어 변형이 진행되거나 고정된 후 발견되는 경우가 많아 적절한 치료 시기를 놓치거나 또는 치료 효과를 경감시키는 요인으로 작용되는 수 가 많다. 따라서 치료 초기부터 뇌성마비 아동의 고관절에 대한 임상관찰 및 검사가 시행되어야 하며, 가능한 조기발견을 통해 적절한 치료를 시행하여 고관절 변형을 예방하고 최소화하는 것이 중요하다(박주현 등, 1996).

이에 본 연구에서는 4~6세의 경직형 뇌성마비 아동들을 대상으로 고관절 탈구의 발생빈도를 알아보고, 고관절 전면상을 촬영

하여 고관절 이동지수, 관골구 지수, 중앙연각을 측정하고 ATR(Adductor Tone rating)과 MAS(Modified Ashworth Scale)를 이용하여 하지 전체와 내전근의 긴장도를 측정하였으며 각각의 측정치를 비교하여 측정항목 간의 상관성을 분석하여 내전근 긴장도가 탈구에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

2001년 9월부터 2003년 9월까지 광주광역시에 소재한 재활의학과 의원에 내원한 경직형 뇌성마비 아동 중 근 긴장도를 감소시키기 위한 어떠한 약물이나 외과적 수술도 시행하지 않은 30명을 대상으로 하였다.

대상자의 성별은 남아 22명(73.3%), 여아 8명(26.7%)이었으며, 연령은 4세에서 6세까지였다. 신경학적 마비유형은 사지마비가 11명(36.7 %), 양 하지마비가 19명(63.3%)이었으며, 이 중 보행가능이 14명(46.7%), 보행불가능이 16명(53.3%)이었다.

2. 연구도구

본 연구에서는 고관절 탈구에 대한 방사선학적 측정을 위해 방사선 촬영장치 (Hyun Dai Medical X ray, SEMI-3, Korea)를 사용하였으며 보행능력과 관련된 기능적 평가는 Gross Motor Function Classification System(GMFCS)을 이용하였다. GMFCS에 따라 1단계에서부터 5단계까지 분류하였고, 그 중 1~2단계는 보행군으로 3~5단계는 비보행군으로 구분하였다. 대상자의 일반적·임상적 특성에 대한 자료 수집은 의무기록지를 이용하였다

3. 연구방법

1) 방사선학적 측정

대상자의 양측 고관절 전면상을 한 장에 촬영하여 고관절 탈구 유무와 정도를 측정하였다. 고관절 단순 방사선 촬영 시 자세는 보호자의 도움 하에 가능한 한 표준화된 자세를 취하도록 하였으며 대상자가 바로 누운 자세로 골반이 평행을 이루고 양 하지의 고관절이 중립의 위치에 있도록 하였다(Scrutton and Baird, 1997). 촬영된 양측 고관절 단순 방사선 사진을 이용하여 고관절 이동지수, 관골구 지수, 중앙연각을 측정하였다(Scrutton and Baird, 1997).

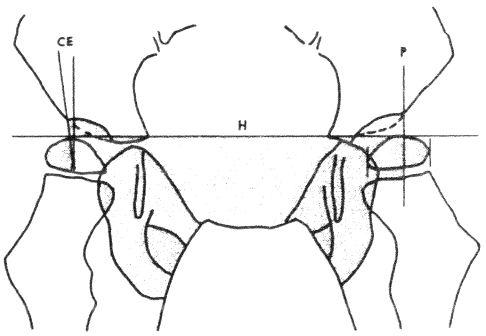

그림 1. Center Edge Angle(CE)
H=Hilgenreiner's Line, P= Perkins' Line

고관절 측정방법으로 관골구 지수는 비구개의 외측 단과 내측 단을 연결한 선이 Hilgenreiner선과 이루는 각을 측정하였으며(Parrott et. al. 2002), 중앙연각은 대퇴 골두의 중심과 비구개의 외측 단을 연결한 선이 Perkins선과 이루는 각도를 측정하였다.

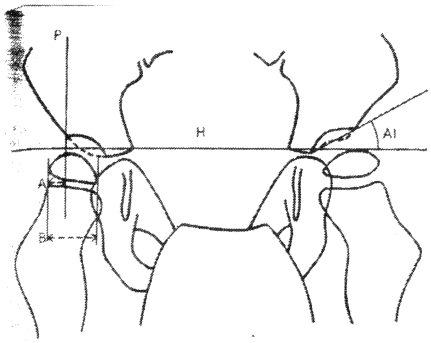

그림 2. Acetabular Index(AI)
Migration Index (MI)=A/B×100%
H=Hilgenreiner's Line
P=Perkins' Line

이동지수는 양측 삼방 연골 (trira-diate cartilage)을 연결하는 Hilgenreiner선에 수직으로 Perkins선을 그은 후 대퇴 골두가 Perkins선의 외측으로 벗어난 정도를 백분율로 계산한 값으로 하였다(그림 1, 2).

4. 분석방법

통계분석은 SPSS-PC+를 사용하였으며, 고관절 탈구 발생빈도는 χ^2 test를 이용하였으며, 방사선학적 측정 항목들 간의 상관관계는 Pearson's correlation을 이용하여 분석하였다.

III. 연구결과

1. 대상자의 탈구 발생빈도 분석

1) 대상자의 특성에 따른 탈구 발생빈도

대상자의 일반적 특성에 따른 고관절의 탈구 발생빈도는 남자가 10명(54.5%), 여자가 5명(62.5%) 이었고, 연령은 4세가 7명(50.0%), 5세는 4명(33.3%), 6세는 4명(40.0%) 이었다.

대상자의 임상적 특성에 따른 고관절의 탈구 발생빈도로 마비유형에서는 사지마비가 9명(81.8%), 양 하지마비가 6명(31.6%)이였으며, 보행유무에서는 보행가능이 3명(21.

표 1. 대상자의 특성에 따른 탈구 발생빈도

		Subjects(N)	Incidence(%)	χ^2
Gender				
	M	22	10(45.5)	0.170
	F	8	5(62.5)	
Age				
	4	14	7(50.0)	1.067
	5	6	4(33.3)	
	6	10	4(40.0)	
Type				
	Quadriplegia	11	9(81.8)	5.167**
	Diplegia	19	6(31.6)	
Walking ability				
	Walking	14	3(21.4)	6.563**
	Non-walking	16	12(75.0)	

**p<0.01

표 2. 대상자의 내전근 긴장도에 따른 탈구의 발생빈도 unit: N(%)

	Grade	Rt. N=30	Rt. Dislocation	χ^2	Lt. N=30	Lt. Dislocation	χ^2
ATR							
	1	11	5(45.5)	3.366	9	2(22.2)	7.938*
	2	8	6(75.0)		9	5(55.6)	
	3	9	7(77.8)		8	6(75.0)	
	4	2	2(100.0)		4	4(100.0)	
MAS							
	1	8	5(62.5)	5.019	6	1(16.7)	6.138
	1+	8	3(37.5)		10	5(50.0)	
	2	12	10(83.3)		10	7(70.0)	
	3	2	2(100.0)		4	4(100.0)	

ATR : Adductor Tone Rating
MAS : Modified Ashworth Scale
*$p<0.05$

4%), 보행 불가능이 12명(75.0%)으로 모두 유의한 차이를 보였다($p<0.01$)(표 1).

2) 대상자의 내전근 긴장도에 따른 탈구의 발생빈도

대상자의 근 긴장도에 따른 탈구 발생빈도는 우측 고관절 ATR 1단계에서 5명(45.5%), 2단계는 6명(75.0%), 3단계는 7명(77.8%), 4단계는 2명이었다. 좌측 고관절 ATR 1단계에서는 2명(22.2%), 2단계는 5명(55.6%), 3단계는 6명(75.0%), 4단계는 4명 모두 탈구를 보여 좌측 내전근에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

MAS와의 비교 측정에서는 우측 및 좌측 고관절 각각 Grade 1는 5명(62.5%), 1명(16.7%), Grade 1+는 3명(37.5%), 5명(50.0%), Grade 2는 10명(83.3%), 7명(70.0%),

표 3. 방사선학적 측정에 의한 탈구의 발생빈도

		Right N	Right %	Left N	Left %
AI (°)	< 45	30	100.0	30	100.0
	≧45	0	0.0	0	0.0
CE (°)	≦15	13	43.3	15	50.0
	>15	17	56.7	15	50.0
MI (%)	< 30	14	46.7	13	43.3
	≧30	16	53.3	17	56.7

AI : acetabular index
CE : center edge angle
MI : migration index

표 4. 우측 고관절의 근 긴장도와 방사선학적 측정항목 변수간의 상관관계

	ATR	MAS	AI	CE	MI
ATR					
MAS	0.911**				
AI	0.339	0.341			
CE	-0.538**	-0.504**	-0.228		
MI	0.635**	0.608**	0.361	-0.896**	

AI : acetabular index
CE : center edge angle
MI : migration index
* $p<0.05$
** $p<0.001$

표 5. 좌측 고관절의 근 긴장도와 방사선학적 측정항목 변수간의 상관관계

	ATR	MAS	AI	CE	MI
ATR					
MAS	0.891**				
AI	0.600**	0.529**			
CE	-0.676**	-0.684**	-0.523*		
MI	0.700**	0.702**	0.562**	-0.939**	

AI : acetabular index
CE : center edge angle
MI : migration index
* $p<0.05$
** $p< 0.001$

Grade 3는 2명(100%), 4명(100%) 모두 탈구를 보여 좌측 고관절에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(표 2). Grade zero와 Grade 4는 대상자 중에 없었다.

3) 방사선학적 측정에 의한 탈구의 발생빈도

대상자 전체에서 고관절 탈구는 15명(50%)으로, 이중 양측성이 12명(40%), 편측성이 3명(10%)이었다. 방사선학적 평가에 의한 탈구 발생빈도를 살펴보면 관골구 지수는 30명(100%)이 양측 고관절 모두 45°이하였고, 중앙 연각은 우측 고관절 13명(41.3%), 좌측 고관절 15명(50.0%)이 15°이하였으며, 이동지수는 우측 고관절 16명(53.3%), 좌측 고관절 17명(56.7%)이 30%이상이었다(표 3).

2. 근 긴장도와 방사선학적 측정항목 변수간의 상관관계

대상자의 근 긴장도와 방사선학적 진단

항목 간 상관계수를 구한 결과, 우측과 좌측 고관절에서 근 긴장도 측정 항목인 ATR과 MAS, 근긴장도 측정 항목과 방사선학적 측정 항목 간에 유의한 상관관계가 있었다 ($p<0.01$)(표 4, 5).

IV. 고 찰

출생시 뇌성마비 아동의 고관절은 해부학적으로 정상이다. 그러나 성장과 함께 경직으로 인한 근 긴장도의 불균형 등으로 인해 아탈구로 진행하게 되고, 이 중 일부는 탈구에 이르게 된다(박주현 등, 1996).

본 연구에서도 내전근의 긴장도에 따른 고관절의 탈구의 빈도가 증가했으며, 긴장도가 가장 높은 grade 4에서는 우측, 좌측 대상 아동 모두 탈구를 보였다. Cornell 등(1995)은 경직으로 인한 근 긴장도의 불균형은 고관절 탈구를 유발하는 중요한 인자 중 하나라고 하였고 고관절의 내전근, 굴근 및 내회근의 과도한 경직과 상대적으로 약화된 외전근, 신근 및 외회근 간의 불균형으로 인해 탈구가 유발된다고 하였다. 반면에 Cook 등(1989)은 내전근의 근 긴장도와 척추 측만증이 고관절 탈구의 원인으로 중요하지만 내전근의 긴장도와 척추 측만증 없이도 고관절의 탈구가 발생한다고 하였다. 본 연구의 근 긴장도에 따른 고관절의 탈구의 발생빈도에서 보면 비교적 긴장도가 낮은 grade 1 단계에서도 탈구가 많이 나타난 것을 볼 수 있었다.

본 연구에서 경직형 뇌성마비 아동의 고관절 탈구 발생빈도가 50%로 Dimitrios 등(2000)의 2.6%에서 45% 보다는 다소 높게 나타났다. 이전의 여러 연구결과에 비해 다소 높은 발생빈도를 나타낸 이유는 다른 연구에 비해 연령분포가 4세에서 6세로 제한되어있고, 마비유형이 경직형으로 분포되어 있기 때문인 것으로 생각된다. Samilson 등(1972)은 뇌성마비 아동의 고관절 탈구가 발생하는 평균연령이 7세였다고 하였고, 김영진 등(2002)은 연령이 많을수록 증가한다고 보고하였다. 대부분의 연구에서도 대개 5세에서 7세 사이로 알려져 있지만 본 연구에서는 연령에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 그 이유는 6세에 해당하는 아동이 보행 가능한 아동이 많았고 지속적인 치료에 의한 것으로 사료된다. 따라서 뇌성마비 아동의 고관절 아탈구 및 탈구에 대한 예방 및 관리를 위해서는 조기에 적절한 물리치료를 하는 것이 중요하다고 생각된다.

방사선 촬영을 이용하여 고관절 탈구를 식별하는 방법은 주로 고관절 전면상을 촬영하여 간편하게 시행할 수 있는데 반하여 저자들마다 여러 기준 지표를 이용하여 보고하였으며 명확도에 대한 의견도 다양하다(Parrott et al, 2002). 박주현 등(1996)의 보고에서는 여러 지표들 가운데 골화된 대퇴골두가 골화된 비구개를 벗어난 정도를 나타내는 이동지수가 아동의 체위 변동에 좌우되지 않으며 탈구의 발견에 가장 민감한 지표라고 하였는데 본 연구에서도 유의성이 높게 나타났다. 관골구 지수와 중앙연각은 보조적인 기준 지표라고 하였다.

본 연구에서도 관골구 지수는 전 항목에서 정상아동보다 증가는 되어 있었지만 유의하지는 않았다. 고관절 탈구의 평가기준은 관골구 지수가 45° 이상이며, 중앙연각은 15° 이하, 이동지수는 30% 이상으로 하였다. 김영진 등(2002)은 탈구의 유무에 따라 고관절을 분류하고 두 군 간의 관골구 지수를

비교하였을 때 관골구 지수의 평균치가 탈구가 있는 고관절 군에서 의미 있게 증가되어 있어 이동지수와 함께 관골구 지수도 적절한 지표라고 하였는데 해 본 연구에서는 다르게 나타났다. 그 이유는 본 연구의 탈구 관골구 지수 기준각도가 45°이상으로 높았기 때문인 것으로 사료된다. 김희상 등(1994)의 연구에서는 관골구 지수의 탈구 기준 각도를 26°이상으로 나타내고 있다. 중앙연각 역시 탈구가 있는 아동에서 의미 있게 감소된 소견을 보였지만 기존의 여러 보고에서 중앙연각은 방사선 촬영시 아동의 체위 변동에 따라 그 측정값이 달라질 수 있고 영유아기에는 골두의 중심이 아직 명확하게 나타나지 않는 경우도 있다 하여 보조 지표로만 사용하는 것이 좋을 것이라고 하였다(김영진 등, 2002). 대퇴골 경간각은 여러 연구에서 정상아와 차이를 보이지 않아 뇌성마비 아동의 관절 탈구를 진단하는데 적절한 지표가 되지 않는 것으로 생각되어 본 연구에서는 기준지표로 사용하지 않았다. 이동지수의 기준은 저자들마다 다소 차이가 있다. 대부분의 저자들이 33.3%를 기준으로 설정하고 있고 김영진 등(2002)은 고관절 탈구의 조기발견의 중요성을 들어 25%를 기준으로 설정하기도 하였으나 본 연구에서는 Miller와 Bagg의 30%를 기준으로 설정하였다.

뇌성마비 아동들의 고관절 탈구는 족 관절의 변형에 이어 흔히 발생하는 합병증으로 Chung 등(2001)은 치료하지 않는다면 체간의 불균형으로 인해 앉는 자세 유지가 힘들어지고 상지 사용의 능력에까지 영향을 미치며 50%에서 심한 통증을 동반해 보행에 심각한 문제를 초래한다고 하였다. 하지만 조기에 고관절에 대한 평가가 이루어지고 적절하고 적극적인 재활치료가 이루어진다면 어느 정도 예방도 가능하다는 것을 본 연구에서 알 수 있었다. 본 연구의 제한점은 대상자가 4세에서 6세의 경직형 뇌성마비 아동으로 제한되어 있어 전체 뇌성마비 아동을 대변하기에는 미흡하다. 추후에는 연구 대상자의 수를 늘리고 근 긴장도 평가에 있어 측정방법들을 보완한 좀 더 심층적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 경직형 뇌성마비 아동의 고관절의 탈구의 발생빈도와 내전근 긴장도와의 상관관계를 알아보기 위해 경직형 뇌성마비 아동 30명을 대상으로 방사선 촬영을 실시하여 탈구의 발생 빈도, 방사선학적 측정 항목간의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

4세에서 6세의 경직형 뇌성마비 아동의 고관절 탈구 발생빈도는 다른 병변을 가진 아동들의 발생빈도에 비하여 높은 편이었으며, 특히 마비유형에 따른 발생빈도는 양지마비 보다는 사지마비가 현격히 높았으며, 보행유무에서도 보행이 불가능한 증례에서 발생빈도가 높았다. 또한 경직형 뇌성마비 아동의 고관절 탈구를 평가하는 방사선학적 측정 방법 중에는 관골구 지수보다는 중앙연각과 이동지수가 보다 유용하였으며, 방사선학적 측정 방법 간에 상관관계도 높은 것으로 나타났다.

따라서 뇌성마비 아동의 물리치료진단 과정에서 운동발달평가와 함께 근 골격계 평가가 매우 중요하게 다루어져야 할 것으로 생각되며, 특히 보행능력에 직접적인 영향을 주는 고관절 탈구를 조기에 진단하고 예방

및 관리를 하기 위해서는 근 긴장도 측정을 포함한 이학적 평가와 방사선학적 평가가 함께 이루어져야 한다는 결론을 얻었다.

참고문헌

김영진, 김형준, 송우현 등. 뇌성마비 아동에서 발생하는 조기 고관절 아탈구. 대한재활의학회지. 2002;26(5):514-518.

김희상, 안경희. 뇌성마비 아동의 고관절과 골반의 변형. 대한재활의학회지. 1994;18(1):89-97.

박주현, 강세윤, 윤연중 등: 뇌성마비 아동의 고관절 변형에 대한 연구. 대한재활의학회. 1996;20(4):838-847.

정인회, 이회수: 선천성 고관절 탈구에 관한 임상적 연구. 대한정형외과학회지. 1971;6(3):171-181.

한수봉, 김남현, 민경대. 경직성 뇌성마비환자의 고관절 내전 구축에 대한 수술적 치료. 대한정형외과학회지. 1991;26(4):1238-1242.

Chung-Ting Wu, Shier-Chieg Huang, and Chia-Huang Chang. Surgical treatment of subluxation and dislocation of the hips in cerebral palsy patients. J Formos Med Assoc. 2001;100(4):250-255.

Conylbeare M. The early diagnosis of developmental dysplasia of the hip. Curr orthop. 2002;16 :57-64.

Cooke PH, Cole WG, Carey RPL. Dislocation of the hip & cerebral palsy-natural history and predictability. J Bone Joint Surg. 1989;71B:441-446.

Cornell M.S. The hip of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1995;37:173-181.

Dimitrios M, Walter A, Andrea S, Leonhard D. Hip deformities in walking patients with cerebral palsy. Gait Posture. 2000;11:86-91.

Howard CB, Mcklbbin B, Williams LA et al. Factors affecting the incidence of hip dislocation in cerebral palsy. 1985;67-B(4):530-532.

James G. Gamble, Lawrence A. Rinsky, and Eugene E. Bleck. Established hip kislocations in children with cerebral palsy. 1990;253:90-99.

Jennifer P, Roslyn W. Boyol, M. et al. Hip displacement in spastic cerebral palsy. Repeatability of radiologic measurement. J. Pediar otrhop. 2002;22(5):660-667.

Miller F, Mark R. Bagg. Age and migration percentage as risk factors for progression in spastic hip disease. Dev Med Child Neurol. 1995;37:449-455.

Reimers T. The stability of the hip in children. A radiological study of the result of muscle surgery in cerebral palsy. Acta orthop Scand Suppl. 1980;184:1~100.

Samilson RL et al. Dislocation and subluxation of the hip in cerebral palsy. 1972;54A(4):863-873.

Scrutton D, Baird G. Surveillance measures of the hips of children with bilateral cerebral palsy. Arch Dis Child. 1997;76:381-384.