

뇌성마비 환아에서 발생하는 조기 고관절 아탈구

울산대학교 의과대학 서울아산병원 재활의학교실

김영진 · 김형준 · 송우현 · 최경효 · 성인영

Early Subluxation of Hip in Children with Cerebral Palsy

Young Jin Kim, M.D., Hyoung Joon Kim, M.D., Woo Hyun Song, M.D., Kyoung Hyo Choi, M.D. and In Young Sung, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

Objective: Hip deformity is one of the common problems in children with cerebral palsy. And it is important to detect hip subluxation or dislocation as early as possible. The purpose of this study is to find the incidence of hip subluxation in early childhood in patients with cerebral palsy.

Method: We reviewed clinical and radiological records of children with cerebral palsy under 36 months of age. We measured migration index, acetabular index, center edge angle and neck shaft angle from hip X-ray of patients.

Results: Total 76 patients were included in this study. The mean of migration index was $4.5 \pm 7.5\%$ at 8~12 months, $10.9 \pm 11.9\%$ at 13~24 months, and $18.2 \pm 13.0\%$ at 25~36 months ($p < 0.05$). Twenty one patients (27.6%) were above 25% on the migration index. The neuromotor type

of cerebral palsy in 21 patients with hip subluxation, were spastic in 20 (95.2%) except one child. The incidence of hip subluxation was 25.0% (8/32) for quadriplegia, 29.6% (8/27) for diplegia and 50.0% (4/8) for hemiplegia. The acetabular index was significantly higher and the center edge angle was lower in the subluxated hip group than in the non-subluxated hip group, though no significant difference in the neck shaft angle.

Conclusion: We concluded that the hip subluxation in cerebral palsy can occur under 36 months of age with a relatively high incidence. Therefore, it is recommended to evaluate the hip of cerebral palsy with radiological as well as clinical examination in early childhood. (**J Korean Acad Rehab Med 2002; 26: 514-518**)

Key Words: Cerebral palsy, Hip subluxation, Migration index

서 론

고관절 아탈구 및 탈구는 뇌성마비 환아들에서 발생할 수 있는 여러 합병증들 중 하나로서 그 발생 빈도가 높은 것으로 알려져 있고 적절한 치료를 하지 않을 경우에는 앉는 자세와 보행 이상, 척추 측만증, 고관절 동통, 회음부 위생의 지장 등을 초래하게 된다.^{6,8)} 따라서 뇌성마비 환아들의 재활 치료에 있어서 고관절 변형에 대한 조기 발견과 적극적인 치료는 중요한 사항이다. 이러한 고관절 아탈구, 탈구의 빈도는 여러 연구마다 연구 대상의 연령, 임상 유형 분포 등이 달라서 차이가 있으며²⁾ 1995년 Root 등¹⁸⁾은 여러 연구들을 비교 검토한 결과 발생 빈도가 22%에서 45%로 다양하다고 보고하였다. 국내 연구에서는 1994년 김과 안¹⁾

이 4세에서 21세 사이의 뇌성마비 환자 123명을 조사하여 고관절 아탈구 또는 탈구가 27.6%에서 관찰되었다고 보고하였으나 연령 범위가 광범위하여 고관절의 조기 아탈구의 빈도는 정확히 알 수 없었다. 그리고 1996년 박 등²⁾은 유아기의 고관절 아탈구의 빈도를 알아보기 위해 16개월에서 60개월 사이의 뇌성마비 환아들을 대상으로 조사하여 28.8%에서 고관절의 아탈구가 관찰되었다고 보고한 바 있으나 대상 환자의 총 수가 33명으로 비교적 적은 한계가 있었다.

뇌성 마비 환아의 고관절 아탈구는 대개 2세에서 10세 사이에 발생한다고 알려져 있다.¹²⁾ 이는 다시 말해서 2세 이전에도 고관절의 변형이 발생하기 시작할 수 있으며 또한 2세 이전이라도 일부 환아에서는 고관절 아탈구가 발생할 수 있다는 것을 의미한다. 이처럼 뇌성마비 환아의 고관절 아탈구는 비교적 이른 시기에도 발생이 가능하다고 알려져 있지만 아직까지 조기 고관절 아탈구의 빈도에 대한 연구는 미흡한 실정이며 고관절 평가의 적절한 시작 시기에 대한 연구도 부족한 편이다. 이에 본 연구에서는 국내의 이전 연구와 비교하여 좀 더 이른 시기인 3세 이전의 뇌성마비 환아들을 대상으로 고관절 단순 방사선 촬영을 시행하여

접수일: 2002년 5월 15일, 게재승인일: 2002년 7월 27일
교신저자: 성인영, 서울시 송파구 풍납 2동 388-1
☎ 138-736, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 재활의학교실
Tel: 02-3010-3792, Fax: 02-3010-6964
E-mail: iysung@amc.seoul.kr

조기 고관절 아탈구의 빈도를 알아보려고 하였다. 또한 이와 더불어 고관절 아탈구와 뇌성 마비의 임상 유형, 경직의 정도와의 상관관계를 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1997년 7월부터 2001년 9월까지 서울아산병원 재활의학 과에서 입원 또는 외래 치료를 받은 뇌성마비 환아들 중 생후 36개월 이전에 고관절 단순 방사선 사진을 촬영한 환아들을 대상으로 하였다. 고관절 단순 방사선 사진 촬영 시 환아의 자세는 보호자의 도움하에 가능한 한 표준화된 자세를 취하도록 하였으며 환아가 앙와위 자세로 골반이 평행을 이루고 양하지의 고관절이 중립의 위치에 있도록 하였다.^{10,20} 연구는 후향적 방법으로 시행하였으며 양측 고관절 단순 방사선 사진에서 고관절 이동 지수(migration index, MI), 관골구 지수(acetabular index, AI), 중앙 연각(center edge angle, CEA), 대퇴골 경간각(neck shaft angle, NSA)을 측정하였다.

고관절 평가 방법 중 이동 지수는 양측 삼방 연골(tri-radiate cartilage)을 연결하는 Hilgenreiner선을 긋고 비구 개(acetabular roof)의 외측 단에서 Hilgenreiner선에 수직으로 Perkins선을 그은 후 대퇴 골두가 Perkins선의 외측으로 벗어난 정도를 백분율로 계산한 값으로 하였다. 관골구 지수는 비구개의 외측 단과 내측 단을 연결한 선이 Hilgenreiner 선과 이루는 각도를 측정하였다. 중앙 연각은 대퇴 골두의 중심과 비구 개의 외측 단을 연결한 선이 Perkins선과 이루는 각도를 측정하였다. 대퇴골 경간각은 대퇴경축(femoral neck axis)과 대퇴골간축(femoral shaft axis)이 이루는 각도를 측정하였다.

1980년 Reimers¹⁷는 경직성 뇌성마비 환아들의 고관절 아탈구를 평가하는 데 있어서 이동 지수가 가장 유용하다고 하였다. 고관절 아탈구를 정의하는 이동 지수의 기준은 저자들마다 다소 차이가 있다. 많은 저자들이 이동지수가 33% 이상일 경우를 고관절 아탈구의 기준으로 설정하였지만^{7,17,21} Miller와 Bagg¹³는 30%를 그 기준으로 설정하였다. 그리고 Miller 등¹⁴은 뇌성마비 환아의 고관절 아탈구의 수술적 치료와 예후에 관한 연구에서 이동 지수가 25% 이상 일 때 고관절 아탈구의 기준으로 하였다. 이처럼 고관절 이동 지수가 33% 이상인 경우를 고관절 아탈구의 기준으로 하는 것이 보편적으로 되어 있지만 뇌성 마비 환아의 고관절 아탈구가 비교적 흔히 발생하며, 또한 조기 발견과 치료가 매우 중요하므로 본 연구에서는 고관절 아탈구의 기준을 이동 지수가 25% 이상인 경우로 정하였다. 뇌성마비의 임상 유형은 경직형과 그 외 불수의 운동형, 혼합형, 저긴장형을 모두 포함하여 비경직형으로 분류하였고, 경직형은 다시 사지마비, 양하지마비, 편마비로 분류하였다. 경직성 뇌성마비 환아의 경직에 따른 분류는 modified Ashworth

scale을 이용하여 grade I, grade I+, grade II 또는 III로 분류하였다. 그리고 뇌성마비의 임상 유형, 경직의 정도에 따른 각 집단 간의 이동 지수를 비교하였다. 또한 아탈구가 관찰된 고관절군과 관찰되지 않은 고관절 군으로 분류하여 이동 지수 이외에 위에서 설명한 지표들의 평균치를 비교하였다.

결 과

대상 환아의 연령 및 성별 분포는 남아 48명, 여아 28명으로 총 76명이었으며 고관절 단순 방사선 촬영 당시 연령은 8~12개월이 15명(19.7%), 13~24개월이 36명(47.4%), 25~36개월이 25명(32.9%)으로 평균 연령은 20.3±8.5개월이었다.

전체 76명의 환아 중 고관절 아탈구가 관찰된 환아는 모두 21명으로 27.6%이었으며 연령에 따른 분포는 8~12개월 사이의 연령군에서는 고관절 아탈구가 관찰되지 않았고 13~24개월 사이의 연령군에서는 9명(25.0%), 25~36개월 사이의 연령군에서는 12명(48.0%)의 환아에서 고관절 아탈구가 관찰되었다. 하지만 고관절 아탈구의 기준을 이동 지수가 33%인 경우로 하였을 때에는 고관절의 아탈구가 10명(13.2%)의 환아에서 관찰되었다. 각 연령군의 고관절 이동 지수는 각각 4.5%, 10.9%, 18.2%로 연령이 증가할수록 의미 있게 증가하였다(Table 1). 그리고 고관절 아탈구가 관찰된 환아 중 최소 연령은 14개월이었다.

임상적 유형별 분포는 경직형이 67명(88.2%)이었고 비경직형이 9명(11.8%)이었으며, 고관절 아탈구를 보인 환아 21명 중 20명이 경직형이었다. 경직성 뇌성마비 환아 67명 중 사지마비가 32명(47.8%), 양하지마비가 27명(40.3%), 편마비가 8명(11.9%)이었고 이 중 고관절 아탈구를 보인 환아는 각각 8명(25.0%), 8명(29.6%), 4명(50.0%)이었다(Table 2).

경직성 뇌성마비 환아의 경직의 정도를 modified Ashworth scale을 이용하여 분류하였을 때 grade I은 45명(67.2%), grade I+는 14명(20.9%), grade II 또는 III는 8명(11.9%)이었고, 이들 중 고관절 아탈구는 각각 12명(26.7%), 5명(35.7%), 3명(37.5%)에서 관찰되어 경직의 정도가 심할

Table 1. Migration Index and Subluxation according to Age

Age (months)	MI ¹⁾ (%)*	No. of subluxation (%)
8~12	4.5±7.5	0 (0)
13~24	10.9±11.9	9 (25.0)
25~36	18.2±13.0	12 (48.0)

Values are mean±standard deviation.

1. MI: Migration index

*p<0.05

Table 2. Subluxation according to Type of Cerebral Palsy

Type	Total	No. of subluxation (%)
Spastic	67	20 (29.9)
Quadriplegic	32	8 (25.0)
Diplegic	27	8 (29.6)
Hemiplegic	8	4 (50.0)
Non-spastic	9	1 (11.1)

Table 3. Subluxation according to Severity of Spasticity¹⁾

Spasticity	Total	No. of subluxation (%)
Grade I	45	12 (26.7)
Grade I+	14	5 (35.7)
Grade II, III	8	3 (37.5)

1. Classified by modified Ashworth scale

수록 발생 빈도가 증가하는 경향을 보였다(Table 3).

76명 전체 환자의 고관절 152예를 아탈구 유무에 따라 두 군으로 분류하였고 아탈구가 관찰된 고관절은 30예이었다. 그리고 두 군 사이의 관절구 지수, 중앙 연각, 대퇴골 경간각의 평균치를 비교하였다. 관절구 지수는 각각 25.4°, 21.4°로 아탈구가 관찰된 고관절군에서 의미있게 증가되어 있었다. 반대로 중앙 연각은 각각 16.5°, 25.6°로 아탈구가 있는 고관절군에서 의미있게 감소되어 있었다. 하지만 두 군간의 대퇴골 경간각은 155.1°, 152.3°로 아탈구가 있는 고관절군에서 증가되어 있었지만 통계학적으로 의미있는 차이는 없었다(Table 4).

고찰

뇌성마비 환아들에게서 고관절의 아탈구 또는 탈구는 여러 가지 인자에 의해 결정된다. 고관절 주위 근육들의 경직과 근육군 간의 불균형, 뇌성마비의 임상적 유형, 신경학적 발달 미성숙과 이로 인한 원시반사의 지속, 체중 부하와 보행 가능성, 척추 측만증 등이 연관이 있는 것으로 알려져 있다.^{5,6)} 그리고 고관절 아탈구로 인해 여러 합병증들이 발생할 수 있고 이로 인해 삶의 질이 저하되게 된다.

이번 연구에서는 총 76명의 뇌성마비 환아가 포함되었으며 1997년 7월부터 2001년 9월 사이에 촬영한 양측 고관절 단순 방사선 사진을 검토하였다. 방사선 사진 촬영 당시 환아들의 연령은 모두 출생 후 만 3세 이전이었다. 환아들은 이후 서울아산병원 재활의학과 외래에서 추적 관찰 중이며

Table 4. Comparison of AI¹⁾, CEA²⁾ and NSA³⁾

	Subluxation	Non-subluxation	Total
No. of hip	30	122	152
AI (°)	25.4±8.2*	21.4±7.3*	22.2±7.6
CEA (°)	116.5±4.9*	25.6±8.0*	23.8±8.3
NSA (°)	155.1±11.2	152.3±12.3	152.8±12.2

Values are mean±standard deviation.

1. AI: Acetabular index, 2. CEA: Center edge angle, 3. NSA: Neck shaft angle

*p<0.05

모두 뇌성마비로 진단을 받았다. 본 연구에서 고관절의 아탈구는 총 76명 중 21명(27.6%)에서 관찰되었으며 이는 이전의 여러 연구 결과와 비슷하였다. 12개월 이전의 환아에서는 고관절 아탈구가 관찰되지 않았으나 고관절 아탈구가 발견된 최소 연령이 14개월로서 2세 이전 이른 시기에도 고관절 아탈구가 발생할 수 있음을 알 수 있었다.

Miller와 Bagg¹³⁾는 고관절 아탈구의 진행 위험 인자에 대한 추적 연구에서 18세가 될 때까지는 연령이 증가함에 따라 이동 지수도 증가하는 경향이 있다고 하였고, 또한 연령에 관계없이 이동 지수가 30%가 넘을 경우에도 이후 고관절 아탈구가 더 진행할 가능성이 높다고 하였다. 이번 연구에서도 이와 같이 환자의 연령이 높은 군에서 이동 지수의 평균치가 더 크게 관찰되었다. 따라서 이번 연구에 포함된 환아들은 연령이 3세 미만으로 어리기 때문에 앞으로 성장하면서 고관절 이동 지수가 증가될 가능성이 높다고 하겠다. 그러므로 대상 환아들 모두에게서 정기적인 방사선 촬영을 통한 고관절의 평가가 필요하며 특히 아탈구가 관찰된 환아들은 이동 지수의 증가 가능성이 더 높기 때문에 더욱 더 세심한 주의가 필요하다고 생각한다.

원칙적으로는 고관절의 이동 지수는 0도 이하이어야 한다.^{5,22)} 하지만 Reimers¹⁷⁾는 4세의 정상 아동들을 조사한 결과 일부에서 이동 지수가 10%정도까지 증가되어 있었다고 하였다. 그리고 정상 성인에서 대퇴 골두가 비구개에 의해 완전히 덮이지 않을 수 있으나 이 경우에도 증상은 없다고 하였다. 결론적으로 Reimers는 일부 정상인에서도 고관절 이동 지수가 일년에 1% 이하 범위에서 증가될 수 있다고 하였다. 하지만 뇌성마비 환아들에게서는 앞에서 서술한 여러 인자들에 의해 이동 지수의 증가가 더 뚜렷하게 발생하게 된다. Vidal 등²³⁾은 뇌성마비 환아가 고관절의 변형에 대해 적절한 치료를 받지 않게 될 경우 일년에 약 5.5%씩 고관절 이동 지수가 증가하게 된다고 하였다. 그리고 Samilson 등¹⁹⁾은 뇌성마비 환아의 고관절 아탈구가 발생하는 평균 연령이 7세였다고 하였으며 다른 여러 연구에서도 대개 5세에서 7세 사이로 알려져 있다.^{6,19)} 따라서 뇌성마비

환아를 치료하는 데 있어서 가능한 조기에 고관절 아탈구에 대한 평가를 하고 이와 함께 적극적인 재활 치료를 하여야 한다.

일반적으로 뇌성마비 환아들에게서도 선천성 고관절 탈구가 일어날 수 있으며 고관절 아탈구 또는 탈구가 2세 이전에 발생하고 관골구 이형성증이 동반되어 있을 경우에는 선천성 고관절 탈구의 가능성이 높다고 알려져 있다.¹¹⁾ 따라서 본 연구에서는 2세 이전에 고관절 아탈구와 함께 심한 관골구 이형성증이 있는 경우는 연구 대상 환아에서 제외하였다. 그리고 뇌성마비 환아의 고관절 아탈구가 18개월 경에도 가능하고¹⁶⁾ 18개월에 측정된 고관절 이동지수가 뇌성마비 환아군에서 정상군보다 의미 있게 증가되어 있다는 보고도 있어²¹⁾ 이번 연구에서 2세 이전에 고관절 아탈구가 관찰되는 것이 가능하다고 생각한다.

본 연구에서 아탈구의 유무에 따라 고관절을 분류하고 두 군 간의 관골구 지수를 비교하였을 때 관골구 지수의 평균치가 아탈구가 있는 고관절군에서 의미 있게 증가되어 있었다. 이는 이동 지수가 증가함에 따라 관골구 지수도 증가한다고 한 Beals⁴⁾의 보고와 비슷한 결과이다. Beals는 또한 이동 지수가 50%가 되면 관골구 지수도 약 40도로 증가된다고 하였다. 따라서 뇌성마비 환아의 고관절 아탈구를 진단하는 데 있어서 이동 지수와 함께 관골구 지수도 적절한 지표가 될 수 있다고 생각한다. 관골구 지수 외에 중앙 연각도 비교하였는데 마찬가지로 두 군에서 의미 있는 차이가 있었으며 아탈구가 있는 고관절군에서 감소된 소견을 보였다. 하지만 중앙 연각은 방사선 촬영 시 환아의 체위 변동에 따라 그 측정값이 달라질 수 있고 영유아기에는 골두 중심이 아직 명확하게 나타나지 않는 경우도 있어^{5,13)} 이 시기의 고관절 아탈구의 진단에는 참고 자료로만 이용하는 것이 좋을 것으로 생각한다.

이번 연구에서 아탈구를 보인 고관절군과 아탈구를 보이지 않은 고관절군의 대퇴골 경간각은 아탈구가 있는 고관절군에서 다소 증가된 소견을 보였지만 통계학적으로 의미 있는 차이는 아니었다. 다른 연구에서도 이와 비슷한 결과가 보고되었는데 Beals⁴⁾는 뇌성마비 환아의 대퇴골 경간각은 정상보다 높지 않다고 하였으며 이동 지수가 40%가 될 때까지는 이동 지수와 대퇴골 경간각 사이에 관련성이 없다고 하였다. 그리고 Laplaza 등⁹⁾은 그의 연구에서 뇌성마비 환아의 대퇴골 경간각이 정상군에서보다 다소 증가된 경향을 보였지만 의미 있는 차이는 없었다고 하였다. Morgan과 Somerville¹⁵⁾는 정상적으로 출생 후 보행이 가능하여지면서 고관절 외전근이 대퇴골의 대전자(greater trochanter)를 자극하게 되고 이로 인해 출생 후 영아기에 보이던 대퇴골 경간각의 증가가 억제되고 성장하면서 오히려 감소하게 된다고 하였다. 하지만 뇌성마비 환아들은 성장하면서도 보행에 장애가 있을 수 있고 고관절 외전근의 작용이 충분히 이루어지지 않을 수 있다. 따라서 이번 연구에서 아탈

구가 있는 고관절군에서 다소 대퇴골 경간각이 증가되어 있었던 것은 이와 관련되어 있을 것이라고 생각한다.

Howard 등⁷⁾은 뇌성마비 환아의 고관절 안정성이 환아의 보행 능력과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 그리고 Lonstein과 Beck¹⁰⁾은 뇌성마비 환아를 보행과 관련하여 네 군으로 분류하여 연구한 결과 고관절의 아탈구 또는 탈구가 보행이 가능한 경우에는 15%에서 관찰된 반면에 보행이 불가능할 경우에는 55%에 이른다고 하였다. 이번 연구에서는 환아들의 연령이 모두 3세 이하였고 2세 미만인 환아가 67%나 차지하여 보행이 가능한 환아의 수가 적었기 때문에 보행과 관련된 고관절 아탈구의 발생 빈도의 차이는 연구에 포함시키지 않았다. 하지만 추후 추적 관찰을 통하여 이에 대한 연구도 필요하다고 생각한다.

일반적으로 뇌성마비 환아의 경직이 심할수록, 뇌성마비의 임상유형에서 병발 부위가 많을수록 고관절 아탈구의 발생 빈도가 증가한다고 알려져 있다.²⁾ 이번 연구에서도 경직이 심할수록 아탈구의 빈도가 증가하는 경향을 보였다. 하지만 임상유형별 분류에서는 사지마비나 양하지마비보다 오히려 편마비에서 아탈구의 발생 빈도가 50%로 높게 나왔다. 이는 대상 환아들의 연령이 낮아 임상 유형 평가에 어려움이 있을 수 있어 일부 환아에서 분류상 오류가 있었을 가능성과 함께 편마비 환아군의 수가 너무 적었기 때문이라고 생각한다. 이에 앞으로 환아의 수를 늘리고 지속적인 추적 검사가 필요할 것으로 생각한다.

서론에서 언급했듯이 뇌성마비 환아들의 고관절 아탈구 또는 탈구는 흔히 발생하는 합병증들 중 하나이다. 하지만 조기에 고관절에 대한 평가와 함께 적극적인 재활 치료 시에는 어느 정도 예방도 가능하다. 이번 연구에서 보면 뇌성마비 환아는 3세 이전에도 비교적 높은 빈도로 고관절 아탈구가 발생하였다. 그러나 이 시기의 환아들은 이학적 검사만으로는 고관절의 아탈구 또는 탈구를 진단하는 데 한계가 있을 수 있기 때문에 이른 시기부터 이학적 검사와 함께 간단한 방법인 단순 고관절 방사선 촬영을 통해 고관절의 아탈구 유무를 진단하고 재활 치료를 하는 것이 필요하다고 생각한다.

결 론

고관절의 변형은 이차적인 여러 문제들을 초래하여 환자의 삶의 질을 저하시키고 재활 치료에 어려움을 줄 수 있다. 이번 연구에서 뇌성마비 환아들의 고관절 아탈구가 3세 이전에도 비교적 높은 빈도로 관찰되었다. 이에 본 저자들은 이른 시기부터 뇌성마비 환아들의 고관절 아탈구를 이학적 검사뿐만 아니라 방사선학적 검사를 통하여 적극적으로 발견하여 재활 치료를 하려는 노력을 하여야 한다고 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) 김희상, 안경희: 뇌성마비 환자의 고관절과 골반의 변형. 대한재활의학회지 1994; 16: 89-97
- 2) 박주현, 강세윤, 윤연중, 성미숙: 뇌성마비 환자의 고관절 변형에 대한 연구. 대한재활의학회지 1996; 20: 839-847
- 3) Bagg MR, Farber J, Miller F: Long-term follow-up of hip subluxation in cerebral palsy patients. J Pediatr Orthop 1993; 13: 32-36
- 4) Beals RK: Developmental changes in the femur and acetabulum in spastic paraplegia and diplegia. Dev Med Child Neurol 1969; 11: 303-313
- 5) Cornell MS: The hip in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1995; 37: 3-18
- 6) Gamble FG, Rinsky LA, Bleck EE: Established hip dislocation in children with cerebral palsy. Clin Orthop 1990; 253: 90-99
- 7) Howard CB, Mckibbin B, Williams LA, Mackie I: Factors affecting the incidence of hip dislocation in cerebral palsy. J Bone Joint Surg 1985; 67B: 530-532
- 8) Laplaza FJ, Root L: Femoral anteversion and neck-shaft angles in hip stability in cerebral palsy. J Pediatr Orthop 1994; 14: 719-723
- 9) Laplaza FJ, Root L, Tassanawipas A, Glasser DB: Femoral torsion and neck-shaft angles in cerebral palsy. J Pediatr Orthop 1993; 13: 192-199
- 10) Lonstein JE, Beck K: Hip dislocation and subluxation in cerebral palsy. J Pediatr Orthop 1986; 6: 521-526
- 11) Mihran O, Tachdjian MS: Pediatric orthopedics, 2nd ed, Philadelphia: WB Saunders company, 1990, pp1633-1637
- 12) Miller F, Bachrach SJ: Cerebral palsy. A complete guide for caregiving, Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1998, pp373-376
- 13) Miller F, Bagg MR: Age and migration percentage as risk factors for progression in spastic hip disease. Dev Med Child Neurol 1995; 37: 449-455
- 14) Miller F, Dias RC, Dabney KW, Lipton GE, Triana M: Soft tissue release for spastic hip subluxation in cerebral palsy. J Ped Orthop 1997; 17: 571-584
- 15) Morgan JD, Somerville EW: Normal and abnormal growth at the upper end of the femur. J Bone Joint Surg 1960; 42B: 264-272
- 16) Raymond TM: Lovell and Winter's Pediatric orthopedics, 3rd ed, Philadelphia: JB Lippincott company, 1990, pp486-488
- 17) Reimers T: The stability of the hip in children. A radiological study of the results of muscle surgery in cerebral palsy. Acta Orthop Scand 1980; 184(Suppl.): 1-100
- 18) Root L, Laplaza FJ, Brouman SN, Angel DH: The severely unstable hip in cerebral palsy. Treatment with open reduction, pelvic osteotomy, and femoral osteotomy with shortening. J Bone Joint Surg 1995; 77A: 703-712
- 19) Samilson RL, Tsou P, Aamoth G, Green WM: Dislocation and subluxation of the hip in cerebral palsy. Pathogenesis, natural history and management. J Bone Joint Surg 1972; 54A: 863-873
- 20) Scrutton D, Baird G: Surveillance measures of the hips of children with bilateral cerebral palsy. Arch Dis Child 1997; 76: 381-384
- 21) Scrutton D, Baird G, Smeeton N: Hip dysplasia in bilateral cerebral palsy: incidence and natural history in children aged 18 months to 5 years. Dev Med Child Neurol 2001; 43: 586-600
- 22) Sharrard WJ, Allen JM, Heaney SH, Prendiville GRG: Surgical prophylaxis of sub-luxation and dislocation of the hip in cerebral palsy. J Bone Joint Surg 1975; 57B: 160-166
- 23) Vidal J, Deguillaume P, Vidal M: The anatomy of the dysplastic hip in cerebral palsy related to prognosis and treatment. Int Orthop 1985; 9: 105-110