

## 터너 증후군 왜소증에서의 하지 연장술

한수봉 · 김주영 · 박희완 · 김현우

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

**목적:** 터너 증후군 환자에 있어 왜소증의 치료로 시행한 하지 연장술을 비교 분석하고 그 유용성을 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

**대상 및 방법:** 최소 2년 이상 추시 관찰이 가능했던 환자 6명을 대상으로 하지 연장술을 시행하였다.

**결과:** 신연술로 얻어진 경골과 대퇴골의 길이는 평균 6.2 cm 그리고 6.0 cm였다. 하지-체간 비율 그리고 경골-대퇴골의 비율은 각각 수술 전 0.88 그리고 0.68에서 수술 후 0.99 그리고 0.81로 향상되었고, 평균 치유 지표(healing index)는 경골과 대퇴골은 각각 1.9 months/cm 그리고 1.7 months/cm였다. 2개의 분절(2개의 경골 분절, 14.3%)은 조절되지 않는 핀 삽입부 감염을, 4개의 분절(1개의 대퇴골 분절과 3개의 경골 분절, 35.7%)은 총 12개의 부작용을 보였다. 신연부위에서 불유합을 보인 환자는 나이별로 정상인보다 평균 65% 이하의 골양(bone mass)을 보였다.

**결론:** 터너 증후군에 동반되는 불균형적인 저신장에 대해 시행한 하지 연장술은 경골-대퇴골 및 하지-체간 비를 교정하며 기능과 미용면에서의 향상을 도모할 수 있으나 기타 질환에 의한 왜소증과 달리 합병증 발생이 많으므로 전문적인 치료기관에서의 수술이 중요하다.

**색인 단어:** 터너 증후군, 왜소증, 하지 연장술

### Lower Limb Lengthening in Turner Dwarfism

Soo Bong Hahn, M.D., Ju Young Kim, M.D., Hui Wan Park, M.D., and Hyun Woo Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** The aim of this study was to review our cases of lower limb lengthening to treat Turner dwarfism, and to speculate whether or not effective limb lengthening can be achieved in this rare condition.

**Materials and Methods:** 12 tibiae and 2 femora were lengthened in 6 patients using the Ilizarov method for tibia and a gradual elongation nail for the femur. Mean age at the time of surgery was 19 years.

**Results:** The average gain in tibial and femoral lengths were 6.2 cm and 6.0 cm, respectively. The average healing indices of tibia and femur were 1.9 and 1.7 months. The average tibia-to-femur ratio improved from 0.68 to 0.81 and leg-trunk ratios improved from 0.88 to 0.99. Two segment (14.3%) had intractable pin site infection, and four segments (35.7%) had twelve complications. The patients showing a nonunion at the distraction site had a reduced bone mass, which was less than 65% of that of the age-matched normal population.

**Conclusion:** Despite complications, all patients were satisfied with this results, and lower limb lengthening in Turner Dwarfism is believed to be a valid option. However, it may require careful management in a specialist unit in order to prevent complications.

**Key Words:** Turner dwarfism, Lower limb lengthening

터너 증후군은 성적 미성숙(sexual infantilism), 외반주 변형(cubitus valgus), 물 갈퀴형 목(webbed neck)을 보인 성인 여자에서 처음 명명되었으며, 이 질

환은 신생아 5,000명 중 1명의 이환율을 보이고 있다. 가장 흔한 핵형은 45XO/46XY이고 XO/XX형 같은 모자이크형이나 X 유전자의 부분적인 결손을 보이는 형태

통신저자 : 한 수 봉  
서울시 서대문구 신촌동 134  
신촌세브란스병원 정형외과학교실  
TEL: 02-361-6240 · FAX: 02-363-1139  
E-mail: sbhahn@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to  
Soo Bong Hahn, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Severance Hospital,  
134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea  
Tel: +82.2-361-6240, Fax: +82.2-363-1139  
E-mail: sbhahn@yumc.yonsei.ac.kr

보고되고 있다<sup>11)</sup>. 저 체중 출생, 낮은 후두의 모발선, 작은 하악골, 손과 발의 부종, 선천성 심장 기형, 성적 미성숙, 짧고 넓은 목, 외반주 그리고 왜소증 등 다양한 임상증세를 가지고 있다. 터너 증후군 환자에 있어서 정상 여성에 비해 약 15.5% 정도의 저신장이 보고 되고 있으며 몸통에 비해 사지가 더욱 짧아 불균형 왜소증(Disproportional short stature)의 경향이 있다<sup>1,14,17)</sup>. 또한 하지에서 대퇴골에 비해 경골에서 성장이 지연되어 대퇴골에 대한 경골의 비는 정상인 84%보다 적은 77% 이하를 보인다.

사지 연장술은 골이형성증, 내분비계 이상 혹은 특발성으로 인한 왜소증에서 유용하게 사용되고 있다. 그러나 사지 연장술은 평가 기준(Evaluation criteria), 환자의 특징(Demographic data, diagnosis, and the bone lengthened), 연장술의 방법(unilateral; bilateral or ipsilateral; unifocal or bifocal; and distraction osteogenesis or callotasis) 그리고 고정장치의 종류(monolateral and circular)에 따라 결과가 매우 다양하다. 터너증후군 환자의 왜소증 치료로 편측 외고정장치(monolateral external fixator)를 이용한 최근 몇몇 논문에서 높은 부작용으로 좋지 못한 결과를 보고하였다<sup>6,23)</sup>. 본 교실에서는 Turner 증후군 환자에서 불균형 왜소증에 대한 하지 연장술의 결과 및 부작용을 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 대상 및 방법

1991년 4월부터 1997년 7월까지 터너 증후군 환자에서 왜소증으로 하지 연장술을 시행받은 6명을 대상으로 의무 기록과 단순 방사선 사진을 이용하여 후향적 연구하였다. 모두 여자 환자였으며 환자의 수술 시 평균 나이는 19세(12-24), 평균 추시 기간은 40개월(24-84)이었고 수술 전 평균 신장은 140.1 cm (130.0-150.0)였다. 전례에서 Ilizarov 환형 외고정 장치를 이용하여 양측으로 경골 연장술을 시행하였고, 이중 2명은 점진적 연장 골수강내 금속정(gradual elongation intramedullary nail, Albizzia: DePuy, Villeurbanne, France)을 이용하여 대퇴골 연장술을 시행하였다. Ilizarov 환형 외고정 장치는 양측 경골의 근위부 및 원위부 4개의 긴장강선(four trans-osseous tensioned wires)을 이용하거나 혹은 경골의 근위부 및 원위부에 긴장 강선(ten-

sioned wires)대신에 half pin을 경골 내측면에 평행하게 삽입하는 방식을 이용하였다. 경골과 비골의 절골은 최소한의 피부 절개를 가한 후 가급적 골막 손상이 없도록 주의하면서 절골고(osteotome)나 Gigli saw를 이용하여 시행하였다. 모든 경골 연장술의 경우에는 복초점 절골술(bifocal osteotomy)를 시행하여 가능한 조기에 원하고자 하는 길이의 골 연장을 할 수 있도록 하였으며, 연장은 보통 수술 후 5일에서 7일후부터 하루에 0.25 mm씩 4회 시행하였다. 대퇴골 연장술의 경우, 가급적 골막의 손상을 줄이면서 수술 전에 미리 생각한 곳에 골수강내 도(intramedullary saw)를 이용하여 내부 절골술(internal osteotomy)을 시행하였다. 대퇴골 신연은 골수정(nail)을 삽입하기 전에 약 5 mm 정도 시행하였다. 대퇴골 신연은 수술 후 7일째 시작하였고 하루에 3번씩 총 1 mm 신연하였다. 원하는 신연에 이르면 회전 및 추가 신연은 고정장치(fixed locking system)에 의해 더 이상 일어나지 않게 된다.

각 환자별로 수술 전 자료 및 신연 척도 그리고 신경혈관 손상, 조기 유합이나 불유합 및 핀 삽입부 감염 등 부작용을 기록하였다. 또한 추가적인 수술적 처치가 필요한 경우도 기록하였다.

수술 전 단순 방사선 사진을 이용하여 초기 골길이(bone length)를 측정하였고 최종 신연된 골길이(final amount of length gained)는 성숙기(maturation period) 동안 실시한 단순방사선 사진 중 가장 초기것을 이용하여 측정하였다. 외고정 장치를 제거한 후 신연된 골의 변형이나 골절을 보이는 경우나 관상면 부정위를 보이는 경우는 추가적인 검사를 하였다. 골신연율(percentage of bone lengthening)은 신연으로 새로 얻어진 골길이를 초기 골길이로 나눈 값이고, 치유 지표(healing index)는 신연을 실행한 총 기간을 신연술로 얻어진 길이를 나눈 값이다. 대퇴골의 경우 경화 종료(consolidation endpoints)는 신연 간격(distraction gap)에서 골유합이 이루어지거나 단순 방사선 사진 전후면 및 측면 사진상에서 4곳의 피질골중 적어도 3곳의 피질골에서 골가교(bone bridge)의 소견이 있는 경우로 하였다. 추가적인 임상적 평가(joint motion, motor and sensory function and vascular status)도 시행하였다. 터너증후군에서 흔히 여성호르몬(estrogen deficiency)로 인한 골다공증이 있을 수 있어 3명의 환

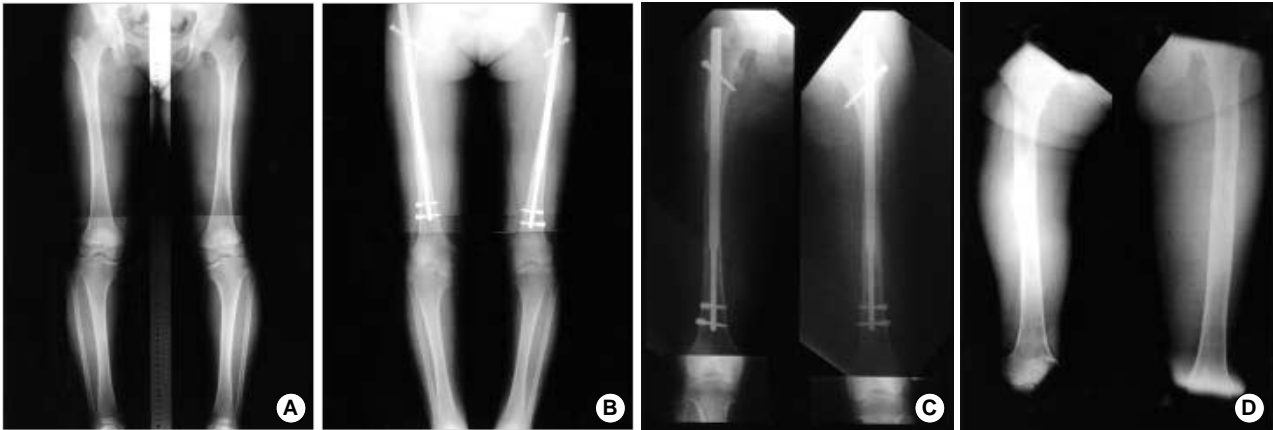


Fig. 1. Radiographs of case 1. (A) preoperative anteroposterior radiograph of the lower extremities showing a disproportionate stature, (B) single-level femoral lengthening using a gradual elongation nail. Note new bone formation in the distraction site, (C) anteroposterior radiograph showing a lengthened femora, (D) final anteroposterior radiograph showing a lengthened femora after hardware removal.

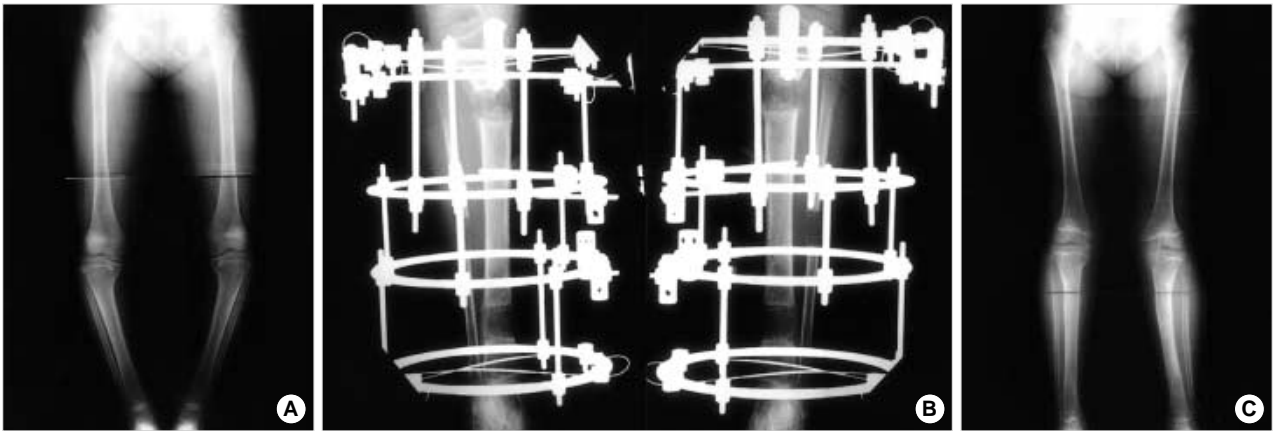


Fig. 2. Radiographs of case 2. (A) preoperative anteroposterior radiograph of the lower extremities showing a disproportionate stature and tibia vara, (B) double-level tibial lengthening using the Ilizarov frame. Note the new bone formation in the distraction site, (C) final anteroposterior radiograph showing a lengthened tibiae and a corrected tibia vara.

자에서 골다공증 검사를 시행하였다.

## 결 과

하지 대 체간 비율(leg to trunk) 그리고 경골 대 대퇴골의 비율(tibia to femur)은 각각 평균 0.88 (0.81-1.02, 정상치 0.9) 그리고 평균 0.68 (0.62-0.76, 정상치 0.84)로 모든 환자에서 불균형 왜소증(disproportionate short stature)을 보이고 있었다. 신연술로 얻은 신장은 평균 7.9 cm (3.0-13.4 cm)로, 총 신장은 평균 148.0 cm (138.6-156.0 cm)였다. 신연술로 얻어진 경골과 대퇴골의 길이는 각각 3.0 cm부터 7.6 cm까지로 평균 6.2 cm 그리고 6.0 cm였다. 골신연율(percentage of bone lengthening)은 경골과 대

퇴골의 경우 각각 13%부터 33%까지 평균 21% 그리고 15%였다. 하지 대 체간 비율(leg to trunk) 그리고 경골 대 대퇴골의 비율(tibia to femur)은 각각 0.99 (정상치 0.9) 그리고 0.81 (정상치 0.84)였고, 기계적 축(mechanical axis)은 수술 전 내측 변위 평균 3.8 cm (1.0-5.8 cm)였고 수술 후 내측 변위 평균 0.6 cm (0.3-1.7 cm, 정상치 0.3-1.7 cm)였다. 신연 기간은 평균 86일(60-151일)였으며, 외고정 장치를 사용한 기간은 평균 254일(129-288일)였고, 총 치료 기간은 평균 289일(164-343일)였다. 치유 지표(healing index)는 경골과 대퇴골은 각각 평균 1.9 months/cm (1.0-2.9 months/cm) 그리고 평균 1.7개월(1.1-2.2 months/cm)였다(Table 1).

Table 1. Data on the Turner Dwarfism Patients

Patient/ Age	Preoperative height (cm)	Preoperative length (right, cm)	Preoperative length (left, cm)	Postoperative length (right, cm)	Postoperative length (left, cm)	Healing index (right, months/cm)	Healing index (left, months/cm)	Postoperative Height (cm)
1/15	142.6	39.5 (F*) 27.9 (T)	39.5 (F) 27.9 (T)	45.5 (F) 35.2 (T)	45.5 (F) 35.3 (T)	2.2 (F) 2.9 (T)	1.1 (F) 2.6 (T)	156.0
2/22	150.0	29.7 (T)	29.7 (T)	33.1 (T)	33.2 (T)	1.4 (T)	1.5 (T)	153.0
3/23	143.2	28.8 (T)	29.1 (T)	34.3 (T)	34.5 (T)	2.6 (T)	2.8 (T)	149.5
4/19	140.0	25.9 (T)	26.5 (T)	31.9 (T)	32.6 (T)	1.2 (T)	1.3 (T)	146.8
5/24	135.0	23.2 (T)	23.1 (T)	31.8 (T)	32.2 (T)	2.4 (T)	2.3 (T)	144.1
6/12	130.0	24.7 (T)	24.5 (T)	31.0 (T)	31.0 (T)	1.1 (T)	1.0 (T)	138.6

\*Femur, Tibia.

**부작용**

7개의 분절(하나의 대퇴골 분절과 6개의 경골 분절, 50.0%)은 특별한 부작용없이 신연술을 마쳤다. 2개의 분절(2개의 경골 분절, 14.3%)은 조절되지 않는 핀 삽입 부 감염으로 핀 교환술을 시행받았다. 4개의 분절(1개의 대퇴골 분절과 3개의 경골 분절, 35.7%)은 총 12개의 부작용(불유합 4예, 신연부의 조기 유합 4예, 편평족 변형 2예 그리고 족근관절 구축 2예)을 보였다. 그것은 각각 자가 장골이식술(autoiliac bone grafts), 재절골술(recorticotomy), 아킬레스건 연장술(Achilles tendon lengthening), 그리고 삼중 유합술(triple arthrodesis)을 시행받았다. 신연부위에서 불유합을 보인 모든 환자는 나이별로 정상인보다 평균 65% 이하의 골양(bone mass)을 보였다. 신경혈관 손상(neurovascular injury)이나 슬관절 구축(knee joint contracture)을 보인 경우는 없었다. 다른 연구에서 비교적 흔히 발생한 족근관절 구축 방지를 위해 아킬레스건 연장술 후 수술 상처가 안정화될 때까지는 보조기를 착용하였으며, 이후에는 체중부하를 허용하며 족관절의 관절 운동의 회복을 위한 물리치료를 병행하였다. 또한 슬관절 구축 방지를 위해 연장술 중에 슬관절 운동 등 물리치료를 병행하였으며, 대퇴골과 경골을 연장한 경우는 먼저 대퇴골을 연장한 후 슬관절의 충분한 운동범위를 회복한 후 이어 경골 연장술을 시행하였다. 경골 연장증에도 지속적인 물리치료를 병행하였다.

**고 찰**

Turner 형 왜소증에 대한 약물 치료는 성장 호르몬으로 사춘기까지 지속 되며 이 경우 평균 키 140 cm에서 149 cm까지로의 성장이 이루어 지는 것으로 알려져 있

으나<sup>20)</sup>, 그 치료 기간과 치료 결과에 대한 한계와 비용이 많이 든다는 단점이 있다. 또한 외과적 수술에 의한 하지 길이 연장의 경우에도 치유 지수가 다른 원인에 의한 질환보다 길며 많은 합병증을 동반 하는 것으로 알려져 있다<sup>2,16)</sup>. Bidwel<sup>16)</sup> 그리고 Trivella 등<sup>22)</sup>도 Turner 증후군 환자에서 사지 연장술은 높은 부작용으로 권하지 않았다.

본 연구에서 터너 증후군과 동반된 왜소증에 대해 점진적 연장 골수강내 금속정과 Ilizarov 외고정 기기를 이용한 신연 골 연장술을 시행하여 그 치료결과, 합병증 및 이에 대한 이차적 수술을 살펴 보았다. 의미있는 골 신연을 얻었는데 평균 신장의 증가는 7.9 cm, 경골 길이의 평균 연장은 6.2 cm, 대퇴골 길이의 평균 연장은 6.0 cm였다. 이 결과는 다른 원인으로 인한 왜소증 환자에서 얻은 결과와 큰 차이가 없었다<sup>2-9,12,13,18,21,22)</sup>. 비록 환자들은 연장술 결과에 만족했으나, 오랜 치료기간(average treatment time of 289 days and a healing index of 54 days for each centimeter of length gained)이 필요했다. Trivella 등도 호르몬 불균형으로 인해 오랜 기간이 걸렸다고 보고한 바 있다<sup>3)</sup>. 그러나 많은 다른 연구에서 보인 34일부터 42일까지의 healing index보다 더 긴 기간이 걸렸다<sup>2,3,5,7,9,18,22)</sup>. 본 연구에서 정상인보다 65% 이하의 골양을 보인 환자에서 유합의 문제가 있었다. 이는 터너증후군 환자에서 여성 호르몬의 결핍과 이로 인한 골결핍때문으로 보인다. 또한 몇몇 저자들은 림프관의 이형성과 하지의 림프 수종이 골유합을 저해한다고 보고한 적도 있다<sup>23)</sup>. 따라서 터너 증후군 환자의 경우 수술 전이나 연장술중에 골양부족에 대한 치료도 병행해야 골유합을 적절히 얻을 수 있다.

다른 조건에서 시행된 신연 골 형성술에서 연장을 하

는 분절당 10.5%에서 250%까지 다양한 부작용이 보고되고 있다<sup>15,16</sup>. 이는 각 변형을 동반한 질환의 다양성 및 연장하는 길이의 차이때문인 것으로 생각된다. Noonan 등<sup>6</sup>은 내분비 질환이나 특발성으로 인한 왜소증환자에서 편측성 외고정 장치(monolateral external fixator)를 이용하여 대퇴골이나 경골에서 연장술을 시행하였는데 약 150%의 높은 부작용을 보고하였다. 본 연구에서는 총 100%의 부작용 즉 연장술을 시행받는 분절당 1개의 부작용을 보였는데 이는 다른 연구보다는 낮은 결과를 얻었는데 아마도 편측성 외고정 장치(monolateral external fixator)보다는 환형 외고정 장치(circular external fixator)를 이용하였기 때문인 것으로 사료된다. 경골 연장의 경우 부정위나 단축의 삼차원적 동시적 교정이 가능한 Ilizarov 환형 외고정 장치를 이용하였다.

수술을 시행받는 나이역시 매우 중요한 요인이다. 14세 이상에서 대퇴골이나 경골의 연장술을 시행받은 환자는 그 이하의 나이에서 연장술을 시행받은 환자에 비해 높은 부작용이 보고 되었다<sup>15</sup>. 또한 연고자 하는 총 길이가 길수록 부작용이 많았으며 추가적인 시술이 필요하였다. 본 연구에서 골의 연장술 자체보다 부정열 특히 근위 경골의 내반 변형의 교정을 하는 경우가 보다 적은 부작용을 보였다. 터너 증후군 환자의 연장술시 발생한 아킬레스건 구축을 보고한 다른 연구들보다는 본 연구에서 아킬레스건 구축이 보다 낮은 결과를 보였다<sup>2,4,6,7,9,15,16</sup>. 이는 다른 치료법을 사용하였기 때문인 것으로 사료된다. 복초점 절골술로(bifocal osteotomy) 경골 연장술을 시행하는 환자의 경우 미리 아킬레스건의 연장을 시행하였다. 또한 편측성 외고정 장치(monolateral external fixator)보다는 Ilizarov 환형 외고정 장치가 연장술을 시행하는 동안에 재활치료가 보다 용이해 침묵변형의 빈도가 낮은 것으로 사료된다. 족근관절 구축 방지를 위해 아킬레스건 연장술 후 수술 상처가 안정화될 때까지는 보조기를 착용하였으며, 이후에는 체중부하를 허용하며 족관절의 관절운동의 회복을 위한 물리치료를 병행하였다. 또한 슬관절 구축 방지를 위해 연장술 중에 슬관절 운동 등 물리치료를 병행하였으며, 대퇴골과 경골을 연장한 경우는 먼저 대퇴골을 연장한 후 슬관절의 충분한 운동범위를 회복한 후 이어 경골 연장술을 시행하였다. 경골 연장중에도 지속적인 물리치료를 병행하

였다. 대퇴골 연장의 경우 외고정 장치대신에 기계적 골수강내 장치 즉 점진적 연장 골수강내 금속정(gradual elongation intramedullary nail, GEN)이 개발되었다. 이론적으로는 체내에 있으므로 환자의 적응이 보다 용이하며 감염의 위험이 적고, 축성 변위의 위험성 적다. 또한 내적 절골술(internal osteotomy)로 골막의 혈액순환의 장애가 적다<sup>10</sup>. 본 연구에서 1예에서 경화 결손(consolidation defect)이 보였는데 이 경우는 내적 절골술(internal osteotomy)이 불충분하여 관혈적으로 절골술을 추가로 시행하여 혈액순환이 완전히 차단되었기 때문인 것으로 보인다. 이 부작용은 점진적 연장 골수강내 금속정(gradual elongation intramedullary nail, GEN)을 사용함에 있어 경험부족 때문이었던 것으로 생각된다. 골막은 신연 골 형성술을 시행함에 있어 혈액 순환에 매우 중요한 역할을 하므로 매우 주의해 다루어야 한다. 본 연구에서 슬관절 강직은 보이지 않았다.

## 결론

터너왜소증 환자는 저신장 자체가 가장 큰 문제점으로 다른 골기형은 동반하지 않는 경우가 대부분이므로 적절한 하지 길이 연장을 통해서 기능, 외모 및 자신감을 향상시킬 수 있다. 그러나 이와 같은 장점에 반해, 여타 질환에 의한 왜소증과는 달리 합병증 발생률이 높으므로 수술 전에 연장술로 발생할 수 있는 여러 문제점, 합병증에 대해서 미리 환자에게 충분한 설명 및 동의를 구해야 할 것이다. 또한 이러한 합병증의 방지를 위해 수술 전 골밀도 검사 등을 통한 골량의 정확한 평가와 골량 증가를 위한 칼슘, 성장 호르몬 혹은 성 호르몬 투여, 적절한 체중 부하 운동과 함께 전문적인 기관의 치료가 필요하리라 사료된다.

## 참고문헌

1. Aldegheri R and Agostini S: Chart of anthropometric values. *J Bone Joint Surg*, 75-B: 86-88, 1993.
2. Aldegheri R: Distraction osteogenesis for lengthening of the tibia in patients who have limb-length discrepancy or short stature. *J Bone Joint Surg*, 81: 624-634, 1999.
3. Aldegheri R and Dall'Oca C: Limb lengthening in short stature patients. *J Pediatr Orthop*, 10-B: 238-247, 2001.
4. Aldegheri R, Renzi-Brivio L and Agostini S: *The callotaxis*

- method of limb lengthening. Clin Orthop*, 241: 137-145, 1989.
5. **Aldegheri R, Trivella G, Renzi-Brivio L, Tessari G, Agostini S and Lavini F:** Lengthening of the lower limbs in achondroplastic patients. A comparative study of four techniques. *J Bone Joint Surg*, 70-B: 69-73, 1988.
  6. **Bidwell JP, Bennet GC, Bell MJ and Witherow PJ:** Leg lengthening for short stature in Turner's syndrome. *J Bone Joint Surg*, 82-B: 1174-1176, 2000.
  7. **Dal Monte A and Donzelli O:** Tibial lengthening according to Ilizarov in congenital hypoplasia of the leg. *J Pediatr Orthop*, 7: 135-138, 1987.
  8. **Dal Monte A and Donzelli O:** Comparison of different methods of leg lengthening. *J Pediatr Orthop*, 8: 62-64, 1988.
  9. **De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L and Trivella G:** Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop*, 7: 129-134, 1987.
  10. **Garcia-Cimbrelo E, Curtio de la Mano A, Garcia-Rey E, Cordero J and Marti-Ciruelos R:** The intramedullary elongation nail for femoral lengthening. *J Bone Joint Surg*, 84-B: 971-977, 2002.
  11. **Jacobs PA, Betts PR, Cockwell AE, et al:** A cytogenetic and molecular reappraisal of a series of patients with Turner's syndrome. *Am Hun Genet*, 54: 279-284, 1990.
  12. **Karger C, Guille JT and Bowen JR:** Lengthening of congenital lower limb deficiencies. *Clin Orthop*, 291: 236-245, 1993.
  13. **Miller LS and Bell DF:** Management of congenital fibular deficiency by Ilizarov technique. *J Pediatr Orthop*, 12: 651-657, 1992.
  14. **Naudie D, Hamdy RC, Fassier F and Duhaime M:** Complications of limb lengthening in children who have an underlying bone disorder. *J Bone Joint Surg*, 80-A: 18-24, 1998.
  15. **Noonan JA:** Hypertelorism with Turner phenotype. A new syndrome with associated congenital heart disease. *Am J Dis Child*; 116: 373-380, 1968.
  16. **Noonan KJ, Leyes M, Forriol F and Canadell J:** Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. *J Bone Joint Surg*, 80-A: 793-806, 1998.
  17. **Naeraa RW and Nielsen J:** Standards for growth and final height in Turner syndrome. *Acta Paediatr Scand*, 79: 182-190, 1990.
  18. **Price CT:** Limb lengthening for achondroplasia. *J Pediatr Orthop*, 9: 521-525, 1989.
  19. **Paley D:** Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop*, 8: 73-92, 1988.
  20. **Rosenfeld RG, Frane J, Attie KM, et al:** Six-year results of a randomized, prospective trial of human growth hormone and oxandrolone in Turner syndrome. *J Pediatr*, 121: 49-55, 1992.
  21. **Saleh M and Buton M:** Leg lengthening. Patient selection and management in achondroplasia. *Orthop Clin North Am*, 22: 589-599, 1991.
  22. **Stanitski DF, Shahcheraghi H, Nicker DA and Armstrong PF:** Results of tibial lengthening with the Ilizarov technique. *J Pediatr Orthop*, 16: 168-172, 1996.
  23. **Trivella GP, Brigadoi F and Aldegheri R:** Leg lengthening in Turner dwarfism. *J Bone Joint Surg*, 78-B: 290-293, 1996.