

소아마비로 인한 단축하지의 Ilizarov 방법을 이용한 치료

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

한수봉 · 박희완 · 유주형

— Abstract —

Ilizarov Technique for Treatment of Leg Length Discrepancy in Post-poliomyelitis

Soo Bong Hahn, M.D., Hui Wan Park, M.D. and Ju Hyung Yoo, M.D.

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

~ Thirteen Polio patients with leg length inequality were undergone Ilizarov lengthening procedures and have been followed along for an average two years(range, 1-3.8 years) after removal of the fixator. The age of patients(M:F=7:6) ranged from 18.0 to 32.2 years(average 26.4 years). The difference of true leg length averaged 2.1cm with the tibia being 3.3cm the femur, 1.2cm. The corticotomy was done at the proximal tibia and distal fibula in all case. The fixation period of the Ilizarov apparatus averaged 9.3 months.

The length gain averaged 3.0cm for an average 3.8cm inequality. The healing index averaged 3.1mon/cm. Two out of thirteen patients complained of pain in the operated leg. The limping gait was improved in all patients except one. According to Paley's classification, there were ten cases of problems, one obstacle and four true complications.

The problems were pin site infection controled with local antibiotics injection. There was one case of obstacle ; tibial valgus deformity developed during lengthening. True complications included peroneal nerve injury, aggravation of preexsiting equinovalgus and claw toe deformities, aggravation of preexsiting valgus deformity of ankle and tibial valgus deformity. The complications except in one case of peroneal nerve palsy were solved out by the secondary procedures. In summery, the bone healing by distraction osteogenesis with the Ilizarov technique was relatively delayed in polio patients and it seems necessary to modify the technique to shorten the prolonged external fixation period.

Key Words : Poliomyelitis, Leg length discrepancy, Ilizarov technique.

※ 통신저자 : 한 수 봉

서울특별시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

※ 본 논문의 요지는 제38차 춘계 학술대회에서 구연되었음.

서 론

소아마비는 1789년 영국의 Underwood에 의해 처음 문헌에 보고된 이후에 1909년 Lendsteiner 및 papper에 의해 원인이 바이러스로 판명되었고²⁾, 이 바이러스가 중추신경계 특히 척수의 전각세포 및 뇌간의 일부 운동핵을 침범하는 일명 급성 전각 척수염으로 그 결과 일시적 혹은 영구적인 신체의 마비와 변형을 초래하게 되는데 이때 유발되는 하지부동과 근육마비는 보행장애와 척추 측만증, 이차적인 하지 변형을 유발하게 된다. 본 연구는 연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과에 1990년 12월 부터 1992년 8월까지 내원하여 치료를 시작했던 13명의 소아마비 후유증으로 인한 하지부동과 그에 따른 보행 장애를 주소로 하는 환자를 대상으로 하여 Ilizarov 외고정 제거 후 평균 24개월(최소 12개월-최대 46개월) 이상 추시하여 그 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1990년 12월부터 1992년 8월까지 연세대학교 의과대학 정형외과에 소아마비 후유증으로 인한 하지부동과 그에 따른 보행장애를 주소로 하는 환자를 대상으로 Ilizarov를 이용하여 하지연장을 시행한 후 치료가 끝나 Ilizarov를 제거 후 최소 12개월에서 최고 46개월(평균 24개월) 추시한 환자들의 결과를 대상으로 하였다. 연령은 최소 18세에서 최고 32세로 평균연령은 26.4세였으며 10대가 2명, 20대가 6명, 30대가 5명으로 20대가 가장 많았다. 남자가 7명, 여자가 6명이었으며, 소아마비의 이환 나이는 최소가 생후 3개월, 최고가 생후 4세로 환자들의 평균이환 나이는 13.5개월이었다. 환자의 사실상 다리 길이(true leg length discrepancy)와 외견상 다리 길이(apparent leg length discrepancy)와 양측하지의 Scannogram을 시행하였으며 대퇴부의 둘레와 하퇴부의 둘레를 측정하였고 동반된 하지의 변형수, 근력, 체중, 키, 평균 입원기간과 평균 입원 횟수, 평균수술 횟수를 조사하였다.

수술방법은 경비골에 Ilizarov 외고정 장치를 시행한 후, 13례 모두 경골 근위부에 골절-골술과 비골

중위부에 골절골술을 시행하였으며 이때 4례에서 아킬레스건 연장술을 동시에 시행하였다. 수술후 휴지 기간은 최소 6일에서 최고 17일로 평균 9.5일로 하였고 하루에 1mm 또는 0.5mm를 4회 나누어 신장시켰고, 주기적으로 방사선 촬영을 하면서 골형성 정도에 따라 신장속도(Rate)를 조절하였다. 치료 중에 생긴 합병증에 대하여 Paley의 분류방법을 따랐으며 이때 생긴 동반 변형에 대하여 변형 교정술도 함께 시행하였다.

결 과

이학적 검사상 사실상 다리길이 차이는 최소 1.0cm, 최고가 6.6cm으로 평균 3.3cm이었고, 외견상 다리길이 차이는 최소 1.0cm, 최고 5.0cm으로 평균 2.9cm이었다. Scannogram상 경골의 길이 차이는 최소 0.8cm, 최고 3.5cm로 평균 2.6cm이었고, 대퇴골의 길이 차이는 최소 0.5cm, 최고 2.7cm로 평균 1.2cm이었다. 대퇴부 둘레의 차이는 최소 1.1cm, 최고 18.0cm으로 평균 9.3cm이었고, 하퇴부 둘레의 차이는 최소 4.2cm, 최고 11.3cm으로 평균 9.0cm이었다. 환자의 키는 최소 154cm, 최고 172cm으로 평균 162cm이었고 체중은 최소 45.0kg, 최고 90.0kg으로 평균 56.3kg이었다. 환자의 평균입원 기간은 최소 20일, 최고 110일로 평균 45일이었고, 평균 입원 횟수는 최고 3회로 평균 1.5회였으며 평균 수술횟수는 최고 3회로 평균 1.5회였다.

하지 부동외에 동반된 기형은 족관절과 족부에 침외반측 변형 1례, 족관절과 족부에 내번 침족 변형 2례, 족관절의 침족 변형 8례, 족관절의 외반 변형 2례, 왜곡 족무지 변형이 11례, 경골의 외염전 2례로 평균 2.0개의 족부 기형이 있었다(Table 1).

Ilizarov 외고정 장치에 의한 하지 연장후 Ilizarov 제거 시기는 전후면 및 사면 방사선 사진으로 신연골의 경화와 새로 형성된 피질골을 확인하여 판단하였는데 이때 Ilizarov 외고정 장치에 의한 치료 및 고정 기간은 최소 5.2개월에서 최대 17.0개월로 평균 9.3개월이었고 평균 3.8cm(최소 2.0cm-최고 6.2cm)의 단축에 대하여 평균 3.0cm(최고 1.5cm-최고 4.6cm)의 골 연장을 얻었다. 평균 치유지수는 3.1mon/cm(최소 1.3-최고 7.2)이었으며 이때 족부에 외번 침족 변형이 심하여 체중부하를 제대로 못

Table 1.

CASE No.	SEX/AGE (Year)	AOO (Mon.)	ACLDD (cm)	APLLD (cm)	FLD (cm)	TLD (cm)	COMBINDED DEFFORMITY	AT (Mon.)	Operation time
1	F/8	8	5.6	3.0	2.0	3.5	valgus claw toe	1.5	1
2	F/48	48	5.5	5.0	1.8	3.3	equinus claw toe	3.5	1
3	F/22	22	3.0	3.7	2.5	3.5	equinus claw toe ETT	1.0	1
4	F/6	6	3.0	5.0	1.2	2.5	equinus claw toe	2.0	1
5	F/11	11	1.5	2.5	0.6	1.5	equinus claw toe	0.8	1
6	F/3	3	3.0	1.0	0.5	3.0	valgus claw toe	2.0	1
7	M/11	11	4.5	3.0	1.6	2.7	claw toe equinovarus	2.0	2
8	F/3	6	2.0	1.0	0.7	1.3	equinus claw toe	3.2	3
9	F/3	10	2.7	2.0	1.7	1.6	equinus claw toe	1.0	2
10	F/3	12	3.0	4.0	2.5	2.5	equinus	0.8	1
11	F/3	16	5.0	5.0	2.7	1.5	equinovarus ETT claw toe	5.3	3
12	F/3	13	1.0	1.0	1.2	0.8	equinus claw toe	0.7	1
13	F/3	10	3.0	3.0	1.0	1.8	equinovalgus claw toe	0.7	3

AOO = age of onset, AT = admission time, ACLDD = actual leg length discrepancy, APLLD = appearance leg length discrepancy, FLD = femur length discrepancy, TLD = tibia length discrepancy, ETT = external tibial torsion

하여 골형성이 지연되었던 1례는 치유지수가 7.2mon/cm이었다. 수술전과 수술후 단축하지의 근력 측정에서 2례에서만 0.5등급의 약화가 있었고 대부분에서 수술후 근력약화를 보이지 않았다.

Ilizarov 기기를 제거하여 평균 24개월(최소 12개월-최대 46개월)추시한 후 환자에게 수술후 수술하지의 통증의 유무, 파행 보행의 정도, 골반경사의 호전 유무를 조사하였다. 환축하지의 통증에 대하여 11명 환자에서는 통증이 없었으나 2명에서는 통증을 호소하였다. 파행보행에 대해서 12명은 호전되었으나 1명은 파행보행이 심해졌다. 골반경사는 11명에서 호전되었으나 2명은 수술전과 비교하여 차이가

없었다. 그 원인으로는 하지연장술 이전에는 침족 변형이 있었으나 하지연장술과 침족 변형 교정술로 인한 것으로 사료되었다.

치료 과정에서 발생한 합병증에 있어서 문제점(problem)은 Ilizarov 핀주위 감염이 10례에서 있었으나 국소 항생제 투여로 조절 가능하였으며, 방해점(obstacle)은 하지 연장증에 생긴 경골의 외반 변형이 1례, 경골의 외회전 변형이 2례로 하지연장증에 교정이 가능하였다. 순수 합병증(true complication)은 비골신경 손상이 1례로 현재 외래 추시 중이며, 기존의 침외반족 변형과 왜곡 족부지 약화가 1례가 있었으나 경골의 내반교정술을 추가 함

Table 2.

CASE NO.	LLD (cm)	LG (cm)	H.I. (mon. cm)	PROBLEM	OBSTACLE	COMPLICATION	FUARI	PAIN (Mon.)	LIMPING	PELVIC TILTING
1	5.5	4.6	1.3	PTI	-	-	45	-	improved	improved
2	5.1	4.2	1.8	PTI	-	-	17	-	improved	improved
3	6.2	4.2	1.8	PTI	-	PNP	21	-	aggravated	improved
4	3.7	3.7	1.6	PTI	-	-	23	-	improved	improved
5	2.1	2.3	1.5	-	-	-	21	-	improved	improved
6	3.5	3.0	1.7	PTI	-	-	40	-	improved	improved
7	4.3	1.7	2.5	PTI	-	-	30	-	improved	improved
8	2.0	2.6	7.2	PTI	-	-	29	-	improved	improved
9	3.3	2.6	5.2	PTI	-	AAVD	14	+	improved	improved
10	5.0	3.4	2.9	-	TVA	-	12	-	improved	improved
11	4.2	3.6	3.8	-	-	AAVD	16	-	improved	improved
12	2.0	1.5	7.3	PTI	-	-	20	-	improved	improved
						AEVD ACTD				
13	2.8	1.6	10.2	PTI	-	TVA	20	+	improved	no change

LLD = leg length discrepancy, LG = length gain, H.I. = healing index, PNP = peroneal nerve palsy, AAVD = aggravated ankle valgus deformity, TVA = tivial valgus angulation, AFBD = aggravated foot valgus deformity, AED = aggravated equinovagis deformity, ACTD = aggravated claw tow deformity, FUARI = follow up after removal of Ilizarov

으로 교정이 가능하였고, 기존의 족관절의 외반변형 악화 1례에 대하여 원위부 경비골 절골술을 시행하였으며, 기존의 족부의 외반변형 악화 1례에 대하여 장비골근건과 단비골근건 연장술로 외반 변형을 호전시켰으며, 경골의 외반 변형 1례에 대하여 2차로 Ilizarov 외고정을 시행하여 경비골 절골술 후에 교정을 시행하였다. 4례에서 하지연장이 진행하면서 침착 변형이 심해져 아킬레스건 연장술을 시행하였고 경골의 외회전 변형에 대하여 회전 절골술을 시행하였다(Table 2).

증례에서

증례 1

31세 여자 환자로 1세때 소아마비에 이환된 후 후유증으로 우측하지의 3.3cm 단축과 아킬레스건의 단축 및 파행을 주소로 내원하였다. 환자의 사실상 다리길이 차이는 2.7cm, 외견상 다리길이 차이는 2.0cm, 대퇴부와 하퇴부의 둘레 차이는 12.0cm, 8.2cm이었다. 우측 하지의 근력은 정상(normal)에서

Good으로 비교적 양호 하였다. Ilizarov 기구를 장치하고 경골 근위부와 비골 중위부에 골절골술을 시행하고 아킬레스건의 연장술을 시행하였으며 술후 10일부터 0.5-1mm/일 골연장을 하여 2.6cm의 골연장을 얻고(Fig. 1-A), 13개월후 Ilizarov 기구를 제거하였다. 이때 치유지수는 5mon/cm이었다(Fig. 1-B, C).

치료후 근력의 변화는 없었으며 골반 경사가 정상으로 되고 보행시 통증은 없었으며 파행 보행이 호전되어 환자는 수술결과에 대하여 만족하였다.(Fig. 1-D).

증례 2

24세 남자 환자로 1세때 소아마비에 이환된 후 후유증으로 우측하지의 2.8cm 단축과 아킬레스건의 구축 및 파행을 주소로 내원하였으며 동반 기형으로 동측 족부에 침외반족 변형과 왜곡 족무지가 있었다. 환자의 사실상 다리 길이 차이는 3.0cm, 외견상 다리 길이 차이는 3.5cm이었고 대퇴부와 하퇴부의 둘레 차이는 각각 16.0cm, 10.0cm이었다. 우측하지의 근력은 Good에서 Fair로 경한 근력약화가 있었

Fig. 1-A. Postoperative 1 month, showing new bone formation at the lengthening site.

1-B, C. Radiography at 13 months after operation shows good callus formation at the lengthened site.

1-D. Radiograph at 4 months after removal of Ilizarov shows complete union at the lengthened site.

다(Fig. 2-A). Ilizarov 기구를 장치하고 경골 근위부와 비골 중위부에 골절골술을 시행하고 수술 후 6일부터 골연장을 0.5-1mm/일로 시행한 후 1.6cm의 골연장을 얻었으며 환자의 족부에 지속적인 통증과 족부에 침외반측 변형이 심해져 체중 부하의 부족으로 수술 후 11.5개월에 Ilizarov 기구를 제거하였다.

이때 치유지수는 7.2 mon/cm이었고 Ilizarov 착용 기간중 족관절의 침착변형 증가로 아킬레스건 연장술을 한차례 시행하였다. 치료중 Ilizarov 핀 주위로 감염이 있었으나 국소항생제 투여로 어려움 없이 조절되었으며 연장된 경골이 6° 외반 변형 되었고 족관절과 족부의 침부 외반 변형이 증가되었는데 이때 경골의 외반 변형이 족부의 외반 변형을 더욱 증

가시켜 보행에 심한 장애를 유발하였다(Fig. 2-B). 따라서 Modified Jone's 수술, 아킬레스건 연장술과 더불어 Ilizarov 외 고정후에 경비골 근위부에 골절골술을 시행한 후 경골을 내반 3도로 각교정을 시행하여(Fig. 2-C) 족부의 외반교정이 이루어지고 통증이 호전되어 환자가 만족한 상태로 보행하며 현재 외래 추시중이다(Fig. 2-D).

고 찰

소아마비는 1789년 영국의 Underwood에 의해 처음 문헌에 보고되었고, 1909년 Landsteiner와 Popper에 의해 그 원인이 바이러스임이 밝혀졌으며²⁾, 이 바이러스에 의해 척수의 전각세포 및 뇌간의

Fig. 2-A. Postoperative 5 months, shows callus formation at the lengthened site.

B. Radiograph at 6 months after removal of Ilizarov external fixator shows tibial valgus 6 degree with complete union at lengthened site.

C. After correction of tibial valgus to 3 degree varus with Ilizarov external fixator.

D. After removal of Ilizarov external fixator, the tibia was corrected to 3 degree varus.

일부 운동핵이 침범되어 그 결과로 생긴 마비로 인해 근육 불균형, 자세이상, 연부조직의 구축 및 성장에 따른 비정상적인 골발육으로 일시적 또는 영구적인 신체의 마비와 변형을 초래하는 질환이다. 잔유기 변형에 대한 치료중 하지 부동에 대한 수술 방법에 있어 장측 하지의 단축술과 단축하지의 연장술은¹⁾은 각각 장단점과 적응증이 있는데, 연장술은 단축하지를 연장함으로써 신장을 그대로 유지하고 체간과 사지의 균형을 정상화 할 수 있는 반면 단축술에 비해 장기간의 치료기간이 요하며 기술적으로 어려우며 연부조직의 신연성에 제약이 있으며 주위 관절의 운동 제약을 초래할 수 있는 단점이 있다.

사지 연장술은 1905년 Codivilla⁴⁾가 대퇴골 연장술을 처음 보고한 이래 1921년 Putti가 골 연장 기

구를 사용하여 점진적이고 지속적인 골 연장의 중요성을 주장하였으며 Anderson³⁾이 외고정 장치를 이용한 신연 방법을 사용하면서 보편화 되었으나 기술상의 어려움과 많은 합병증으로 좋은 결과를 얻지 못하였다. 1972년에 Wagner¹²⁾의 견고한 외고정 견인 장치가 널리 사용되어 오다가 1980년에 서방 세계에 새로 소개된 Ilizarov의 신연 골형성 방법^{6,7)}과 De Bastiani(1986)의 가골 신연술(callotasis) 방법이 하지 신연에 획기적인 발전을 이루게 되었다.

Ilizarov를 사용한 골형성의 이론적 근거는 골형성이 골막 가골의 형성 외에도 절골된 골단에서 절골간격의 중심을 향하여 직접 골형성이 일어나며 또한 골수강 자체의 골형성 능력도 기여한다는 이론¹¹⁾, 1986년 De Bastiani⁵⁾의 골막 가골이 형성된

후, 이때 생긴 가골을 신연 함으로써 골연장을 시도 하는 가골신연(callus distraction=callotasis)이란 개념에 의한 것이다. 이때 휴지기간은 절골술 시행 후 생긴 골수강내 혈행의 복구, 국소 염종의 소실에 필요한 시간으로 환자의 나이가 많을 수록, 골이 치밀할수록, 절골술에 동반된 외상이 클수록 길어진다. 신연시 생길 수 있는 조기 유합은 불충분한 피질골 절골술 및 과도한 휴지기, 낮은 신연율에 의해 생길 수 있고, 지연 유합은 기술적 요인으로 손상이 심한 피질골 절골술 및 휴지기가 짧은 경우, 불안정한 외고정장치, 과도한 신연율에 의해 생길 수 있으며, 환자 측의 요인으로 감염, 대사성 질환, 영양결핍 등에 의해 일어날 수 있다⁸⁾.

본 연구에서 소아마비 후유증으로 인한 단축 하지를 Ilizarov 방법으로 하지 연장을 하였을 때 Ilizarov를 사용함으로써 다른 술식보다 비교적 비침습적이면서 하지 연장에 따라 환자의 골반경사가 호전되었으며 파행 보행이 호전되는 장점이 있었다. 그러나 평균 치유 시간이 연장되어 치유지수가 평균 3.3mon/cm(최소 1.3mon/cm-7.2mon/cm)로 골형성이 지연되었다. 이러한 원인은 근육의 위축 및 근육의 혈류장애, 환측하지의 통증과 족부변형 등으로 인하여 체중 부하를 적절히 못하여 주기적 축성 미세운동이 감소되고 이에 따른 골형성 감소가 한 원인으로 사료된다. 또한 2명 환자에서 보행시 수술부위에 경한 통증을 호소하였는데 그 이유는 수술후 하지 부동은 교정되었으나 아직 심적 안정감이 미흡하고 급속한 신체 균형의 변화와 비교적 짧은 추시기간이 한 요인으로 사료된다. 1명의 환자가 치료전보다 파행 보행이 심해졌는데 그 이유는 환측 하지의 동통과 하지 연장에 따른 2차적 변형 때문으로 사료된다.

또한 치료중에 생긴 환측 하지의 2차적 변형이 치료의 기간을 연장시켰는데 경골 연장시 생기는 경골의 외반 및 전방 각형성의 요인은 하퇴부의 근육이 주로 전외측, 후측에 있고 상대적으로 내측에 근육이 적어 연장되는 원위부가 경골 주위의 연부 조직에 의해 외반 및 전방 각형성이 쉽게 생기는 요인으로 사료되었다. 치료후 기존의 족관절과 족부의 마족 외반 변형 악화와 기존의 족관절 외반 악화의 요인은 첫째 침족 변형 상태에서는 거골하 관절 및 족부의 외반 변형이 보행시에 별 문제를 안 일으키다

가 마족변형을 교정하여 발바닥 전체로 체중 부하를 하게되면서 기존의 거골하 관절 및 족부의 외반 변형이 불편을 초래하게 되었고, 둘째로 주위 근육에 비하여 전경근이 상대적으로 약화되어 있어 골신연시에 상대적으로 주위 근육 보다 전경근의 긴장이 약해 거골하 관절 및 족부의 외전이 심해지는 것으로 사료된다. 세째는 하지 연장시 경골의 외반 변형이 생기게 되면 족관절과 족부의 외반이 더욱 가중되어 체중부하에 장애를 초래하는 것으로 사료된다. 따라서 하퇴골 연장시 생길 수 있는 경비골의 외반, 전방 각형성, 거골하 관절 및 족부의 외반 변형 발생 가능성을 고려하면서 하지연장을 해야할 것으로 사료된다.

결론적으로 일리자로프 방법은 소아마비 후유증으로 인한 단축하지 연장술에 효과적인 한 방법으로 사료되나 연장된 신생골이 경화하는데 시간이 많이 걸리며 기존의 근육 마비와 근육 약화로 인한 적응의 지연, 수술 부위의 지속적 통증, 신연시 발생하는 이차적인 변형 등이 Ilizarov의 착용 기간을 연장시키는 것으로 사료된다. 따라서 지속적인 통증에 대하여 통증 조절과 체중부하를 권장하여 빠른 골형성과 골유합을 유도해야 겠고, 거골하관절 및 족부에 발생하는 2차적 변형의 예방과 적절한 교정, 약화된 근력에 대한 지속적인 근력 강화 운동이 필요할 것으로 사료되며 수술전과 치료중에 환자에게 치료기간의 장기화에 대한 충분한 설명이 필요할 것으로 사료된다.

결 론

저자들은 연세대학교 의과대학 정형외과에 1990년 12월부터 1992년 8월까지 내원하여 치료를 시작했던 소아마비 후유증으로 인한 하지부동과 그에 따른 보행장애를 주소로 하는 성장이 완료된 13명을 대상으로 하여 하지연장을 시행한 후 치료가 끝나 Ilizarov 제거후 최소 12개월에서 최고 45개월(평균24개월) 추시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연령은 18세에서 32세로 평균연령은 26.4세였으며, 남녀비는 7:6였고 20대가 6명(47%)으로 가장 많았다.
2. Ilizarov 외고정 장치에 의한 치료 및 고정기간은 최소 5.2개월에서 최고 17.0개월로 평균 9.3개

월이었고, 평균 3.8cm(최소 2.0cm-최고 6.2cm)의 단축에 대하여 경골에 골연장을 시행하여 평균 3.1cm(최소 1.5cm-최고 4.6cm)의 골 연장을 얻었다. 이때 평균 치유지수는 3.3mon/cm(최소 1.3-최대 7.2)였다. 수술전과 수술후 단축하지의 근력 측정에서 3례에서만 0.5등급의 약화가 있었고 대부분에서 수술후 근력 약화를 보이지 않았다.

3. 환축하지의 통증에 대하여 11명 환자에서는 통증이 없었으나 2명에서 통증을 호소하였다. 파행보행에 대하여 12명 환자에서는 파행보행이 호전되었으나 1명은 파행보행이 심해졌다. 골반경사는 11명에서 호전되었으나 2명에서는 변화가 없었다.

REFERENCES

- 1) 기정일, 이덕용 : 하지부동. *대한정형외과학회지*, Vol. 4, No. 3, 1-11, 1969.
- 2) 한수봉 : 소아마비 후유 변형에 관한 통계학적 연구. *대한정형외과학회지*, Vol. 7, No. 1, 23, 1972.
- 3) **Anderson J, Harrison B, Boyd CM, Cannon DH and Lubansky HJ** : Mechanical induction of osteogenesis : The importance of pin rigidity. *J. Pediat. Orthop.*, 8:396-401, 1988.
- 4) **Codivilla A** : On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. *Am. J. Orthop. Surh.*, 2:353, 1905.
- 5) **De bastiani G, Aldegheri RA, Renzi-Brivio L and Triviella G** : Limb lengthening by callus distraction(callotasis). *J. Pediat. Orthop.*, 7:129-134, 1987.
- 6) **Ilizarov GA** : Clinical application of tension-stress effect for limb lengthening *Clin. Ortho.* 250:8-26, 1990.
- 7) **Ilizarov GA** : The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues : Part. II . The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin. Orthop.*, 239:263-285, 1989.
- 8) **Paley D** : Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin. Orthop.* 250:810104, 1990.
- 9) **Paley D** : Current technique of limb lengthening. *J. Pediat. Orthop.*, 8:73-92, 1988.
- 10) **Paterson D** : Leg-lengthening procedures : a historical review. *Clin. Orthop.*, 250:27-33, 1990.
- 11) **Peltonen J, Karaharju E, Aalto K, Alitalo I and Hietaniemi K** : Leg lengthening by osteotomy and gradual distraction. : An experimental study. *J. Pediat. orthop.*, 8:509-512, 1988.
- 12) **Wagner H** : Operative lengthening of the femur. *Clin. orthop.*, 136:125-142, 1978.