

유전성 골연골종증 환자에서 전완의 변형에 대한 수술적 치료

부산대학교 병원 정형외과학 교실

왕기봉 · 김휘택 · 서근택 · 유충일

—Abstract—

Operative Treatment of Deformities of the Forearm in Hereditary Multiple Osteochondromas

Kie Bong Wang, M.D., Hui Taek Kim, M.D.,
Kuen Tak suh, M. D., Chong Il Yoo, M. D.

Department of Orthopaedic Surgery, Pusan National University

Deformity of the forearm is common in patients with hereditary multiple osteochondromas. It produces cosmetic and functional impairment. The deformity of the forearm in hereditary multiple osteochondromas that we described is often associated with osteochondroma of the distal part of ulna causing ulnar longitudinal hypoplasia. This osteochondroma mechanically disturbs the axial alignment of the adjacent joints, either directly or through tension on the interosseous membrane. We reviewed 9 cases of forearm deformity caused by hereditary multiple osteochondromas in 9 patients, in whom ulnar lengthening with excision of osteochondroma was a main procedure. The patients were followed along for a mean of 3 year 6 months. The procedures included ulnar lengthening with excision of osteochondroma in the distal part of the ulna in 6 patients, ulnar lengthening with excision of the osteochondroma and corrective osteotomy of the radius in 2 patients, and stapling of the distal physis of the radius with excision of osteochondroma in 1 patient. Ulnar lengthening was performed by an immediate bone graft and internal fixation in 5 patients, or gradual distraction with and external fixator in 3 patients. The cosmetic results of the surgery were very gratifying and the range of motion of radial deviation at the wrist was increased. Partial recurrence of the deformity was seen during follow up in the skeletally immature patients. However, in general, Ulnar lengthening with excision of osteochondroma was an effective procedure to restore cosmesis as well as function of the wrist.

Key Words : Hereditary osteochondromas, ulnar lengthening

I. 서 론

유전성 골연골종증은 diaphyseal aclasis, metaphyseal aclasis로도 불리며^{11,13)}, 골단의 연골 아세포의 이소성 증식으로 인한 기형으로 골간단 재형성의 결손, 골연골종의 형성 및 성장장애가 특징이다¹³⁾.

이 환자들의 약 60%정도에서 전완의 변형이 관찰되며 이들 변형은 요골에 대한 척골의 상대적 단축, 척골이나 요골의 만곡, 요골원위 골단판의 척측 편위, 수부의 척측 편위, 요골두의 아탈구 및 탈구 등으로 나타나게 되며 이들 변형의 병력은 대부분 상지의 기능적, 미용적 장애를 나타내게 된다.

전완의 변형에 대한 치료는 과거에는 주로 골연골종의 제거, 요골단축, 요골원위 성장판의 요측 stapling, 탈구된 요골두의 제거를 시행하였으나 대부분에서 상당한 후유증을 낳았다.

저자들은 유전성 골연골종증 환자중 전완의 변형을 동반한 9례의 환자를 대상으로 골연골종의 제거 및 척골 연장술을 주술식으로 치료하여 얻은 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

1985년 8월부터 1991년 11월까지 만 6년 3개월 동안 부산대학교 병원 정형외과에서 치험하였던 전완의 변형을 동반한 다발성 골연골종증 환자 9례를 대상으로 하여 변형의 방사선학적 특징, Masada등⁶⁾에 의한 분류, 치료방법 및 그 결과를 분석하였다.

환자의 성별은 남자가 6명, 여자가 3명이었으며 변형 부위는 우완이 7례, 좌완이 2례였고 연령 분포는 5세부터 15세까지 평균 9.9세였으며 추시관찰은 1년 2개월에서 7년 5개월까지 평균 3년 6개월이었다.

변형의 정도를 측정하기위해 저자들은 주관절 및 완관절을 포함한 전완의 정·측면 단순 방사선 사진을 이용하여 술전 및 추시관찰후의 상대적인 척골의 단축, radial articular angle(RAA), carpal slip(CS), 완관절, 주관절 및 전완의 운동 범위를 각각 측정하여 비교 분석하였다.

요골 관절면 각도(RAA)는 요골의 관절면에 따라

그은 선과 요골두의 중심에서 원위 요골 골단의 요측 끝에 연결한 선에 대하여 수직으로 그은 선이 서로 만나서 이루는 각도로서 측정하였으며 정상 범위는 15° - 30° 이다(Fig. 1). Carpal slip(CS)은 주두의 중심에서 요골 원위 골단의 척측 끝을 연결한 선을 월상골까지 연장하여 요골과의 접촉을 벗어난 월상골의 범위를 %로 나타낸 것으로 50%이상일 경우 비정상이며(Fig. 2) 요골에 대한 척골의 상대적 단축은 요골원위부의 척골면에서 요골의 장축에 대해 수직선을 그어 이 선과 척골의 원위부 사이의 거리로서 측정하였다(Fig. 3).

변형의 분류는 Masada⁶⁾의 분류를 따랐으며 총 9례중, 제 I 형이 6례(77.8%)로 가장 많았으며 제 II b형에 준한 요골두의 불안정성을 동반한 경우가 2례(22.2%)이었고 제 II a형 및 제 III형은 본 레에서 없었다(Table 1).

본 레에서 적용한 수술의 적응증은 1.5cm이상의 척골의 상대적인 단축이 있는 경우, $RAA > 30^{\circ}$, $CS > 60\%$, 요골두의 불안정성, 완관절, 주관절 및 전완의 운동장애가 심한 경우 등이었으며 전완의 변형에 대한 수술방법은 척골원위부에 생긴 골연골종

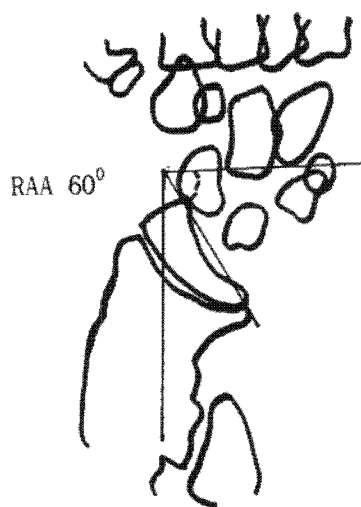


Fig. 1. The radial articular angle(RAA) is the angle between two construct lines: One along the articular surface of the radius and the other perpendicular to a line that bisects the head of the radius and passes through the radial edge of the radial epiphysis. The normal RAA is between 15 and 30 degrees

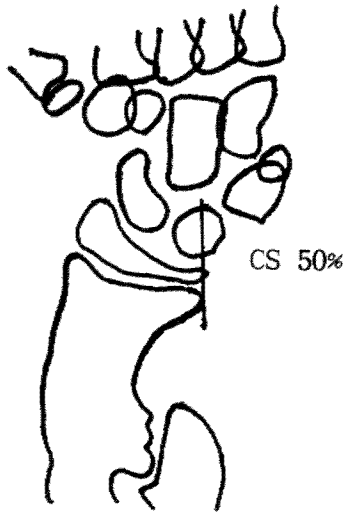


Fig. 2. Ulnarward carpal slip(CS) or displacement of the lunate off the radius is measured as the percentage of contact of the lunate with the radius, determined by an axial line drawn from the center of the olecranon through the ulnar edge of the radius. The line normally bisects the lunate. CS is considered abnormal when more than 50%

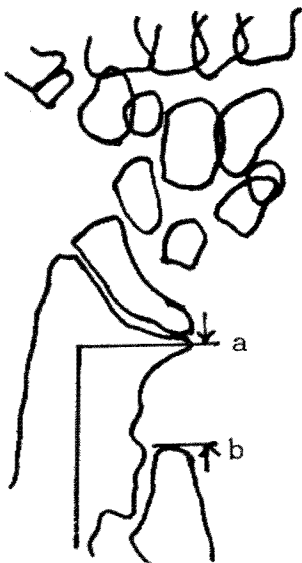


Fig. 3. Relative ulnar shortening is a distance a line 'a' and a line 'b'. A line 'a' that is perpendicular to the longitudinal axis of the radius is constructed at the distal ulnar aspect of the radius. A line b is constructed at the end of the ulna.

의 절제 및 척골연장술을 시행한 경우가 6례, 골연골종의 절제 및 요골의 교정절골술과 함께 척골 연장술을 시행한 경우가 2례, 골연골종의 절제 및 요골 원위부 성장판의 요측 stapling을 시행한 경우가 1례이었다. 척골연장술의 방법은 5례에서 즉각적인 골이식 및 내고정을 시행하였으며 3례에서는 체외고정장치를 이용한 점차적인 신연술을 시행하였다.

III. 결과

모든 예에서 골연골종의 절제술을 시행하였으며 술전 및 추시 관찰후의 방사선학적 소견 및 운동범위는 Table 2. 와 Table 3. 에서와 같다. 척골연장술을 시행한 8례에서는 술전 요골에 대한 척골의 상대적 단축이 평균 13.4mm였으며 이중 즉각적인 척골 연장술을 시행한 5례에서는 평균 10mm의 길이 연장을 얻었고 점차적인 신연술을 시행한 3례에서는 평균 19mm의 길이연장을 얻었다. 평균 3년 6개월의 추시관찰 후 얻은 척골길이의 상대적인 단축은 평균 6mm로서 9세 이하에서는 평균 2.4mm/year, 13세 이후에서는 평균 1.0mm/year의 요골에 대한 상대적인 척골의 성장장애가 생기는 것을 볼 수 있었다. 수술 방법에 따라 RAA와 CS의 술전 및 술후의 결과를 비교하면, 먼저 척골연장술만 시행한 6례에서의 RAA와 CS는 각각 3.5°, 6.5°의 향상을 보였으며, 척골연장술과 요골의 교정술을 동시에 시행한 2례에서의 RAA와 CS는 각각 18°, 15%의 향상을 보였다.

요골 원위부 골단판의 요측 stapling만을 시행한 1례에서의 RAA와 CS는 각각 20°, 50%의 향상을 보였으나 24mm의 상대적인 척골의 단축을 보였다.

술전 대부분의 환자에서 완관절의 요측 편위운동 및 전완의 회내전 운동의 제한을 제외한 완관절, 주관절의 운동은 정상범위였으며, 추시 관찰 결과 척골연장술을 시행한 6례에서 전완의 회내전 및 요측 편위운동은 각각 11.7°, 4.1°의 향상을 보였으며 척골연장술과 요골의 교정절골술을 시행한 2례에서는 각각 27.5°, 10°의 향상을 보였다. Masada등⁶⁾에 의한 분류 제 IIb형에 준하는 2례중 1례는 요골의 교정절골술 후 점차적인 척골연장술을 시행함에 따라 요골의 아탈구가 정복되어가는 소견을 보였으며 나머지 1례에서는 척골연장술 후 요골두의 제거를

Table 1. Data on Nine Patients with Forearm Deformity

Case	Age at Operation (year ^{mean})	Sex	Side	Follow up (year ^{mean})	Type of Deformity	Procedures.
1	5 ⁹	M	Rt	6 ⁶	I	TR, immediate UL
2	12 ¹⁰	F	Lt	5 ⁶	I	TR, immediate UL
3	16 ⁰	M	Rt	5 ⁶	I	TR, immediate UL
4	5 ¹¹	M	Rt	4 ⁸	II b	TR, immediate UL
5	9 ⁵	M	Rt	2 ⁰	I	TR, gradual UL
6	7 ¹¹	M	Lt	1 ¹²	II b	TR, gradual UL, RO
7	13 ⁴	M	Rt	7 ⁵	I	TR, gradual UL
8	5 ⁸	F	Rt	4 ³	I	TR, immediate UL, RO
9	10 ¹⁰	F	Lt	4 ¹	I	TR, stapling

* TR : tumor resection, UL : ulnar lengthening, RO : radial osteotomy

Table 2. Radiographic Finding at Preop. and the Last Follow up

Case	Relative ulnar shortening (mm)		Radial articular angle (degree)		Carpal slip (percentage)	
	Preop.	Last	Preop.	Last	Preop.	Last
1	9	2	35	40	-	40
2	18	12	40	35	50	42
3	8	3	50	40	30	20
4	17	10	40	40	-	40
5	10	3	45	40	25	40
6	14	7	33	26	75	50
7	15	6	38	24	45	30
8	16	5	42	20	60	45
9	10	24	45	20	60	10

Table 3. Range of Movement at Preop. and the Last Follow up (degree)

Case	Supination-pronation		Ulnar-Radial deviation		Extension-Flexion	
	Preop.	Last	Preop.	Last	Preop.	Last
1	60-10	80-20	20- 0	30- 0	0-135	0-135
2	45-20	90-65	30- 0	30-10	10-130	0-140
3	70-90	90-90	40- 0	30- 5	20-120	10-135
4	60-55	90-40	30-15	30-20	0-135	0-135
5	70- 0	70-25	45-25	40-20	0-135	0-135
6	60-60	90-65	45- 0	40-10	5- 75	20-120
7	80-80	90-90	60-15	30-25	0- 85	0-135
8	40- 0	90-45	30-10	30-20	0- 40	0-134
9	60- 5	60-15	40- 0	40- 0	25-130	0-130

환자에게 제의하였으나 환자는 미용 및 기능상 술후 결과에 만족하였으며 더 이상의 수술을 원하지 않았다. 술전 대부분의 환자들에 있어 중요한 관심사는 전완변형의 교정술후의 기능 및 미용의 향상에 있었

으며 추시관찰 수의 결과는 기능의 향상은 현저하지 않았으나 미용의 향상은 척골연장술을 시행치 않은 1례를 제외한 대부분의 환자에서 매우 만족할 만한 것이었다.

V. 고 찰

유전성 골연골증은 1814년 Boyer¹¹⁾에 의해 처음 보고되었으며 Solomon¹³⁾은 이 유전성 질환의 신체적 분포, 특징, 이에 의한 성장장애, 합병증 등을 상세히 기술하였다.

유전성 골연골증 환자에서의 전완의 변형은 척골의 종적 형성부전을 일으키는 골연골종과 관련이 있으며 이 골연골종은 직접적으로 혹은 골간막의 장력을 통하여 인접 관절의 종적 선열을 방해하게 된다³⁾.

골연골종은 골단연골에서 생기며 골단판의 이환부를 묶는 역할을 하여, 이환되지 않은 부위의 골단판이 정상성장을 함에 따라 척골단축 및 각형성을 일으키게 된다⁷⁾.

전완에서는 골연골종이 대부분 원위부에 위치하게 되기 때문에 요골과 척골간 길이의 불일치를 조장하게 되고 이에 영향을 미치는 인자는 요골과 척골원위부 골단판의 횡단면적의 차이(척골은 요골의 1/4)와 두 골단판간의 성장잠재력의 차이(요골 75%, 척골 85%)에 의한 것으로 생기게 되며^{3,6)}, 그 밖에 골연골종 자체의 크기가 요골의 만곡을 일으키는 주요한 요인으로 작용한다.

유전성 골연골증 환자의 전완의 변형에 대한 분류는 Masada등⁶⁾에 의해 제안되었으며 이 분류가 전완의 변형의 경중도와 기능의 장애를 잘 반영한다고 주장하였다. 이들에 의하면 제 I 형이 가장 많으며 주관절의 운동범위는 정상이나 전완의 회전장애가 심하고 제 II 형은 주관절의 운동범위 및 전완의 회전운동의 제한이 있으며 제 III 형은 정상적인 전완의 회전 및 주관절의 운동범위를 보이나 완관절의 척측 편위운동은 약간의 제한이 있다고 하였다.

저자들의 예에서는 제 I 형이(77.8%) 가장 많았으며 제 IIb형에 준한 요골두의 불안정성을 동반한 경우가 2례(22.2%)이었고 제 IIa형 및 제 III 형은 없었다. 술전 대부분의 환자에서 완관절의 요측 편위운동 및 전완의 회내전운동의 제한을 제외한 완관절, 주관절의 운동은 정상범위였으며 척골 연장술과 요골의 교정 절골술을 동시에 시행한 군(2례)이 척골 연장술만을 시행한 군(6례)보다 전완의 회내전 및 요측 편위운동의 향상이 뚜렷하였다.

전완의 변형에 대한 치료의 어려움은 성장기 연령층의 아동으로 변형의 진행을 예측할 수 없으며 환자가 호소하는 증상이 기능의 장애가 아니라 미용상의 문제이기 때문에 과거 여러 저자들은 수차례의 재수술을 피하기 위해 사춘기 이후까지 수술을 연기할 것을 주장하였으나^{2,4,11,12,14)}, Wood등은¹⁵⁾ 어린 소아에서 변형이 빠르게 진행될 경우 조기에 수술을 시행하나 기능상, 미용상 장애가 없을 경우에는 수술을 연기할 수 있다고 하였으며, Fogel등은¹⁵⁾ 전완의 변형은 조기에 적극적으로 치료해야 기능상, 미용상의 장애를 피할 수 있다고 하였고, Masada 등은⁶⁾ 나이가 어릴수록 수술의 예후는 좋으며 척골단축 및 요골의 만곡이 진행되기 전에 골연골종을 절제해야 차후 요골의 교정절골술과 척골연장술 등의 수술을 피할 수 있다고 하였다.

전완의 변형에 대한 치료는 과거에는 주로 골연골종의 제거, 요골단축, 요골원위부 성장판의 요측 stapling, 탈구된 요골두의 제거 등을 시행하였으나 대부분에서 상당한 후유증을 낳았다^{4,11,12)}.

Ogden⁴⁾은 골연골종을 제거한 후에도 성장판은 정상적인 성장잠재력을 갖지 못한다고 하였으며 Fogel등은 골연골종의 절제만을 시행하였을 경우 변형의 진행을 막지 못한다고 하였으나, Masada등은 골연골종의 절제술이 변형의 진행을 예방하고 전완의 회전운동범위를 증가시킬 뿐 아니라 요골의 만곡도 조절된다고 하였다.

Dalmonte등은²⁾ 척골연장술은 11세 이전에 시행하였을 경우 요골에 대한 상대적인 척골단축의 정도는 0.27cm/year라고 하였으며 Kameshita등은⁵⁾ 척골연장술과 요골단축을 동시에 시행할 것을 제외하였다. 몇몇 저자들은 골이식을 이용한 즉각적인 척골연장술이 20mm이상의 길이연장을 할 경우 신경 및 혈관에 문제를 야기시킨다고 하였으나 Mori는⁷⁾ 전완의 골간막에 있는 끈과 같은 구조물을 절개했을 경우 20mm이상의 즉각적인 길이연장을 얻을 수 있다고 하였고, Pritchett¹⁰⁾는 척골연장술의 단점은 어린 소아에서 변형이 재발될 수 있고 추후 재수술을 필요로 할 수 있으므로 5mm정도의 척골의 상대적인 길이연장이 필요하다고 하였으며, Masada등은⁶⁾ 외과적 치료를 받지 않은 골격성장이 끝난 환자에서 요골 척골간 가장 큰 길이의 불일치를 보인 경우가 35mm, 평균이 25mm로서 척골길이를 20mm이상 연장

시킬 경우 최종적인 불일치는 5mm내라고 하였으며 이 정도의 불일치는 수용할 수 있다고 보고하였다. 또한 이들은 제 I 형인 경우 점차적인 신연술이 편부위 감염 및 입원기간의 연장을 가져 오기때문에 골이식술을 통한 즉각적인 연장술을 시행하고 제 II 형은 탈구된 요골을 정복하기 위하여 체외고정장치를

를 이용한 점차적인 신연술을 제안하였다.

저자들의 예에서는 척골연장술을 시행한 8례에서 술전 척골길이의 상대적인 단축은 평균 13.4mm이었다. 평균 3년 6개월 추시관찰상 척골 길이의 상대적 단축은 평균 6mm이었고 이중 9세 이하에서는 평균 2.4mm/year, 13세 이후에서는 평균 1.0mm/year의 상

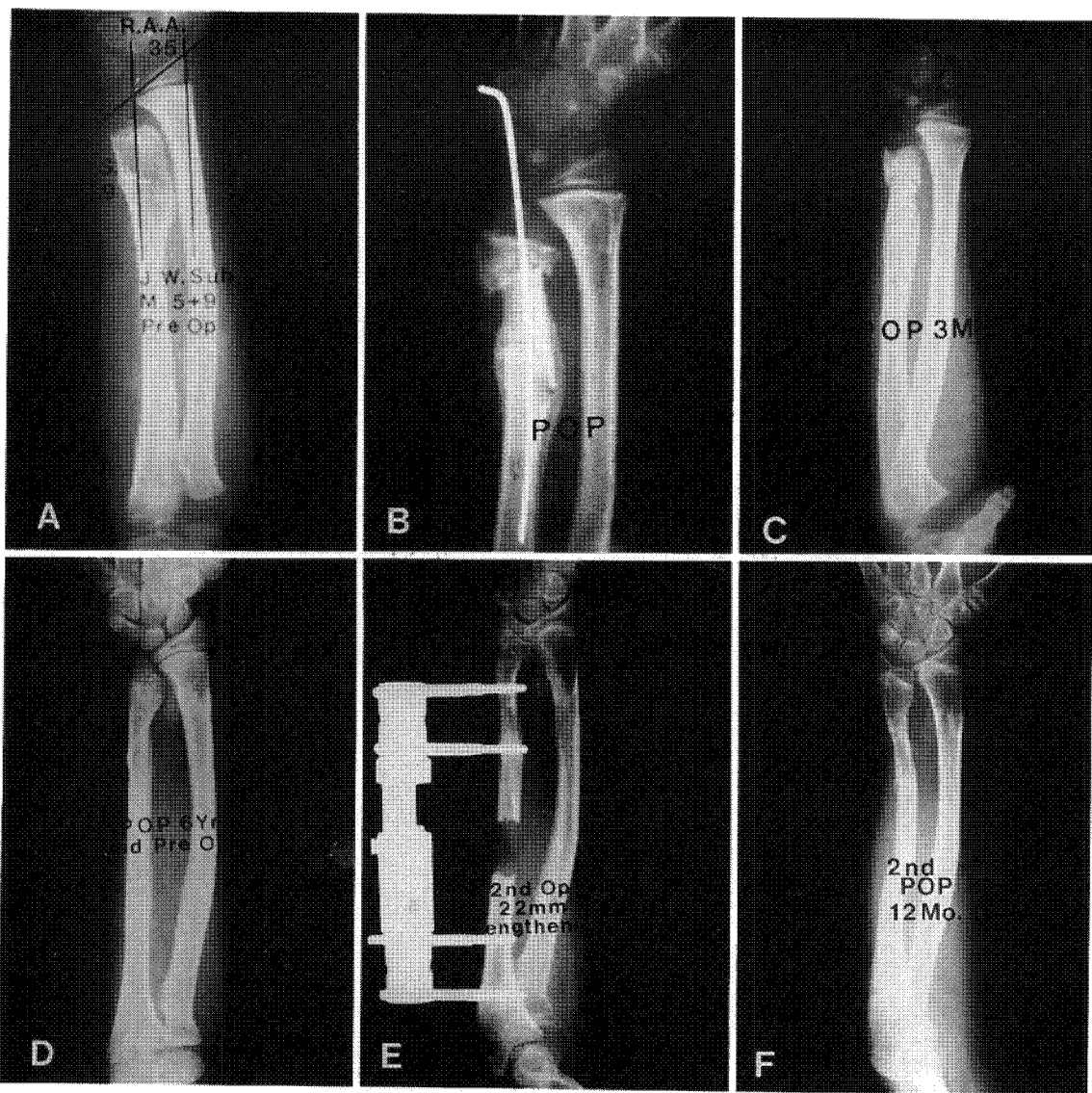


Fig. 4. A) Preop. radiograph showing a hypoplastic ulna with a large distal ulnar osteochondroma
 B) The ulna was lengthened by osteotomy, fibular bone graft and K wire fixation
 C) Postop. 3 month radiograph
 D) Postop. 6 year radiograph showing partial recurrence of deformity
 E) The ulna was lengthened by gradual distraction using external fixator as a second procedure
 F) 6 months later cosmetic and functional appearance was improved.

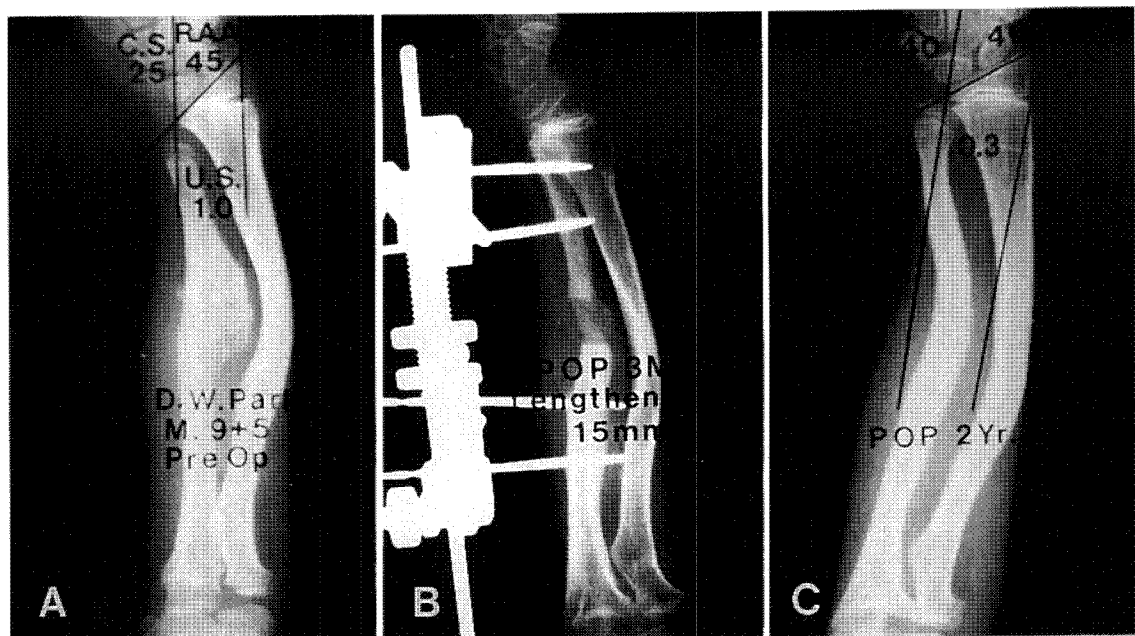


Fig. 5. A) Preop. radiograph showing large distal ulna osteochondroma and bowing of the radius
 B) Ulna was gradually lengthened, using an external fixator
 C) 2 years later cosmetic and functional appearance was improved, but the radius was still bowed.

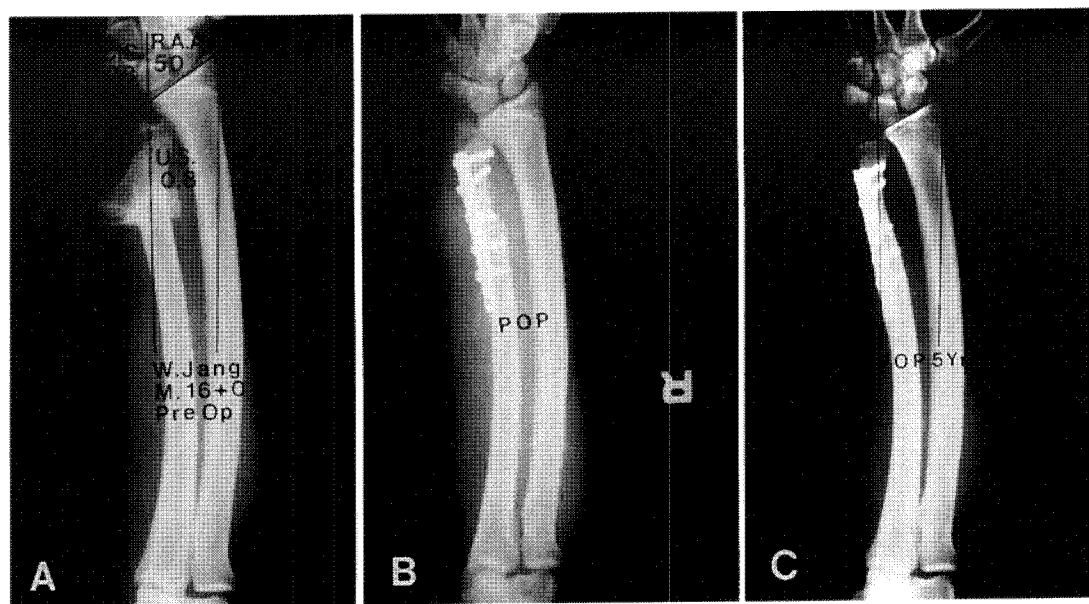


Fig. 6. A) Preop radiograph showing relative ulna shortening and increased RAA
 B) The ulna was lengthened by osteotomy, fibular bone graft and internal fixation with plate
 C) 5 years later forearm deformity was satisfactorily corrected and cosmetic appearance was improved.

대적인 척골의 성장장애가 생긴 것을 볼 수 있었다. 즉각적인 척골 연장술을 시행한 3례에서는 평균 10 mm의 길이연장을 얻었고 점차적인 신연술을 시행한 군에서 보다 효과적인 척골의 길이연장을 얻을 수 있었다.

Siffert와 Levy는¹²⁾ 요골의 만곡을 교정하기 위해 요골원위부 성장판의 요측부위에 stapling을 시행하여 RAA와 CS의 향상을 볼 수 있었다고 하였으나 저자들은 1례에서 골연골종의 절제 및 요골 원위 골단판의 요측 stapling을 시행하여 RAA와 CS의 충분한 교정을 볼 수 있었으나, 척골의 상대적인 단축이 24mm이었다.

Fogel등은³⁾ 골연골종의 절제 및 stapling과 척골 연장술을 동시에 시행하는 것이 전완의 변형을 교정하는데 있어 가장 좋은 결과를 얻었다고 보고하였고 Masada등은⁶⁾ 최종적인 길이의 불일치를 예측할 수 없기때문에 원위요골단의 stapling을 사용하지 않고 비정상적인 RAA와 CS가 있으면서 요골의 만곡이 있는 경우에 요골의 교정절골술을 시행할 것을 제안하였다.

McCornack등⁸⁾ 26례의 환자에서 상지의 골연골종 제거술을 시행하였는데 동통성 요골두 아탈구나 탈구가 있었던 5례의 환자에서 요골두 제거술을 시행하여 3례에서 만족할 만한 결과를 얻었으며 나머지 2례중 1례에는 지속적인 동통으로 재수술을 시행하였고 다른 1례에서는 요골과 척골간 synostosis가 발생하였다고 보고하였으며 Masada등은⁶⁾ 제 2형중 요골두를 제거한 2례중 1례에서 만족할 만한 결과를 얻었으나 1례에서는 전완의 회전장애가 심하게 나타났다 보고하였다. 저자들의 경우에는 요골두의 탈구 및 아탈구를 가진 경우가 각각 1례씩 있었으며 요골두의 탈구를 동반한 1례는 척골연장술후 기능상, 미용상 환자가 비교적 만족하여 요골두 제거술을 원치 않았으며 요골두의 아탈구를 동반한 1례에서는 요골의 교정절골술 및 점진적인 척골신연술로써 요골두의 점차적인 정복을 관찰할 수 있었다.

VII. 결 론

유전성 골연골종증 환자중 전완의 변형을 동반한 9례의 환자를 대상으로 전완의 변형을 교정하기 위해 골연골종의 절제 및 척골연장술이 주된 술기로

서, 치료한 결과는 미용상, 기능상 만족할 만한 것이었으며 추시관찰상 성장중인 환자에서는 변형의 부분적 재발이 관찰되었으나 전체적으로 골연골종의 절제 및 척골연장술은 유전성 골연골종증 환자의 전완의 변형에 대한 교정술로서 유용할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Boyer, A : *Traite des maladies chirurgicales et des operation qui leur conviennent*. Paris : ve Migneret, 3 : 594, 1814.
- 2) Dal Monte, A., Andrisano, A., Capanna, R : *Lengthening of the radius or ulna in asymmetrical hypoplasia of the forearm (report on 7 cases)*. *Ital. J. Orthop. Traumatol.*, 6 : 329-42, 1980
- 3) Fogel, G.R.T., McElfresh, E.C., Peterson, H. A., Wicklund, P.T. : *Management of deformities of the forearm in multiple hereditary osteochondromas*. *J. Bone Joint Surg.*, 66-A : 670-80, 1984.
- 4) Jaffe, H.L. : *Hereditary multiple exostosis*. *Arch. Pathol.*, 36 : 335-57, 1943.
- 5) Kameshita, K., Itoh, S., Wada, J., Yoshino, M. : *Ulnar lengthening combined with radial shortening for the forearm deformity in multiple osteochondroma*. *J. Jpn. Orthop. Ass.*, 59 : 501-2, 1985.
- 6) Masada, K., Tsuyuguichi, Y., Kawai, H., Kawabata, H., Noguchi, K., Ono K. : *Operation for forearm deformity caused by multiple osteochondromas*. *J. Bone Joint Surg.*, 71B : 1 : 24-29, 1989.
- 7) McCornack, E.B. : *The surgical management of hereditary multiple exostosis*. *Orthop. Rev.*, 10 : 57-63, 1981.
- 8) Mori, K. : *Experimental study on rotation of the forearm : functional anatomy of the interosseous membrane*. *J. Jpn. Orthop. ass.*, 59 : 501-2, 1985.
- 9) Ogden, J.A. : *Multiple hereditary osteochondromata : report of an early case*. *clin. Orthop.*,

59:611-22, 1976.

- 10) Pritchett, J.W. : *Lengthening the ulna in patients with hereditary multiple exostosis. J. Bone Joint Surg.*, 68-B:561-5, 1986.
- 11) Shapiro, F. Simon, S., Glimcher, M.J. : *Hereditary multiple exostoses: anthropometric, roentgenographic, and clinical aspects. J. Bone Joint surg.*, 61-A:815-24, 1979.
- 12) Siffert, R. S., Levy, R. N. : *Correction of wrist deformity in diaphyseal aclasis by stapling: report of case. J. Bone Joint Surg.*, 47-A:1378-80, 1965.
- 13) Solomon, L. : *Bone growth in diaphyseal aclasis. J. Bone Joint Surg.*, 43B:700-16, 1961.
- 14) Solomon, L. : *Hereditary multiple exostosis. J. Bone Joint Surg.*, 45-B:292-304, 1963.
- 15) Wood, V.E., Sauer, D., Mudge, D. : *The treatment of Hereditary multiple exostosis of the upper extremity. J. Hand Surg.*, 10-A:505-13, 1985.