

전완부의 확정된 구획증후군의 치료

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

정문상 · 노 민

— Abstract —

Treatment of the Established Compartment Syndrome in the Forearm

Moon Sang Chung, M.D. and Min Lo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University

The treatment of the established compartment syndrome in the forearm varies along the degree of the severity. We reviewed 17 cases of the established compartment syndrome in the forearm treated at Seoul National University Hospital from February 1979 to July 1985.

Follow-up was performed more than one year in 14 cases. And the mean follow-up period was 30 months. Out of 17 cases operated on, mild involvement were found in 5 cases. Moderate and severe involvements were observed in 6 and 6 cases respectively. Tenolysis-tendon lengthening was done for 7 cases and proximal release (muscle-sliding operation) was performed in 8 cases. In two cases, living muscle and skin were transferred using microsurgical technique.

In mildly to moderately affected, functional improvements can be obtained in most cases. The proximal release was superior to the tenolysis-tendon lengthening in this category of involvement. However, in severely involved group, the functional gain after the operation is slight in spite of the time consuming, difficult surgery including free muscle transfer.

The neurological problems could be gradually improved without treatment in almost all cases.

Key Words: Established compartment syndrome, Proximal release, Muscele-sliding operation.

서 론

증례 분석

전완부의 확정 구획증후군 (Established compartment syndrome)은 근육조직의 비가역성 괴사(Irreversible necrosis)와 이에 따른 괴사의 섬유화 변성에서 기인하며, 섬유화 변성에 의한 근육의 길이 축소는 수상후 약 6개월에서 12개월간 진행되면서 주변 연부조직과의 유착으로 인하여 근육 주행에 제한을 가져 온다고 한다. 결과적으로 근육의 주행 제한은 관절운동 범위의 감소와 함께 수부 기능의 장애를 초래하게 된다. 저자들은 전완부의 확정 구획증후군을 Tsuge¹⁾의 방법에 따라 분류하였으며, 시행된 수술의 결과를 비교하여 술후 기능의 향상 방법을 모색하여 보았기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

* 본 논문은 1986년도 서울대학교병원 특진연구비 보조로 이루어진 것임.

저자들은 1979년 2월부터 1985년 7월까지 서울 대학교병원 정형외과학교실에서 경험하였던 전완부의 확정된 구획증후군중 17례를 수술하였는 바 이중 추시가 가능한 14례를 대상으로 그 치료 및 결과를 살펴보았다. 남녀의 비는 14:3으로 남자에 많았으며, 연령분포는 10세 미만이 2례, 10세 이상 20세 미만이 6례, 20세 이상 30세 미만이 8례 그리고 30세 이상이 1례로 주로 활동기에 있는 10대와 20대에 많았다. 원인별로는 상완골 과상골절(Supracondylar fracture)후에 5례, 전완부의 심부열상 봉합후에 3례, 일산화탄소 중독(CO poisoning)후에 4례, 전완부 골절(Forearm bone fracture)후에 2례, 전완부의 압제손상(Crushing injury)후에 1례, 심지굴근의 혈관종(Hemangioma in FDP)에 의한 1례 및 선천성(Congenital)이 1례였다(Table

1). 이환에서 치료까지의 기간은 최단 5개월에서 최장 16년까지였으며 평균 3년 2개월이 경과하였다.

증례들은 Tsuge의 분류를 따라 그 이환 정도를 3단계로 나누었다. 심지굴근(Flexor digitorum profundus)에 국한된 섬유화 변성인 경우를 경도, 심지굴근과 장무지굴근(Flexor pollicis longus) 또는 일부 표재성 굴곡근에 섬유화 변성이 일어난 경우를 중등도, 그리고 굴곡근 전체가 변성되고 이와 더불어 전완부 신전근에 섬유화 변성이 있는 경우를 고도라 하였다(Table 2). 이 분류에 의하여 17례를 나누어 보면 경도는 5례, 중등도 6례, 고도 6례가 되며, 이를 다시 원인에 따라 분류하여 보면 상완골 과상골절의 경우는 5례중 4례가 중등도 이상이며, 일산화탄소 중독의 경우는 4례중 3례가 중등도 이상, 심부 열상 봉합후와 전완부 골절시는 전례에서 중등도 이상의 이환정도를 보여 주로 골절이나, 일산화탄소 중독 및 열상의 봉합후 발생한

구획증후군에서 그 이환의 정도가 컸음을 알 수 있다(Table 3).

치료의 방법으로는 크게 건유리술(Tenolysis)과 건연장술(Tendon lengthening)을 시행한 군과 근위부 유리술(Proximal release, Muscle-sliding op.)을 시행한 군 그리고 신경혈관부착 근 이전술(Living muscle transfer)을 시행한 군으로 나눌 수 있다. 추시는 17례중 14례에서 가능하였으며, 추시의 기간은 최단 12개월에서 최장 51개월이었으며, 평균 30개월이었다. 건유리술과 연장술은 총 7례에서 시행되었으며, 이중 5례에서 추시가 가능하였고, 근위부 유리술은 총 8례중 7례에서 추시가 가능하였고, 혈관부착 근 이전술을 시행한 2례는 전부 추시할 수 있었다(Table 4).

건유리술과 연장술은 시행한 7례중 경도 2례, 중등도 3례 및 고도 2례였으며, 근위부 유리술은 경도에서 3례, 중등도에서 3례 및 고도에서 2례가 시행되었고, 신경혈관 부착 근 이전술은 2례가 전부 고도의 경우에 시행되었으며, 2례 모두 박근을 이용하였다(Table 5).

건연장술은 건 유리술후에 Z성형식 연장술(Z-plastic lengthening)로 시행되었으며, 근위부 유리술은 zigzag 절개 후 척골신경과 정중신경 및 상완동맥을 유리한 후, 상완내과(Medial epicondyle) 및 요척골과 골간막(interosseous membrane)으로 부터 굴곡근을 유리하였는 바, 심한 경우는 원위 전완부의 장방형 회내근(Pronator teres)까지도 유리하였다. 유리의 정도는 수근관절을 중립위에 놓고 수지관절이 중립위에 까지 신전될 수 있도록 하였으며,

Table 1. Etiology

Etiology	No. of patients
Supracondylar fracture	5
CO poisoning	4
After repair of deep laceration	3
Forearm bone fracture	2
Crushing injury	1
Hemangioma in FDP*	1
Congenital	1
Total	17

*FDP: flexor digitorum profundus

Table 2. Criteria for classification of severity

Severity	
Mild	Degeneration of part of FDP*
Moderate	Degeneration of FDP and FPL** with part of superficial muscles
Severe	Degeneration of all flexor muscles and/or extensor muscles

*FDP; flexor digitorum profundus, **FPL: flexor pollicis longus

Table 3. Classification of severity according to etiology

Etiology	Mild	Moderate	Severe	Total
Supracondylar fracture	1	2	2	5
CO poisoning	1	1	2	4
After repair of laceration	—	2	1	3
Forearm bone fracture	—	1	1	2
Crushing injury	1	—	—	1
Hemangioma in FDP	1	—	—	1
Congenital	1	—	—	1
Total	5	6	6	17

Table 4. Clinical analysis of established compartment syndrome

Case	Age	Sex	Etiology	Severity	Treatment	Follow-up (yrs. + mos.)	Result
1	6	F	Congenital	Mild	Muscle-sliding op.	3	Good
2	7	F	Supracondylar fx.	Mild	Muscle-sliding op.	4+3	Good
3	17	M	CO poisoning	Mild	Tenolysis+tendon lengthening	3	Fair
4	26	M	Crushing injury	Mild	Muscle-sliding op.	1+9	Fair
5	34	F	Hemangioma	Mild	Excision of hemangioma + tendon lengthening	1+6	Good
6	17	M	Supracondylar Fx.	Moderate	Muscle-sliding op.	1+6	Fair
7	19	M	Forearm bone Fx.	Moderate	Muscle-sliding op.	2	Good
8	21	M	Repair laceration	Moderate	Muscle-sliding op.	2+3	Fair
9	25	M	CO poisoning	Moderate	Tenolysis+tendon lengthening	2	Poor
10	26	M	Repair laceration	Moderate	Tenolysis+tendon lengthening	Lost	
11	29	M	Supracondylar Fx.	Moderate	Tenolysis+tendon lengthening	Lost	
12	11	M	Supracondylar Fx.	Severe	Tenolysis+tendon lengthening	1+2	Fair
13	12	M	Supracondylar Fx.	Severe	Tenolysis+tendon lengthening	1+8	Poor
14	19	M	Forearm bone Fx.	Severe	Living gracilis transfer for flexor	3	Poor
15	24	M	CO poisoning	Severe	Living gracilis transfer for extensor	1+6	Fair
16	25	M	Repair laceration	Severe	Muscle-sliding op.	Lost	
17	25	M	CO poisoning	Severe	Muscle-sliding op.	1	Fair

Table 5. Methods of treatment

	Tenolysis-TL*	Proximal release(MSO**)	LMT***
Mild	2	3	—
Moderate	3	3	0
Severe	2	2	2
Total	7	8	2

*TL: tendon lengthening, **MSO: muscle-sliding operation, ***LMT: living muscle transfer

Table 6. Criteria for evaluation of the function

	ROM
Good	Above 2/3 of normal ROM
Fair	Between 1/3 and 2/3 of normal ROM
Poor	Below 1/3 of normal ROM or requires re-op.

Table 7. Results of treatment, grades of involvement

	Mild	Moderate	Severe	Total
Good	3	1	0	4
Fair	2	2	3	7
Poor	0	1	2	3
Total	5	4	5	14

고도의 확정 구획증후군에서는 유리의 정도를 축소시켜서 수지관절이 중립위에까지 신전은 불가능하다. 더라도 수지의 악력(grip strength)은 유지될 수 있는 범위까지만 유리하였다. 이렇게 하여 굴곡근의 근위부의 성인에서는 최대 7cm, 소아에서는 약 5cm까지 원위부로 전위가 일어나게 되며, 이동된 굴곡근의 기시부는 원위부의 연부조직과 골막 및 골간막등에 봉합하였다. 혈관부착 박근 이전술은 내

측 대퇴에서 피부를 포함한 박근을 신경혈관 다발과 함께 이식하여 동맥은 골간동맥(interosseous artery)에 봉합시키고 신경은 요골 또는 척골신경의 분지에 접합시켰다.

결 과

수술후 결과의 판정은 수지의 운동범위를 기준으

Table 8. Results of treatment methods

	Tenolysis-TL*	Proximal release(MSO**)	LMT***	Total
Good	1	3	0	4
Fair	2	4	1	7
Poor	2	0	1	3
Total	5	7	2	14

*TL: tendon lengthening, **MSO; muscle-sliding operation, ***LMT: living muscle transfer

Table 9. Follow-up results of neurological deficits

	Neurological deficits	Recovery	
		Partial	Complete
Ulnar	1	1	—
Medial	6	2	4
Ulnar + median	5	4*	1
Total	12	7	5

*In one case, ulnar nerve was excised intraoperatively.

로 하였다. 정상 수지 운동범위의 2/3이상인 경우는 우수(good)로, 운동범위가 정상 1/3에서 2/3이 내 일때는 양호(fair) 그리고 정상운동 범위의 1/3 이하이거나, 재수술이 필요한 경우는 불량(poor)으로 나누었다(Table 6). 17례의 수술중 추시된 14례를 대상으로 그 결과를 살펴보면 우수 4례, 양호 7례, 불량 3례의 결과를 얻었다. 이 결과를 다시 이환정도에 따라 나누어 보면 경도의 경우는 추시된 5례중 우수가 3례 양호가 2례였으며, 중등도의 경우는 추시된 4례중 우수가 1례, 양호 2례 그리고 불량이 1례였다. 고도의 경우 추시된 5례중 우수한 결과를 없었으며, 양호한 결과가 3례 불량이 2례로 고도의 확정구획증후군의 경우에는 수술 후 결과가 경로나 중등도의 경우에 비해서 좋지 않다고 생각되었다(Table 7).

수술에 종류에 따라 그 결과를 분석하여 보면 근위부 유리술을 시행한 경우에는 추시된 7례 전례에서 양호 이상의 결과를 얻었으며, 이중 우수 3례, 양호 4례인 반면, 전유리술과 연장술이 시행된 추시가 가능한 5례중 우수는 1례, 양호 2례 및 불량이 2례이며, 양호이상의 결과는 5례중 3례에 그쳤다(Table 8).

결과적으로 경도나 중등도의 확정구획 증후군의 경우에 근위부 유리술은 전 유리술과 연장술보다는 더 좋은 결과를 가져오는 것으로 사료된다. 혈관부착 박근이전술(Living Gracilis transfer)을 시행한 2례중 1례는 신전근 재건술을 시행한 경우로 양호의 결과를 얻었으며, 나머지 1례에서는 불량의

결과를 얻었으나, 이 경우에는 굴곡근 재건술을 통하여 무지와 인지의 대립(opposition)은 가능한 상태까지 도달할 수 있었다. 이렇게 추시된 14례의 환자들에서 급성 확정구획증후군에 이환될 당시와 수술전의 수지 감각상태를 비교하여 신경손상의 회복에 대하여 살펴본 바로는, 14례중 선천성인 경우와 심지굴근의 혈관종을 제외한 12례에서 초기에 불완전한 또는 완전한 수지 감각의 마비가 있었으며, 정중신경영역(median nerve territory)이 6례, 척골신경영역(ulnar nerve territory)이 1례, 정중신경과 척골신경을 동시에 포함한 경우가 5례였으며, 이중 전례에서 수술전 이학적 검사상 완전 또는 불완전한 감각의 회복을 보였다. 척골신경 1례는 불완전한 회복을 보였으며, 정중신경손상 6례중 2례는 불완전한 회복을 보이고, 4례는 완전한 감각의 회복을 보였으며, 척골신경과 정중신경이 동시에 손상된 5례중 4례는 불완전한 회복 1례를 완전한 회복상을 보여 주었다. 그러나 1례의 척골 및 정중신경 손상의 경우 수술중 척골 신경의 염증소견이 심하여 척골신경을 절제했기 때문에 수술후에 척골신경 영역에 감각이 없는 경우가 있었다. 그러므로 확정구획증후군에서 신경의 손상은 자발적인 회복상을 보이는 것으로 생각되었다(Table 9).

증 례

증 례 1

6세 여아로 출생후 발현한 경로의 선천성 확정구획증후군 환자로 근위부 유리술을 시행받았다. 환자는 3년간 추시가 가능하였으며, 수술후 수근관절의 중립위에서 수지의 정상적 신전이 가능하였으며, 수지의 굴곡 및 약력(grip strength)도 양호한 상태가 되었다. 최종 추시에서 환측의 수지는 그 기능이 정상에 가까웠던 경우이다(Fig. 1).

증 례 2

11세 남아로 상완골 과상골절에 의한 중등도의 전완부 확정 구획증후군으로 근위부 유리술을 시행받았다. 수술후 환자는 수근관절 중립위에서 수지

Fig. 1. Case 1.; 6 year girl with mild congenital established compartment syndrome. Only in the wrist flexion, she could extend her fingers fully(**A**). Muscle-sliding operation was done (**B**) and 6 months after operation (**C, D**), she could extend her fingers in the neutral position of the wrist and grip power was satisfactory.

Fig. 2. Case 2.; 11 year boy with moderate degree of established compartment syndrome. The patient could not extend his fingers with the wrist in neutral position(**A, B**). 2 years after operation (**C, D**), finger extension with the wrist neutral was fair and also grip was well-functioning.

Fig. 3. Case. 3.; 24 year old male with severe degree of established compartment syndrome of the extensor group. Left forearm shows more severe degeneration of extensor muscles(**A**). Neurovascular Gracilis muscle flap was obtained with its skin from the medial thigh(**B**). 4 months after operation(**C, D**), finger extension was possible with the wrist in the neutral position, but with the wrist extension, finger extension was moderately limited.

관절의 정상적 신전이 가능하였으며, 수지의 굴곡 및 악력도 양호한 결과를 보였다. 3년의 추시중 수부변형이 재발하는 증거는 없었다(Fig. 2).

증 례 3

24세 남자로 일산화탄소 중독에 의한 전완부 신전근의 고도의 확정부획증후군 환자이며, 수지의 신전이 불가능하였다. 신경혈관 부착 박근 이전술을 시행받은 후 수지는 수근관절의 신전위에서는 중립위까지의 신전은 불가능하였으나, 수근관절의 중립위에서는 수지관절이 충분한 신전이 가능하였으며, 2년 6개월의 최종 추시에서 일상생활에 불편은 없다고 말하였다(Fig. 3).

고 찰

확정된 구획증후군의 1881년 Volkmann¹⁾에 의해 최초로 기술된 이래 정형외과 영역에서 자주 접할 수 있는 질환으로서, 그 치료는 상·하지기능의 최대한의 재건을 고려하는 것이라야 한다. 특히 전완부의 확정된 구획증후군에 의한 수부의 기능재건에는 많은 술식들이 시행되었다.

1956년 Seddon²⁾은 확정 구획증후군에서 섬유화 변성부위를 절제하였으며, 1975년 Goldner³⁾는 수근관절 상부에서 시행한 Z-연장술(Z-plastic lengthening)로 수근관절의 중립위에서 수지의 신전이 중립위까지 가능하다고 하였다. 그러나 이 술식은 이미 약해진 굴곡근력을 더욱 약화시키는 결과를 가져올 수 있으며, 섬유화 변성이 심한 경우는 사용이 불가능하였다. 근위부 유리술은 1923년 Page⁴⁾가 처음 제시한 이래 1960년대에 Ingris와 Cooper⁵⁾, Williams와 Haddard¹³⁾ 등이 뇌성 마비(cerebral palsy)에 의한 수부의 굴곡변형을 치료하기 위하여 사용하였으며, 이후 Elchler와 Limpscomb⁶⁾, Tsuge 등의 여러 저자들에 의하여 발전되어 왔다.

1975년 Tsuge는 전완부의 중등도 내지 고도의 확정된 구획증후군에 대한 근위부 유리술에서 대부분의 경우 양호 내지 우수의 결과를 얻었다고 보고하였다. 이밖에 확정 구획증후군에서 사용되는 수술로 근위수근골 절제술(proximal row carpectomy)은 약 2cm의 상대적인 근육연장을 가져올 수 있다. 그러나 이정도의 상대적 연장으로는 효과적인 근 유리술의 결과를 얻을 수 없다고 한다. 요골 및 척골단축술(radial and ulnar shortening)도 확정된 구획증후군의 수술로 사용될 수 있다. 그러나 요골 끝이 3.5cm 이상 단축된다면 수근관절 신전근의 활주거리(excursion)가 3.5cm이므로 그 기능이 없어

질 것이며, 만약 5cm 정도 단축된다면 수근관절 신전근은 물론 수지 신전근의 기능도 소실된다. 대부분의 근위부 유리술의 경우를 보면 4내지 7cm의 원위부 전위가 필요하게 되므로 실질적으로 요척골 단축술은 확정 구획증후군의 치료에는 불가능한 수술방법이 된다. 반면 근위부 유리술은 성인에서는 약 7cm, 소아에서는 약 5cm까지의 원위부 전위를 얻게 되어 굴곡근의 이완에 가장 효과적인 방법으로 생각되고 있다. 그러나 Gelberman⁴⁾은 근위부 유리술이 조기에 시행될 경우 골의 성장으로 인하여 수부의 변형이 재발될 우려가 있으며, 굴곡근의 과도한 유리에 의하여 악력(grip strength)의 감소를 가져올 수 있다고 지적하였다. 저자들이 근위부 유리술을 시행한 경우도 10세미만의 경우가 포함되어 있어서 향후 계속적인 추시가 필요할 것으로 생각되었다.

1973년 Daniel과 Taylor⁷⁾는 전완부의 광범위한 손상으로 인하여 더이상 기능할 수 있는 근육이 없을 경우 신경혈관부착 근 이전술을 시행하였으며, 1976년 Ikuta와 Kubo 및 Tsuge⁸⁾는 박근(Gracilis) 또는 대퇴직근(Rectus femoris)을 이용한 전완부 근 재건술을 시행하여 수부의 기능향상을 가져왔다. 저자들은 고도의 확정 구획증후군에 대하여 2례의 신경혈관부착 박근 이전술을 시행하여 1례의 양호와 1례의 불량의를 결과를 얻었던 바, 향후 더 많은 증례에 대한 시술 및 분석이 필요하다고 생각되었다.

구획증후군에서 신경학적 손상의 병태생리학적 기전에 대하여 1979년 Hargens⁹⁾ 등은 구획내압(intracompartmental pressure)의 증가에 의한 허혈성 손상(ischemic damage)을 그 원인으로 지적하면서 구획내압의 정도에 따라 신경차단의 정도가 다르며, 또한 구획내압 상승의 지속시간이 길수록 신경은 영구적인 손상을 받기 쉽다고 하였다.

1973년 Seddon¹⁰⁾은 확정된 구획증후군에서의 신경학적 손상은 섬유화 변성에 의한 2차적인 신경 압박이며, 조기에 신경감압술(nerve decompression)을 시행함으로써 신경기능의 상당한 회복을 가져올 수 있다고 하였다. 그러나 저자들이 추시한 14례중 중 12례의 신경손상이 있는 증례에서 수술전에 이미 완전한 또는 불완전한 신경학적인 회복상을 보이고 있었으며, 전 유리술의 경우에는 신경박리술(neurolisis)이 시행될 가능성도 있으나, 근위부 유리술의 경우, 전완부에서는 신경박리술이 시행되지 않음에도 불구하고 최종 추시에서 신경학적인 회복상을 보이고 있는 것으로 보아 초기 이환단계의 신경손상은 자발적인 회복상을 보이는 것으로 생각되었으며, 별개의 신경감압술을 시행하는 것에 대하

여 그 필요성을 인정할 수 없었다. 그러나 이런 자발적인 신경학적 회복상에 대하여는 병태생리학적으로 그 기전을 규명하는 것이 필요하다고 생각되었다.

결 론

저자들은 1979년 2월부터 1985년 7월까지 서울대학교 의과대학 정형외과학교실에서 치료한 17례의 전완부 확정 구획증후군중 14례에 대하여 1년 이상 추시가 가능하였다. 17례중 경도의 경우는 5례, 중등도의 경우와 고도의 경우는 각각 6례였으며, 전 연장술과 유리술은 7례 근위부 유리술은 8례 그리고 혈관부착 근 이전술은 2례에서 시행되었다. 경도와 중등도의 확정 구획증후군에서는 대부분 양호한 결과를 얻을 수 있었으며, 이 경우 근위부 유리술은 전 유리술과 연장술 보다는 더 좋은 결과를 가져 오는 것으로 생각된다. 그러나 고도의 확정 구획증후군의 경우 혈관부착 근 이전술을 포함한 여러 가지 술식중 어떤 것에 대하여도 그 효과가 크지 않았다. 신경학적 손상은 대부분의 경우에 수술적 가로없이도 자발적인 회복상을 보였다.

REFERENCES

- 1) Daniel, R.K. and Taylor, G.I.: *Distant transfer of an island flap by microrovascular anastomosis*. *Plast. Reconstr. Surg.*, 52:111, 1973.
- 2) Eichler, G.R. and Lipscomb, P.R.: *The changing treatment of Volkmann's ischemic contractures from 1955 to 1965 at the Mayo Clinic*. *Clin. Orthop.* 50:215-223, 1967.
- 3) Goldner, J.L.: In Flynn, J.E.(ed.): *Hand Surgery*. Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1975.
- 4) Gelberman, R.: *Volkmann's Contracture of the upper extremity: Compartment syndromes and Volkmann's contracture*. W.B. Saunders, Philadelphia, 1981.
- 5) Hargens, A.R., Akeson, W.H., Mubarak, S.J., Owen, R.A., Evans, K.L., Garetto, L.P., Gonsalves, M.R. and Schmidt, D.A.: *Fluid Balance within the Canine Anterolateral Compartment and its Relationship to Compartment Syndromes*. *J. Bone and Joint Surg.*, 60-A: 499-505, 1978.
- 6) Ikuta, Y., Kubo, K. and Tsuge, K.: *Free muscle transplantation by microsurgical technique to treat severe Volkmann's contracture*. *Plast. Reconstr. Surg.*, 58:407, 1976.
- 7) Inglis, A.E. and Cooper, W.: *Release of the flexor-pronator origin for flexion deformities of the hand and wrist in spastic paralysis: a study of eighteen cases*, *J. Bone Joint Surg.*, 48-A:847, 1966.
- 8) Page, C.M.: *An operation for the relief of flexion-contraction in the forearm*. *J. Bone Joint Surg.* 5:233, 1923.
- 9) Seddon, H.J.: *Volkmann's Contracture: Treatment by Incision of the Infarct*. *J. Bone and Joint Surg.*, 38--B:152, 1956.
- 10) Seddon, H.J.: *Surgical Disorders of the Peripheral Nerves*. Baltimore, Williams and Wilkins Co., 1973.
- 11) Tsuge, K.: *Treatment of Established Volkmann's Contracture*. *J. Bone and Joint Surg.*, 57-A:925-929, 1975.
- 12) Volkmann, R. von: *Die ischaemischen Muskellahmungen und Kontrakturen*. *Zentralb. Chir.*, 8:801-803, 1881.
- 13) Williams, R. and Haddad, R.J.: *Release of flexor origin for spastic deformities of the wrist and hand*, *South. Med. J.* 60:1033, 1967.