

건 재정렬에 의한 전완부 볼크만 구축의 치료 — 8례 보고 —

부산 메리놀병원 정형외과

서무삼 · 정학영 · 이현국 · 신희철

= Abstract =

Some Experiences of Tendon Rearrangement for Late Stage of Volkmann's Ischemic Contractures (Reports 8 Cases)

M.S. Seoh, M.D., H.Y. Jeong, M.D., H.K. Lee, M.D. and H.C. Shin, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Maryknoll Hospital, Busan, Korea

Volkmann's contracture is characterized by ischemic necrosis of the structures contained within the volar compartment of the forearm, usually following a severe injury about elbow or directly to the forearm, eventuating in crippling contractures often associated with varying degrees of a neurologic deficits.

We have known that the pathomechanics of the hand deformity in Volkmann's contracture are complex and the management—including its prevention, early recognition, prompt treatment, as well as the reconstruction of established contractures—requires great skill on the part of the orthopedic surgeon.

We have classified 8 cases of the late stage of the Volkmann's ischemic contracture respectively by Zancolli's type, depend on their intrinsic muscle condition and reconstructed them with tendon rearrangement from May 1979 to February 1982. The results were obtained as follows:

1. It is shown that good results from tendon transposition of flexor digitorum profundus to each flexor digitorum sublimis, in the case of intact flexor sublimis.
2. It is possible to be recovery of hand function by tendon transposition of extensor carpi radialis longus to flexor digitorum profundus and brachioradialis to flexor pollicis longus, at a time, in the case of involved both flexor digitorum profundus and sublimis.
3. Concerning additional operation, there were Z-lengthening of flexor carpi radialis, ulnaris and flexor pollicis longus with complete neurolysis.
4. It is possible to be made hand function in Type I and Type II by Zancolli's method.

Key Words : Late stage, Volkmann's ischemic contracture, Tendon rearrangement.

I. 서 론

볼크만 무혈성 구축은 Volkmann(1881)이 전완부와 수부에 발생한 외수근과 내수근의 괴사 예를 보고함으로써 처음으로 명명되었다.

그후 이에 대하여 Bunnell, Merle D'Aubigne, Tsuge

본 논문의 요지는 26차 대한 정형외과 학술대회에서 발표하였음.

등^{1,5,12)}은 침윤의 정도와 갈퀴손(claw hand)의 유무에 따라 형을 분류하여 그 치료방법을 착안하였고 Seddon¹⁰⁾과 Eaton²⁾은 수상후의 볼크만 구축의 기전을 확립하였다.

볼크만 무혈성 구축의 후기에는 근육의 괴사로 인하여 수지의 기능이 마비 혹은 제한되고 섬유조직의 침윤으로 인하여 신경압박 증상이 동반되게 되어 복잡한 수지변형이 유발되므로 수지의 재건술이 요하게 된다.

Zancolli(1979)¹³⁾는 내수근(intrinsic muscle)의 상태에





Table 1. Summary of 8 cases

Case No.	Age	Sex	Cause	OPD date after injury	Type	Involved nerve	Operation procedure	Follow-up	Result
1	32	F	Fracture humerus & forearm. Rt.	7 months	IV	Median Ulnar	Excision Neurolysis Bone operation	6 months	/
2	4	M	Fracture supracondylar Lt.	5 weeks	II	Median	Excision FPL-BR FDP-ECRL	4 months	Good
3	4	F	Fracture supracondylar Rt.	2 weeks	I	median	FPL-Z-leng. FDP-FDS	3 months	Good
4	6	F	Fracture supracondylar Lt.	10 days	I	No	FPL-Z-Leng. FDP-FDS	2 months	Good
5	10	M	Fracture elbow supracondylar, olecranon Lt.	4 weeks	II	Median Ulnar	FPL-BR FDP-ECRL	4 months	Good
6	6	F	Fracture supracondylar Lt.	4 weeks	II	Median	FPL-BR FDP-ECRL	3 months	Good
7	22	F	CO intoxication	3 months	I	Median (?)	FPL-BR FDP-ECRL	3 months	Good
8	45	M	CO intoxication	1 month	II	Median	FPL-BR FDP-ECRL	3 months	Good

Neurolysis and excision fibrous tissue with scars were always done. Z-lengthening of flexor carpi radialis and ulnaris were always done. FDP: Flexor digitorum profundus ECRL: Extensor carpi radialis longus FDS: Flexor digitorum superficialis FPL: Flexor pollicis longus BR: Brachioradialis

Table 2. The muscle affected in eight cases

		1	2	3	4	5	6	7	8	H	F&N	PF	NR
Superficial group	Pronator teres		NR	NR	NR			NR	NR	2		1	5
	Flex. carp. rad.			NR					NR		1	5	2
	Flex. carp. ulnaris									1	1	6	
	Flex. dig. superf.									2	3	3	
	Palmaris longus									2	1	5	
Deep group	Flex. dig. prof.										8		
	Flex. poll. long.										7	1	
Extensor	Brachioradialis			NR						6		1	1
	Ext. carp. rad. long.			NR						6		1	1
	Ext. carp. rad. brev.			NR		NR			NR	4		1	3

	= Healthy (H)
	= Fibrosis & necrosis (F&N)
	= Partial fibrosis (PF)
	= Not recorded (NR)

다른 분류를 시행하고 이에 대한 건 재정렬(tendon rearrangement)의 치료방법을 제시하였다.

저자들은 1979년 5월부터 1982년 2월까지 8례의 후 기환자에 대하여 Zancolli 방법에 의한 건 재정렬을 시행하여 만족할만한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증례분석 및 결과

8례의 연령은 4세에서 45세까지이나 주로 소아인 4세에서 10세까지가 5례였으며, 성별로는 여자가 5례, 남자가 3례였다(Table 1).

원인별로는 상완골의 과상부 골절이 소아의 주 원인이었고 성인의 2례에서는 일산화탄소 중독이었다.

수상후 본원에의 내원기간은 타 의료기관에서 치료한 예는 2주이상이었고 본원에서 치료한 1례에서도

Table 3. Clinical types Volkmann's ischemic contractures (Zancolli, 1977)

1. Type I;	Contracture of the forearm muscles with normal intrinsic muscles (simple "claw" deformity)
2. Type II;	Contracture of the forearm muscles with intrinsic paralysis (typical intrinsic-minus claw and opponens paralysis)
3. Type III;	Contracture of the forearm muscles with intrinsic Contracture (intrinsic-plus clawhand and intrinsic-plus thumb)
4. Type IV;	Combined type

상완골 과상부 골절 수상후 10일에 경도의 볼크만 구축이 나타났다.

Zancolli에 의한 분류에 의하여 Type I 이 3례, Type II 가 4례 였으며, 상완골과 전완골에 공히 골절이 있어 발생한 예는 Type I, II, III에 속하지 않아 Type IV로 분류하였다.

신경의 자극은 신경증상이 없는 1례를 제외한 전례에서 정중신경이 침범되었으나 요골신경의 침범은 없었다.

수술방법은 Zancolli의 술식을 사용하는 것을 원칙으로 하나, 수술시 전완부 근육의 상태에 따라 결정, 시행하였다.

제2형은 건전위가 모두 요하였으나, 제1형에서는 Z-연장술이나 천층 굴곡건만을 사용하여서도 재건이 가능한 예도 있었다.

원격 추시기간은 환자가 수술후 동근물체를 가지고 주먹집(fist making)과 확편(spreading)이 되고 신경학적 증상이 없어지면 good이라 판정하였는데 I, II형 전례에서 good이었다.

저자들은 제 I, II형에서 외수근 재건술 후 상태를 관찰하여 내수근 재건술을 시행하려 하였으나 내수근 재건술이 필요가 없었고 제III형은 경험하지 못하였으며 제IV형은 할 수가 없다고 판단되었다.

근육의 침범 정도는, 심층 굴곡건(flexor digitorum profundus)과 모지 장굴곡건(flexor pollicis longus)은 전례 공히 섬유화와 괴사되었으나 10일된 예에서는 천층 굴곡건군의 침윤정도는 일정하지 않았으며 수술시 기록이 안된 경우도 많았다(Table 2).

Fig. 1A. Showing type I deformity before operation.

Fig. 1B. Showing increased flexion of MP & PIP joint motion by holding the wrist in functional position.

III. 증례보고

제 1 형 : 22 세의 여자 환자로 3 개월전에 일산화탄소 중독으로 발생하였으며 수술시 전완부의 근육이 부분 섬유화 혹은 괴사되어 extensor carpi radialis longus 를

flexor digitorum profundus 로, brachioradialis 를 flexor pollicis longus 에 전이하였으며 3 개월후 컵을 잡을수 있고 완전 확립이 가능하였다 (Fig. 1 A,B,C,D,E,F,G,H).

제 2 형 : 10 세의 남자 환자로써 4 주전 상완골의 과상부 골절후 발생하였으며 정중신경과 척골신경에 마비가 있고 천충 굴곡건, 심충 굴곡건 및 모지 장굴곡

Fig. 1C. Showing partial fibrosis of superficial group, fibrosis & necrosis of deep group muscle of forearm, at time of operation.

Fig. 1E. Appearance after performed transposition of ECRL to FDP, BR to FPL and Z-lengthening of partial fibrotic FCR & U.

Fig. 1D. Appearance after complete adhesiolysis & neurolysis of affected lesion.

Fig. 1F. After operation, showing fingers are in resting position.

Fig. 1G, H. Postoperative 3M., showing range of finger movement, and ability to spread and grasp a glass.

건의 섬유화와 괴사가 되어 brachioradialis를 flexor pollicis longus에 extensor carpi radialis longus를 profundus에 전이하였으며 4개월후 주먹쥘, pinching과 확편이 가능하였다(Fig. 2 A,B,C,D,E,F).

제4형 : 32세의 여자 환자로써 상완골, 전완골에 동시 골절로 볼크만 구축이 발생하여 7개월후 본원에 전원되어 불유합에 대한 수술후 시험절개 하였으나 유용한 건이 없어 변형교정 및 신경박리술로 만족해야만 하였다(Fig. 3 A,B).

Fig. 2A. Before operation, showing type II deformity with flexed IP joints and MP joints in extension.

Fig. 2E. After operation, test for pinching power, this exemplify the satisfactory function obtained.

Fig. 2B. Before operation, fingers tip are apart from palmar surface in a distance, while trying fist making, it demonstrated loss of flexors power of forearm.

Fig. 2F. After operation, showing degree of finger movement and ability to spread.

Fig. 2C, D. Postoperative 4 M., showing range of finger movement, and ability to make fist and pinch between thumb and index.

IV. 총괄 및 고찰

볼크만 구축은 Volkmann(1881)이 처음 기술한 후 여러 사람들에 의하여 연구되었으며 상하지 골절 및 탈구 때 합병증으로 초래된다고 하였으며 일산화 탄소 중독, 동상, 뱀에 물릴 때, 석고붕대나 부목에 의한 압박, nitrogen mustard의 정맥내 투여 등에 의하여도 가끔 초래된다^{8,10}.

본 증례에서는 일산화 탄소 중독 2례를 제외한 전례에서 상완골 과상부 골절이 원인이었다.

Volkmann¹⁶은 발생기전을 근육의 압박으로 인한 동맥혈과 정맥혈의 차단이라고 하였다. Murphy(1914)⁷는 정맥혈류의 차단이 주 원인이며 동맥혈의 차단은 주 원인이 되지 않는다고 하였으며 Griffiths(1940)⁴는 측부혈행의 반사경련을 동반한 동맥 순환장애가 주 원인이 된다고 하였다. Seddon(1956)¹⁰은 국소압박으로 산

Fig. 3A. Elapsed 7 M. after trauma, at time of arriving at our hospital, this preoperative photograph showed type IV, mixed type with severe scar tissue on forearm, elbow, arm and hand deformity, externally.

Fig. 3B. Appearance after operation for nonunion, excision, and neurolysis.

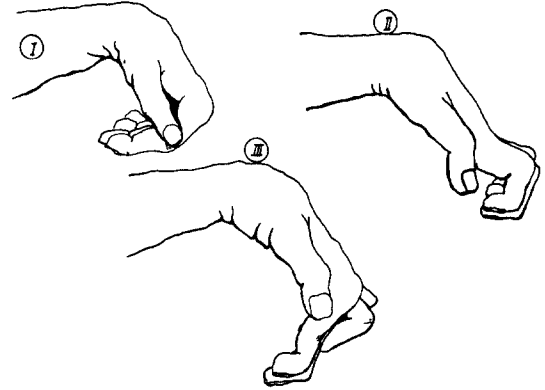


Fig. 4. Classification of established Volkmann's ischemic contracture (classical type).

Fig. 5. Cross-section of Volkmann's contracture of the forearm (from Seddon, H.J.: Volkmann's contracture: treatment by incision of the infarct. J. Bone Joint Surg. 38-B: 152, 1956).
A. The shading represents the degree of involvement of the various muscles.
B. Key to muscles: the plane of section being in the upper third of the forearm.

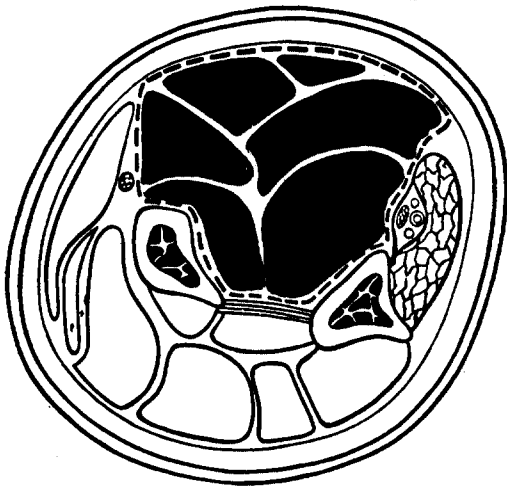


Fig. 6. Excision of an infarct in the forearm, with preservation of the flexor carpi ulnaris and ulnar neurovascular bundle (from Rev. Orthop. 46:149, 1960.).

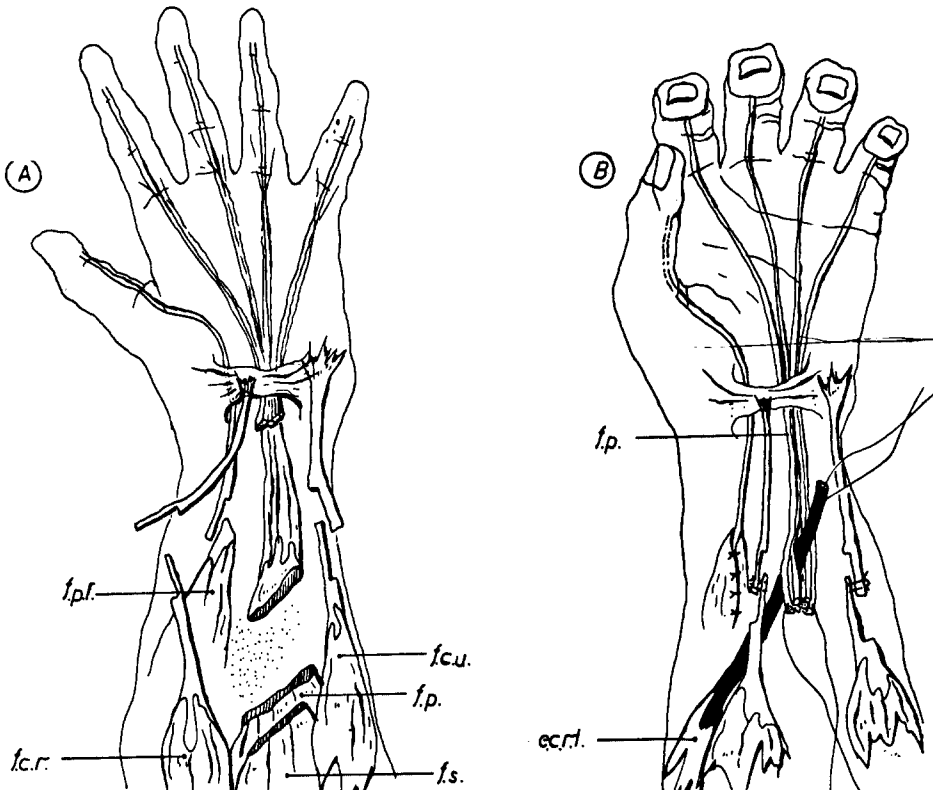


Fig. 7. Classical excision-reconstruction procedure to correct muscle ischemic contracture at the forearm.
A. Excision of the fibrotic or infarcted profundus muscles of the forearm. The flexor carpi radialis (f.c.r.) and the flexor carpi ulnaris (f.c.u) tendons have been lengthened, and also the flexor pollicis longus (f.p.l.).
B. Reconstruction. Repair of the lengthed tendons and transfer of the extensor carpi radialis longus (e.c.r.l.) to the distal stumps of the flexor digitorum profundus tendon (f.p.). Frequently during this muscular reconstruction the principal nerves are freed or repaired in case of type II or type III deformities.

소공급이 저하되면 조직에 무산소증을 초래하게 되어 조직의 괴사가 오게되고 이로 인하여 부종이 증가함으로 무산소증이 더욱 심하여져서 조직의 괴사가 더 심하게 된다고 하였다.

Eaton & Green(1972)²⁸은 외상후 근육이 저혈상태가 되면 히스타민 분비 증가와 모세혈관의 삼투압이 증가하여 근육내 부종이 발생함으로 근육내 압력이 증가되어 정맥, 동맥, 림프관을 압박하게 되므로 미세혈류량의 감소를 초래하게 되어 동맥의 경련과 차단을 가져오게 된다고 설명하였다.

볼크만 구축의 증상은 동통, 창백(pale), 마비, 이상 감각, 무맥증(pulseless), 부종(puffiness)의 6P를 들 수 있는데 최초의 증상은 동통이다^{8,9,11,13}.

볼크만 구축시는 주로 정중신경이 침범되어 마비증상이 나타나며 요골신경의 압박은 극히 드물다^{8,9,11,13}.

본 증례에서도 요골신경의 침범례는 볼 수 없었다.

볼크만 구축의 치료예후는 침윤정도, 환자의 연령, 관절의 변화에 좌우되나 심하게 침범된 경우나 노년에

서 발생한 경우는 예후가 나쁘며 2차적인 관절의 변화가 있는 경우도 결과가 좋지 않다^{6,10}.

볼크만 구축의 치료목적은 변형을 교정하여 외견상 좋은 모양을 만들어 주고, 변형에서 오는 동통을 해소하고, 신경압박으로 발생하는 신경증상을 완화하여 수지의 재건 가능성을 확인하여 시행하는 데 있다^{6,8,10,12}.

현재까지 알려진 수술방법으로는 유착박리 및 신경박리술, 반흔 및 섬유조직 절제술, 근육이행술, 전완골 단축술, 근육전이술, 건전이술 등이 있다. 이중 반흔 및 섬유조직 절제술, 유착박리 및 신경박리술은 모든 수술에서 반드시 동반되어야 한다.

그러나 근육이행술은 볼크만 구축에서 근육자체가 섬유화 되고 수축력을 상실함으로 상기 3가지의 수술목적은 얻기가 이론상 어렵다.

전완골 단축술은 침범된 근육 자체가 섬유성 조직으로 대체되어 수축성을 상실하게 됨으로 변형의 교정은 가능하나 수지기능의 재건은 어렵다.

근육전이술은 기술상으로 미세 현미경하 수술이 요하므로 특별히 훈련되고 숙달되지 않으면 실패율이 높을 뿐만 아니라 무지와 다른 수지들에 2개 이상의 근육을 전이 시켜야 하므로 기술상의 많은 문제가 야기된다.

Zancolli의 술식인 Z-연장술과 건전이술은 쉽고 용이한 수술이나 그 침윤정도가 제2형까지 속해야 한다는 제한이 있다.

그러나 다행하게도 볼크만 구축은 주로 전완부의 장부 근육이 침윤되므로 섬유조직과 반흔조직을 절제 제거하고 수지의 원위부 건에 건 전이가 가능하다.

본 수술에서는 신경박리술을 철저히 근위부까지 시행하여야 하며 flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris 등은 완관절부가 정상신전이 가능할 정도로 Z-연장술을 시행해야 하며 brachioradialis, extensor carpi radialis, extensor carpi ulnaris 등의 신전근들은 반드시 잘 보존되어 있어야 한다.

Zancolli는 내수근의 상태에 따라서 4형을 나누었으며, 제1형은 내수근이 정상으로서 외수근의 침윤에 의하여 형성된 변형을 말하고, 제2형은 내수근의 마비에 의하여 중수지 관절이 과신전되며, 제3형은 내수근의 견축(retraction)으로 인하여 intrinsic plus deformity가 병발한 것이며, 제4형은 혼합형을 말한다(Table 3, Fig. 4).

볼크만 구축에서 주로 침범되는 근육은 심층 굴곡건, 모지 장굴곡건, 천층 굴곡건, 요골 및 척골 수장굴곡건이다(Fig. 5).

그러므로, 유착 박리술에서는 신경이 완전 박리되어야 하며 반흔조직과 섬유조직의 완전 절제술을 요한다

(Fig. 6).

Zancolli의 방법에 의하면 제1형은 forearm excision-reconstruction 이, 제2형은 단계적 수술로써 제1기는 forearm excision-reconstruction 을 시행하고 제2기는 그 결과를 보아 intrinsic paralysis restoration 을 시행하며, 제3형은 forearm excision-reconstruction 과 intrinsic release 를 동시에 시행하는데 혈액순환 장애에 따라 근육괴사의 침윤의 크기가 다르므로 환자의 상태에 따라 기본계획에 신축성이 있어야 한다(Fig. 7).

V. 결 론

저자들은 1979년 5월부터 1982년 2월까지 8례의 볼크만 구축 환자를 치험하고 수술소견에 따른 결과를 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 천층 굴곡건이 정상인 경우에는 심층 굴곡건을 각각의 천층 굴곡건에 이전하여 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

2. 천층 및 심층 굴곡건이 침범된 경우 장요골 수장신전건을 심층 굴곡건에 동시에 전이하고 완요골건을 모지 장굴곡건에 전이 하므로 수지기능의 회복이 가능하였다.

3. 수술시 요골 및 척골 수장 굴곡건과 모지 장굴곡건은 Z-연장술을 시행하였다.

4. 신경 박리술은 철저히 하였다.

5. 제1형 및 제2형은 수지기능의 회복이 가능하였다.

토론(토론자: 서울대학병원, 김 영민)

볼크만 구축에서 true intrinsic paralysis가 있었는지(답). 적은 예를 경험하였기에 대답하기에 무척 어려우며 이를 단정할 수가 없으나 Bunnell의 단언이 2차대전으로 인하여 확인된 것을 생각하면서 무례하게도 true intrinsic paralysis가 없는 것 같다는 느낌을 가졌다.

REFERENCES

- 1) Bunnell, S.: *Surgery of the Hand. In Structural and hand surgery*, p.314. Edited by Zancolli, E.A, 1975.
- 2) Eaton, R.G. and Green, W.T.: *Epimiotomy and fasciotomy in the treatment of Volkmann's ischemic contracture*, *Orthop. Clin. North Am.*, 3:175, 1972.
- 3) George, R.E. and Paul, R.L.: *The changing treatment of Volkmann's ischemic contractures from 1955 to 1965 at the Mayo Clinic*, *Clin. Orthop. and Related Research*, 50:215-223, 1967.
- 4) Griffiths, D.I.: *Volkmann's ischemic contracture*.

- Brit. J. Surg.*, 28, 239-260, 1940.
- 5) Merle D'Aubigne', R. and Tran-Ngoc-Ninh.: *Syndrome de Volkmann invetéré. Communication préliminaire sur le traitement orthopédique et la Chirurgie correctrice de la contracture ischémique de Volkmann. Rev. Orthop.*, 41-1:32-54, 1955.
 - 6) Mubarak, S.J. and Hargens, A.R.: *Compartment syndromes and Volkmann's contracture. Clin. Orthop. Vol.3:183-193*, 1981.
 - 7) Murphy, J.B.: *Myositis. J. American Medical Association*, 63, 1249-1255, 1914.
 - 8) Rockwood, A.A. and Green, D.P.: *Fractures, 1st Ed., Vol. 1, 217-223, J.B. Lippincott Co., 1975.*
 - 9) Salter, R.B.: *Disorders and Injuries of the musculoskeletal system. 377-378, Baltimore, W.W. Co., 1970.*
 - 10) Seddon, H.J.: *Volkmann's contracture: Treatment by excision of infarction. J. Bone and Joint Surg.*, 31-B:152-174, 1956.
 - 11) Tachdjian, M.O.: *Pediatric Orthopedics. 1st Ed., 1579-1592, Philadelphia. W.B. Saunders Co., 1972.*
 - 12) Tsuge, K.: *Treatment of established Volkmann's contracture. J. Bone and Joint Surg.*, 57-A:928, 1975.
 - 13) Turek, S.L.: *Orthopedics. 3rd Ed., 611-615, Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1977.*
 - 14) Volkmann's R.: *Die ischaemischen Muskellähungen und-Kontrakturen. Centralblatt für Chirurg, 8, 801-802, 1881.*
 - 15) Zancolli, E.A.: *Structural and hand surgery. 2nd Ed., Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1975.*
-