

선천성 경골 가관절증의 치험 3례

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

손승원 · 오성태 · 강창수

=Abstract=

Congenital Pseudarthrosis of the Tibia

Sung Won Sohn, M.D., Sung Tae Oh, M.D. and Chang Soo Kang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University,
Daegu, Korea

Congenital pseudarthrosis of the tibia was accepted as one of the most difficult disease in respect of the frequency and treatment for the orthopaedists.

Since April, 1984, we experienced 3 cases of congenital pseudarthrosis of the tibia, one 2 year-old boy involved left tibia only and the other 4 year-old female involved bilaterally, obtained solid bony union in all which were treated by massive surgical management that contained vascularized bone graft and electric stimulation.

Several complications were faced such as refracture, valgus deformities of the ankle, skin irritation sign, angular deformities. But refracture was healed without delayed or nonunion by simple plaster cast immobilization.

The vascularized bone graft and electric stimulation is thought to be more improved methods for the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia.

Although solid bony union was obtained in congenital pseudarthrosis of the tibia, periodic follow-up and adequate management must be mandatory up to the end of the bony growth.

Key Words : Congenital pseudarthrosis, Tibia, Vascularize bone graft, Electric stimulation.

서 론

선천성 가관절증은 매우 희귀한 질환으로서 여러가지 치료방법이 소개되었지만 골유합을 얻었다고하여 골격성장이 끝난후에도 영구적인 안정성을 보장할 방법은 없을 뿐만 아니라³⁵⁾ 치료과정중 골유합을 얻기 힘들고 변형이나 재골절 등을 잘 동반하여 치료하기 힘든 질환으로 생각되고 있다.

저자들은 1984년 4월부터 계명대학교 의과대학 정형외과학교실에서 경골에 발생한 선천성 가관절증 2인 3례의 경우를 혈관부착 비골이식술, 혈관부착 장골이식술, 전기자극법 등으로 3

례모두 골유합을 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례 보고

증례 1

4세 여아로 우측 경골에 발생한 선천성 가관절증에 대하여 1984년 6월 원위 및 근위부 경골단을 절제하고 주위의 섬유대를 가능한 광범위 절제후 늑골과 Kiel Bone으로 대량의 골 이식을 시행하고 K-강선으로 가관절부를 고정하고 석고고정 하였다. 술후 골 이식부의 골흡수상이 계속되어 13개월후 동측 장골을 이용한 혈관부착 장골이식술을 시행하였다. 수술소견상 골간

Fig. 1. This 4 year-old girl admitted for the congenital pseudarthrosis of the both tibias. The right tibia was treated as follows ; **A** : Preoperative radiographs indicated Boyd's type 'I' congenital pseudarthrosis of the tibia. **B** : Postoperative 2 weeks radiographs. Rib and Kiel bone were used for graft. **C** : Postoperative 9 months radiographs show marked bony resorption. **D** : At postoperative 13 months ipsilateral vascularized iliac bone graft was done. **E** : At 5 months after the second operation, electric stimulation was started. **F** : At 32 months from the first operation, firm bony union was obtained.

격은 3.2 cm였으며 심장회선동맥을 미세절개후 수용부의 전경골동맥과 연결하고 K-강선을 골수강을 통하여 삽입하고 석고로 외고정 하였다.

2차 수술후 5개월에 원위 및 근위부 공히 골유합이 충분하지 않아 다시 늑골과 장골로 자가

골 이식을 시행하고 가관절부에 Constant Direct Current방법으로 4개의 음극을 삽입하여 20 μ A 씩 12주간 전기자극 하였다.

추시상 현재까지 점진적인 골유합의 소견을 보여왔으며 마지막 수술후 4개월부터 석고고정

Fig. 2. Left tibia of the Fig. 1. Patient was treated as follows ; **A** : Preoperative radiographs indicated Boyd type I congenital pseudarthrosis. **B** : Immediate postoperative radiographs. Ipsilateral Vascularized fibular bone was donated to the tibia. **C** : At postoperative 21 months, firm bony union was obtained. **D** : In bone scan taken at postoperative 33 months for the right tibia and 21 months for the left one, revealed photon uptake at the grafted sites.

Fig. 3. 2 year-old boy's left tibia was treated as follows ; A : Preoperative radiographs indicated Boyd's type IV congenital pseudarthrosis. B : Contralateral vascularized fibular bone was grafted to the affected tibia. C : At postoperative 5 months, proximal site of the graft showed nonunion. D : So, additional bone graft and electric stimulation was applied. E : Postoperative 32 months, refracture occurred at distal one third of the tibia. F : At postoperative 37 months, the fracture was healed and affected tibia was lengthened. G : At that time, bone scan revealed photon uptake at the grafted site.

상태에서 점진적인 체중부하를 시작하였고 첫수술로부터 32개월후 Long Leg Brace로 보행중에 있다(Fig. 1).

증례 2

증례 1과 동일한 환자로 좌측 경골에 발생한 선천성 가관절증에 대하여 1985년 6월 가관절부에 충분한 소파술후 비골동맥을 미세박리한 동측비골을 결손부에 삽입하고 외고정후 Non-invasive Technique으로 전기자극, 추시상 골유합의 소견이 충분하여 술후 11개월에 석고고정 상태에서 보행을 시작하고 25개월에 Long Leg Brace착용상태에서 보행하기 시작하여 현재에 이르고 있다(Fig. 2).

증례 3

2세 남아로 좌측경골에 발생한 가관절증에 대하여 1984년 4월 우측 비골동맥을 부착한 비골을 재공부하여 좌측 전경골동맥과 봉합하고 자가골이식을 병행한 후 K-강선으로 외고정하였으며 재공부인 우측 원위부 경비골간은 추후의 외반변형을 막기 위하여 금속나사못으로 고정하였다.

추시 5개월에 불유합으로 다시 충분한 소파술과 자가골 및 Kiel Bone으로 골이식후 K-강선을 고정목적으로 골수강에 삽입하고 외고정하였고 Non-invasive Technique으로 전기자극 하였다.

술후 골유합이 점진적으로 진행되다가 첫 수술후 32개월에 경골 원위부에 재골절이 있었으나 지연유합없이 치유되었고 37개월째부터 Long Leg Brace를 착용한 상태에서 보행중에 있다 (Fig. 3).

고 찰

선천성 가관절증은 매우 희귀한 질환으로 골 단부의 협착과 경화, 만곡, 피질골의 비후, 골수강의 협착이나 폐쇄등을 특징으로 하며¹²⁾ 병인으로 상염색체 우성유전³²⁾, 신경섬유종증^{2,3,5,13,14,19,35,42)}, 1차골화증심 연골의 이상이나 골화의 실패를 제시하는 설들이 있으나⁷⁾ 확실한 신빙성은 없다.

본원에서 경험한 2인 모두 Cafe-au-lait반점이 전신에 산재되어 있었고 1례에서 선천성 안구로 (Phthisis Bulbi)등 다른 기형을 동반하고 있었다. 선천성 경골 가관절증의 분류는 Boyd¹⁵⁾, Andersen^{4,6)} 등의 분류법이 있으며 본원에서 경험한 3례중 증례 1, 2에서 Boyd 제 I 형이었고 증례 3은 제 IV형의 선천성 경골 가관절증을 보였다 (Table 1).

선천성 경골 가관절증은 치료는 단순적이고 고정에서부터 여러가지 골이식 및 고정법외에도 Lavine²⁸⁻³⁰⁾, Bassett등의^{8-11,17,48)} 전기 자극법과 혈관부착 생골이식술^{37,38,43-45)}등이 있고 그의 절단법^{17,25,31)}에 이르기까지 다양한 방법이 소개되었지만 최근 혈관을 부착한 생골의 이식법이나 전기자극법이 타 방법보다 좋은 결과를 얻어 치료경향이 이 두가지 방법으로 근접되어 왔으며 어느 수술법이든 경화된 골단과 주위 섬유조직을 가능한 완전히 제거하는 것이 무엇보다 중요하다 하는 것은 주지의 사실이다.

혈관부착 생골이식술은 Østrup에 의하여 처음 시도되었고^{37,38)}, Taylor가 경골 결손부에 혈관부착 비골 이식술을⁴³⁻⁴⁵⁾, Chen등은¹⁷⁾ 41례의

생골이식술을 보고하였고 국내에서는 1978년 10월 혈관부착 비골이식술을 김¹⁾등이 처음 도입한 후 여러 임상가에서 응용되고 있다. 계공골로는 비골, 장골, 늑골등이 있고 이중 비골이 여러가지 장점이 있어 많이 이용되고 있다^{2,43-45)}.

전기자극법은 Stress-generated Potential에 기초를 두고^{8,23,41,46)} 소량의 전류를 뼈에 통하면 음극에서 골생성이 촉진된다는 사실을 알게되었다^{22,30,34)}.

이를 족관절 내과골절의 불유합²⁰⁾, 선천성 경골 가관절증에 도입하여 좋은 결과를 얻었고, Jørgensen은 경골골절에 전기자극을 도입한 결과 대조군보다 30% 치유속도가 빠름을 보고하였다²⁶⁾.

전기자극은 여러방법이 소개되었지만 치료중 활동이 가능하고 대개 큰 수술없이 전극삽입이 가능하다는 점으로 Semi-invasive Technique이 애용되고 있다.

동물실험에서 20 μ A의 전류량으로 12주간 적용하여 최대의 골생성을 볼 수 있었고^{16,22)} 주로 음극의 수 mm 이내에 국한된다는 점으로²¹⁾ 직경이 넓고 큰 골일수록 음극의 수를 2개이상 4개까지 증가시켜야 골생성이 효과적이라고 하였다¹⁶⁾. 또한 Magnetically Induced Current는 평방 cm당 1.0~1.5 mV의 전류를 매일 15시간씩 통하여 골유합의 소견이 나타날때까지 사용한다는 보고가 있었다⁴⁰⁾.

저자들은 증례 1에서 1차 골이식술 실패후 2차로 혈관부착 장골이식술을 골결손부에 시행하고 5개월뒤 단순 골이식을 재차 실시한 후 Constant Direct Current를 Semi-invasive Technique으로 불유합부에 각각 20 μ A씩 4개의 Cathode를 연결, 12주간 전기자극하여 만족할 만한 골유합을 얻었고 증례 2에서 동측 비골을 비골동맥 미세박리후 경골 가관절부에 삽입하고 Magnetically Induced Current방법으로 전기자극하여 골유합을 얻었다.

Table 1. Clinical evaluation

No.	Age	Sex	Site	Type*	Spot**	Previous Tx.	Associated anomalies
1			Rt.	I			
'	3	F			+	-	Phthisis bulbi, Lt. Congenital ptosis, Lt.
2			Lt.	I			
3	2	M	Lt.	IV	+	+	-

Type*: Boyd type, Spot**: Cafe-au-lait spot.

중례 3에서 건축 비골을 혈관부착 이식후 5개월에 다시 충분한 자가골과 Kiel Bone을 이식하고 Magnetically Induced Current로 전기자극하여 골유합을 얻을 수 있었다(Table 2).

치료의 결과는 Morrissy, Riseborough등에 의하면³⁶⁾ 골유합보다는 기능적인 면으로 결과를 분석하여 우수, 보통, 불량, 절단의 4군으로 나누고 우수, 보통을 Acceptable Result로, 불량과 절단을 Unacceptable Result로 분류하였다. 그외 여러 요인이 예후에 영향을 미친다고는 하지만 저자들간에 의견의 차이가 크며^{4, 18, 24, 31, 33, 36, 42)}, 결국 선천성 경골 가관절증에 있어서 일반적인 수술법으로 결과가 좋지 못한 경우 전기자극법이나 생골이식술을 권하고 있다.

본원의 경우 3례모두 골유합은 얻었지만 중례수가 결과나 예후를 분석할 만큼 충분하지는 않은 것으로 사료된다.

선천성 경골 가관절증의 합병증으로는 하지단축, 재골절, 족관절 외반변형, 운동장애, 관절통, 위축, 굴곡변형, 전기자극 요법중 양극 부착부의 감염이나 피부자극 등이 있다^{4, 12, 16, 27)}.

본원의 경우 중례 1에서 전기자극중 피부 자극증상으로 Anode Pad의 위치를 수일간격으로 바꾸었고¹⁶⁾, 중례 2와 비교하여 5.0cm의 하지부동이 있었으며 양측 모두 족관절 외반변형이 나타나 석고고정중 내반력을 작용하여 교정을 시

도하였으며 외반이 지속되면 추후 원위경골에 교정절골술과 경비골간 골유착술이나^{12, 27)} 성장기가 끝난후 경골 과상부 절골술을¹³⁾, 하지부동에 대하여 골단 유합술이나 경골에 Lengthening Procedure를 고려하여야 할 것으로 사료된다.

중례 3에서 2.0cm의 하지부동과 족관절 외반변형이 있어 내반력을 가한 석고교정을 중례 1, 2와 같이 시행하였고 추시도중 경골 원위부에 재골절이 발생하였으나 일반적인 골절치치와 동일하게 도수정복후 석고고정으로 지연유합없이 치유가 가능하였다. 중례 3에서 발생한 하지부동은 통상적인 단축에 의한 것이 아니었고 건축보다 과성장의 결과로 주목할 만하며 위 3례에서 나타난 외반변형에 대한 교정절골술은 이식에 충분한 자가골이 형성된 후에 시행하는 것이 좋을 것으로 사료된다(Table 2).

선천성 경골 가관절증은 지속적이고 집중적인 수술과 적절한 판단 및 조기 능동적인 치료를 요하며 골유합을 얻은 후에도 상당한 문제점을 지니고 있기 때문에⁴⁾ 본원에서 경험한 3례의 경우에서도 일단 골유합은 얻었지만 지속적인 추시와 대책의 마련이 필요할 것으로 사료된다.

결 론

계명대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1984

Table 2. Methods of treatment and results

No.	Treatment	Type of E.S.	Results	
			Union	Complication
1	1. B.G	Constant	+	Ankle valgus
	2. VPIBG	Direct		Skin irritation
	D-DICA	Current		Angulation
	R-ATA			
2	3. B.G + E.S		+	Shortening
	1. V.F.G	Magnetically		Ankle valgus
	2. E.S	Induced		Angulation
		Current		
3	1. V.F.G	Magnetically	+	Lengthening
	D-P.A	Induced		Ankle valgus
	R-ATA	Current		Angulation
	2. B.G + E.S			Refracture

B.G : Bone Graft E.S : Electric Stimulation D : Donor R : Recipient VPIBG : Vascularized Iliac Bone Graft V.F.G. : Vascularized Fibular Graft P.A. : Peroneal Artery ATA : Anterior Tibial Artery DICA : Deep Circumflex Iliac Artery.

년 4월부터 양측 경골에 동시에 발생한 선천성 경골 가관절증 1인 2례의 경우를 포함한 3례를 치험하고 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

1. 생골이식법과 전기자극법을 위주로 한 치료 모두 골유합을 얻을 수 있었다.

2. 족관절 외반변형 및 각형성변형 3례, 재골절 1례, 피부자극증상 1례의 합병증이 있었고 2인 모두 하지부동이 있었으며 증례 3의 경우 환측의 과성장이 있었다.

3. 1례의 재골절은 단순골절의 치유과정으로 골유합을 얻을 수 있었다.

4. 선천성 경골 가관절증은 적절한 판단하에 지속적이고 집중적인 수술을 요하며 병변의 완전한 제거와 생골의 이식이나 전기자극법이 좋은 치료방법으로 사료된다.

5. 일단 골유합을 얻었다하더라도 성장이 완료될때 까지 계속적인 추시와 대책의 수립이 중요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김봉건, 유명철, 강신혁, 박재공, 임홍철 : 혈관부착 비골이식술을 이용한 선천성 경골 가관절증의 치료. 대한정형외과학회지, 16 : 745-751, 1981.
- 2) 유명철, 김봉건, 이용걸, 이재성 : 선천성 경골 가관절증. 대한정형외과학회지, 18 : 1165-1175, 1983.
- 3) Aegerter, E.E. : The possible relationship of neurofibromatosis, Congenital pseudarthrosis and fibrous dysplasia. J. Bone and Joint Surg., 32A : 618-626, 1950.
- 4) Andersen, K.S. : Congenital pseudarthrosis of the leg. J. Bone and Joint Surg., 58A : 657-662, 1976.
- 5) Andersen, K.S. : Congenital pseudarthrosis of the tibia and Neurofibromatosis. Acta Orthop. Scandinavica., 47 : 108-111, 1976.
- 6) Andersen, K.S. : Radiological classification of congenital pseudarthrosis of the tibia. Acta Orthop. Scandinavica., 44 : 719-727, 1973.
- 7) Badgley, C.E., O'Connor, S.J. and Kundner, D.F. : Congenital kyphoscoliotic Tibia, J. Bone and Joint Surg., 34A : 349-371, 1952.
- 8) Bassett, C.A.L. and Becker, R.O. : Generation of Electric Potentials by Bone in Response to Mechanical Stress. Science, 137 : 1063-1064, 1962.
- 9) Bassett, C.A.L., Carlo, N. and Kort, J. : Congenital Pseudarthrosis of the Tibia : Treatment with Pulsing Electromagnetic Fields. Clin. Orthop., 154 : 136-149, 1981.
- 10) Bassett, C.A.L., Pawlik, R.J. and Pilla, A. A. : Augmentation of Bone Repair by Inductively Coupled Electromagnetic Fields. Science, 184 : 575-577, 1974.
- 11) Bassett, C.A.L., Pilla, A.A. and Pawlik, R.J. : A Non-operative Salvage of Surgically Resistant Pseudarthrosis and Non-unions by Pulsing Electromagnetic Field. A Preliminary Report. Clin. Orthop., 124 : 128, 1977.
- 12) Beals, R.K. and Fraser, W. : Familial Congenital Bowing of the Tibia with Pseudarthrosis and Pectus Excavatum. Report of Kindred. J. Bone and Joint Surg., 58A : 545-548, 1976.
- 13) Boyd, H.B. and Sage, F.P. : Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg., 40A : 1245-1270, 1958.
- 14) Boyd, H.B. and Fox, K.W. : Congenital Pseudarthrosis. Follow up study after massive bone Grafting. J. Bone and Joint Surg., 30A : 274-283, 1948.
- 15) Boyd, H.B. : Pathology and Natural History of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. Clin. Orthop., 166 : 5-13, 1982.
- 16) Brighton, C.T., Friedenber, Z.B., Zensky, L.M. and Pollis, P.R. : Direct-Current Stimulation of Non-Union and Congenital Pseudarthrosis. Exploration of its clinical Application. J. Bone and Joint Surg., 57A : 368-377, 1975.
- 17) Chen Zhong-Wei and Bao Yueh-Se. : Microsurgery in china. Clinics in Plastic Surg., Vol. 7 : 4-437-474, 1980.
- 18) Farmer, A.W. : The Use of a Composite Pedicle Graft for Pseudarthrosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg., 34A : 591-

- 600, 1952.
- 19) Fienman, L.N. and Yakovac, W.C. : *Neurofibromatosis in Childhood. J. of Pediatrics*, 76 : 339-346, 1970.
 - 20) Friedenber, Z.B., Harlow, M.C. and Brighton, C.T. : *Healing of Nonunion of the Medial Malleolus by Means of Direct Current. A Case Report. J. Trauma*, 11 : 883-884, 1971.
 - 21) Friedenber, Z.B., Roberts, P.G.J., Didizian, N.H. and Brighton, C.T. : *Stimulation of fracture healing by Direct Current in the Rabbit Fibula. J. Bone and Joint Surg.*, 53A : 1400-1408, 1971.
 - 22) Friedenber, Z.B., Zemsky, L.M., Pollis, R.P. and Brighton, C.T. : *the Response of Non-Traumatized Bone to Direct Current. J. Bone and Joint Surg.*, 57A : 1023-1030, 1974.
 - 23) Fukuda, E. and Yasuda, I. : *On the Piezoelectric Effect on Bone. J. Physiol. Soc. Japan*, 12 : 1158-1162, 1957.
 - 24) Henderson, H.S. : *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 10 : 483-491, 1928.
 - 25) Jacoben, S.T. and Crawford, A.H. : *The Syme amputation in Patients with Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 65A : 533-537, 1983.
 - 26) Jørgensen, T.E. : *The Effect of Current on the Healing Time of Crural Fractures. Acta Orthop. Scandinavica*, 43 : 421-437, 1972.
 - 27) Langenskiöld, A. : *Pseudarthrosis of the fibula and progressive valgus deformity of the ankle in children: treatment by fusion of the distal tibial and fibular metaphysis. J. Bone and Joint Surg.*, 49 A : 463-470, 1967.
 - 28) Lavin, L.S., Lustin, I. and Shamos, M.H. : *Treatment of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia with Direct Current. Clin. Orthop.*, 124 : 69, 1977.
 - 29) Lavin, L.S., Lustin, I., Rinaldi, R.A. and Liboff, A.R. : *Electric Enhancement of Bone Healing. Science*, 175 : 1118-1121, 1972.
 - 30) Lavin, L.S., Lustin, I., Shamos, M.H. and Moss, M.L. : *The Influence of Electric Current on Bone Regeneration in Vitro. Acta Orthop. Scandinavica*, 42 : 305-314, 1971.
 - 31) Lloyd-Roberts, G.C. and Shaw, N.E. : *The Prevention of Pseudarthrosis in Congenital Kyphosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 51B : 100-105, 1969.
 - 32) Lloyd-Roberts, G.C., Apley, A.G. and Owen, R. : *Reflections upon the Aetiology of Congenital Pseudarthrosis of the Clavicle with a note on Cranio-Cleido Dysostosis. J. Bone and Joint Surg.*, 57B : 24-29, 1975.
 - 33) Masserman, R.L., Peterson, H.A. and Bianco, A.J.J. : *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. A review of the literature and 52 cases from the Mayo Clinic. Clin. Orthop.*, 99 : 140-145, 1974.
 - 34) Minkin, C., Poulton, B.R. and Hoover, W. H. : *The Effect of Direct Current on Bone. Clin. Orthop.*, 57 : 303-309, 1968.
 - 35) Moore, B.H. : *Some Orthopedic Relationships of Neurofibromatosis. J. Bone and Joint Surg.*, 23 : 100-140, 1941.
 - 36) Morrissy, R.T., Riseborough, E.J. and Hall, J.E. : *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 63B : 367-375, 1981.
 - 37) Ostrup, L.T. and Fredrickson, J.M. : *Distant Transfer of a Free Living Bone Graft by Microvascular Anastomosis and Experimental Study. Plast. Reconst. Surg.*, 54 : 274-1974.
 - 38) Ostrup, L.T. and Fredrickson, J.M. : *Reconstruction of Mandibular Defects after Radiation, Using a Free Living Bone Graft Transferred by Microvascular Anastomosis. An Experimental Study., Plast. Reconst. Surg.*, 55 : 563, 1975.
 - 39) Paterson, D.C., Lewis, G.N. and Cass, C. A. : *Treatment of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia with Direct Current Stimulation. Clin. Orthop.*, 148 : 129, 1980.

- 40) Sutcliff, M.L., Sharrard, W.J.W. and MacEachern, A.G. : *The treatment of fracture non-union by electromagnetic induction. J. Bone and Joint Surg.*, 62B : 123, 1980.
- 41) Shamos, M.H., Lavin, L.S. and Shamos, M.I. : *Piezoelectric Effect in Bone. Nature*, 197 : 81, 1963.
- 42) Sofield, H.A. : *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia. Clin. Orthop.*, 76 : 33-42, 1971.
- 43) Taylor, C.I. : *Fibular Transplantation, Microsurgical Composite Tissue Transplantation. The C.V. Mosby Co.*, 418, 1979.
- 44) Taylor, G.L. : *Microvascular Free Bone Transfer. A Clinical Technique.*, *Orthop. Clin North Am.*, 8 : 425-447, 1977.
- 45) Taylor, C.I., Miller, C.D.H. and Ham, F.J. : *The Free Vascularized Bone Graft. A Clinical Extension of Microvascular Technique. Plast. Reconst. Surg.*, 55 : 533, 1975.
- 46) Yasuda, I. : *Stress-Generated Potential. J. Japanese Orthop. Surg. Soc.*, 28 : 268, 1954.