

미세수술을 이용한 족배유리피부편 이식술에 대한 임상적 고찰

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

김광희 · 이광석 · 황건성 · 장병인

= Abstract =

The Clinical Study of Free Dorsalis Pedis Flap by Microsurgery

Kwang Hoe Kim, M.D., Kwang Suk Lee, M.D., Kuhn Sung Whang, M.D.
and Beung In Chang, M.D.

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

Free dorsalis pedis flap transfers were performed in twelve cases at the Department of Orthopaedic Surgery of Hanyang University Hospital from January, 1980 to December, 1983.

The result were summerized as followings ;

1. Among twelve cases of the free dorsalis pedis flap transfer, neurovascular flap transfers were performed in nine cases and tendocutaneous flap transfers in five cases.
2. In all cases the textures of flaps were improved and the bulky subcutaneous fat tissues were shrunk gradually, so cosmetically good results were obtained.
3. Temperature, pain, protective and touch sensations were retained or restored by preservation of sensory nerve.
4. Free dorsalis pedis flap transfer has many advantages compared to conventional skin grafts, such as shorter therapeutic time, lesser physical or economic demands and primary covering to vital organ.
5. In injured hands, the application of free dorsalis pedis flap transfer including long extensor tendons of foot has been shown the excellent clinical result in the point of functional and cosmetic effect in dorsum of hand, as transferring simultaneously free tendon and skin flap.
6. Free dorsalis pedis flap transfer needs abundant experiences, meticulous microvascular technique and anatomic knowledge.

Key Words : Free dorsalis pedis flap.

I. 서 론

수술 현미경을 이용한 미세혈관 봉합술이 발달하면서 미세혈관이 부착된 유리피부편으로 사지의 피부결손 부위를 피복할 수 있게 되었다. 1970년 Tamai, Komatsu, Sakamoto¹⁾가 동물실험에서 처음으로 신경 및 혈관부착 유리피부편 이식술을 성공시켰으며 이어 1973년 O'Brien과 Shanmugen²⁾은 족배동맥을 이용한 유리피부편 이식술을 성공시켰다. 그후 여러 학자들에 의해 연구발전을 거듭하여 족배부로 부터 미세혈관이 부착된 생골, 생건 및 생피부편의 이식수술로 까지 발전하였다. 족배유리피부편은 종래의 고식적 피부이식술이나 다른 유리

피부편보다 많은 장점을 지니고 있어 수부, 두부 및 경부의 재건술에 이용되고 있다³⁾. 본 한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 미세수술법을 이용하여 12예의 족배유리피부편 이식술을 시행하여 성공적인 결과를 얻었기에 이를 원경추시하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

II. 족배부 혈관의 해부학적 구조

족배동맥은 전경근과 장무지신전사이에서 전경동맥으로 부터 이행되어 장무지신전과 신근지대(extensor retinaculum) 아래로 주행하여 외측으로는 단족지신전, 내측으로는 장무지신전사이에 위치하면서 족근골의 골막위를 인접해서 내려오면서 내, 외측

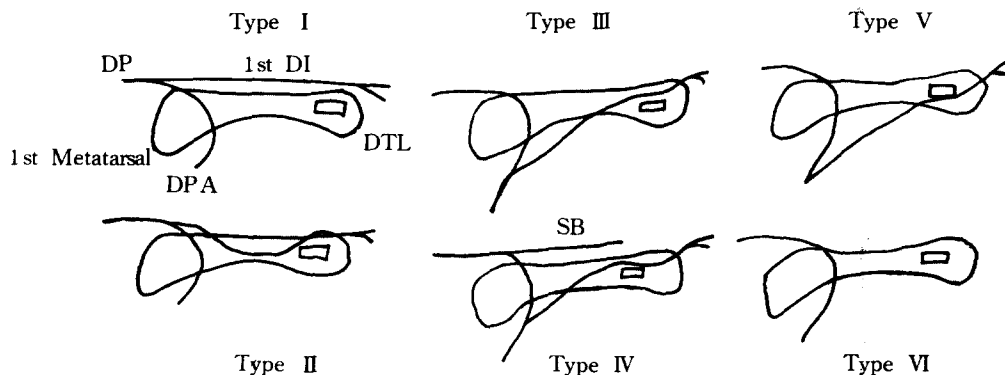


Fig. 1. Six of seven pattern of distribution of the dorsalis pedis artery in the first web space of the foot. (In the Type VII this artery was absent.) DP; dorsalis pedis artery, 1st DI; first dorsal metatarsal artery, DPA; deep plantar arch, SB; superficial branch, and DTL; deep transverse metatarsal ligament.

Table 1. Cause of injury

Cause	Number of patient
Trauma	
automobile accident	4
industrial accident	4
electrical burn	3
Inflammatory change	1

족근혈관과 궁상혈관을 분지하고 단무지신근의 아래로 내려오다 제 1 족장극(first metatarsal space)에서 천공분지(perforating branch)와 제 1 배족장동맥으로 분지되는데 천공혈관은 제 1 족배골간근의 두 개의 기시부 사이를 뚫고 족장부로 내려와 심재성 족장혈관과 연결되며 제 1 배족장동맥은 계속 원위부로 내려와 제 1 족부지(first interweb space)로 주행한다.

1983년 Leung¹⁵⁾은 제 1 족장극에서의 족배동맥의 변형을 7 가지로 분류하였다(Fig. 1).

Type I: superficial first dorsal metatarsal artery

Type II: intermuscular first dorsal metatarsal artery

Type III: deep first dorsal metatarsal artery

Type IV: deep and superficial first dorsal metatarsal artery

Type V: first plantar metatarsal artery

Type VI: absent first metatarsal artery, dorsal or plantar

Type VII: absent dorsalis pedis artery

한편 Huber¹⁶⁾은 200예의 사체부검을 통하여 약 12%에서 족배동맥이 결여되어 있는 것을 보고하였다.

정맥혈관으로는 대복제정맥, 정중족배정맥 그리고 단복제정맥이 표재성근막과 신근지대 위에서 족

배정맥궁을 이루면서 족배동맥의 동반정맥과 연결되며 또한 족장부의 정맥궁과 연결된다.

III. 증례 분석

A. 연구대상

1980년 1월부터 1983년 12월까지 총 12예의 환자에서 족배유리피부편 이식술을 시행하였는데 연령은 최소 4세부터 최고 40세까지로서 평균 25세이었으며, 성별 분포는 남자가 8명, 여자가 4명이었다. 원격추시 기간은 최소 6개월부터 최고 55개월까지로서 평균 24.2개월이었다. 손상기전은 11예에서는 교통사고, 산업재해나 화상등에 의한 외상성이었고 나머지 1예에서는 염증반응에 의한 조직괴사이었다(Table 1). 대부분의 환자에서 고식적인 피부이식술에 실패한 경험이 있었으며 반흔구축이나 심한 피부결손과 연부조직 감염이 동반되어 있었다. 12예중 9예에서 neurovascular free flap transfer, 5예에서 tendocutaneous free flap transfer를 시행하였고 각 환자에 대한 분석은 Table 2와 같다.

B. 수술 방법

1) 수술전 평가

병력검사와 수술부 상태를 알기 위하여 손상기전 연부조직의 손상정도 및 반흔구축등을 파악하고 이학적 검사상 미세혈관 수술시 위험도가 있을지에 대한 과거력과 임상검사를 실시한다. 또한 수술부의 동맥과 족배동맥이 잘 촉진되는지 확인하고 필요하면 혈관조영술을 실시해야 한다. 수술전 수술부와 공여부의 기능평가 즉 관절운동 범위와 두점

Table 2. Case analysis of free dorsalis pedis flap

No. of cases	Sex/Age	Condition of recipient area	Procedure	Size of donor flap (cm)	Follow up (Months)	Result(Size of shrunk flap)
1	32/M	soft tissue defect with bone exposure on heel	N	12.5×10	55	total survival (10×8 cm)
2	49/M	scar contracture on dorsum of hand	N,T	10×4	40	total survival (8×3.2 cm)
3	5/M	scar contracture on sole	N	7×6.5	37	total survival (5.6×5 cm)
4	21/F	soft tissue defect with tendon loss of dorsum of hand	N,T	11.5×7.1	34	total survival (8×6 cm)
5	26/M	soft tissue defect on leg	F	11.5×10.5	32	total survival (9×8 cm)
6	17/F	soft tissue defect with tendon loss on dorsum of hand	N,T	6.5×6	24	total survival (5×4.6 cm)
7	38/M	soft tissue defect with tendon loss on dorsum of hand	N,T	11×5.5	19	total survival (8×4.3 cm)
8	31/F	soft tissue defect on leg	N	6×6	15	total survival (5.5×5 cm)
9	35/M	scar contracture on wrist	T	9×8	12	total survival (6×5.5 cm)
10	4/M	heel pad loss	N	7×4.5	10	total survival (6.5×4 cm)
11	36/M	ulcerative lesion on heel	F	8.5×5	7	total survival (8×4 cm)
12	17/F	heel pad loss	N	10.5×9	6	total survival (9.1×8 cm)

F : free flap, N : neurovascular free flap, T : tendocutaneous free flap

간 압통구별(two point discrimination) 등을 검사한다.

2) 유리피부편 절취 및 집합

전신 마취하에서 환자를 양와위로 눕히고 수술은 두팀으로 구성한다.

한팀은 수여부의 피부과사 부위에 gentian violet 로 도시한 후 피부를 절개하고 피사된 피부 및 육아조직을 제거한 뒤 피부절개를 연장하여 신경 및 혈관을 박리하여 노출시킨다.

다른 한팀은 공여부인 족배부에서 족배동맥의 주행을 따라 가능한한 대칭이 되도록 이미 수여부에서 도시된 크기에 따라 gentian violet 으로 도시하고 족배동맥, 복제정맥 및 신경의 주행에 따라 도시한다. 우선 장무지신건의 내측에서 족배동맥의 주행을 따라 근위부에서부터 박리하여 심부근막까지 박리하면서 원위부로 내려가 족근골의 골막과 신전건의 전방(paratenon)의 바로 상방으로 조심스럽게 족배동맥 및 복제정맥을 단무지신근과 함께 분리한뒤 피부편에 포함된 족배정맥관을 주의해서 따라가면서 대복제정맥으로 유입되는 지점까지 박리하고 표재성 비골신경을 확인하여 분리한다. Tendocutaneous

free flap 을 채취한 경우에는 장족지신전건을 적절한 길이로 채취한다. 이와같이 충분한 길이로 피부편에 부착된 혈관을 노출시킨 뒤 피부편을 절개하고 구혈대를 이완하여 피부편 만의 연결로 혈액순환이 잘 되는가를 확인한 후 혈관을 절단한다. 혈관의 길이는 봉합시 긴장의 해소와 수술을 용이하게 하기 위하여 비교적 충분한 길이로 채취하며 이때 신경도 동시에 절취하였다. 분리된 피부편을 수여부에 피복한 후 수술현미경 하에서 10-0(Ethicon) 봉합사로 먼저 정맥, 다음으로 동맥순으로 봉합하였고 혈관봉합시 그 단면에 heparinized 생리 식염수를 점적하여 혈전을 예방하였고 봉합하여 재개통후 국소부위에 1% lidocain 을 점적하였다. 유리피부편 아래에 drain 을 삽입한 후 이식피부편을 수여부 피부편에 느슨하게 봉합하여 혈액순환에 지장이 오지 않도록 하였다. 공여부의 피부결손은 피부이식후 압박치료하였다.

3) 수술후 처리

수술후에는 이식부위를 노출하여 피부편의 온도, 색깔과 capillary filling time 등으로 순환상태를 수시로 관찰하고 긴장이 의심되면 부분발사를 실시하였

Case 1-A. Preoperative picture.

Case 1-B. Isolated dorsalis pedis neurovascular free flap.

Case 1-C. Picture in postoperative 4 weeks.

다. 유리피부편 혈액순환의 합병증을 예방하기 위하여 R·M 500 ml/day 를 3 일, aspirin 1.5 gm/day 와 persantin 25 mg/day 를 각각 2주간 투여하고 염증방지를 위하여 항생제를 동시에 투여하였다. 수술후 2 주에 발사하였다. Tendocutaneous free flap transfer 를 시행한 경우에는 수술후 3주경에 부목을 제거하고 관절운동을 시작하였다.

Case 3-A. Preoperative picture.

C. 결 과

수술에 소요된 시간은 평균 5 시간 6 분이었으며 유리피부편의 단혈시간은 평균 1 시간 50분이었다. 족배유리피부편 이식술을 시행한 전예에서 100% 의 생존율을 나타내었다. 2 예(case 1, 2) 에서 이식한 유리피부편 주위 조직에 반흔구축이 발생하였으

Case 3-B. Isolated dorsalis pedis neurovascular free flap.

Case 3-C. Picture in postoperative 4 weeks.

Case 4-A. Preoperative picture.

나 Z-성형술로 만족할 만한 결과를 얻었다. 총 12 예 중 3 예(case 1, 5, 11)에서는 한개의 동맥과 한개의 정맥을 봉합하였고, 나머지 9 예에서는 한개의 동맥과 두개의 정맥을 봉합하였다.

전예에서 texture 가 향상되었고 전예에서 일차 수술로 피부결손 부위를 피복할 수 있었다. 이식초

Case 4-B. Isolated dorsalis pedis neurovascular free flap.

기의 두꺼운 피하지방층도 시간이 지남에 따라 위축되어 주위조직에 적응됨으로써 외견상 만족스러운 결과를 얻었다(Table 2).

발뒤꿈치에 이식한 예에서는 점차적으로 체중부하가 용이하게 되었고 방어감, 온감, 통감의 기능도 시간이 경과함에 따라 적응도가 증가하였다.

기 위하여 신경 및 혈관부착 족배유리피부편 이식술을 시행하여 성공한 예를 보고하였다.

족배유리피부편은 일차수술로서 피부결손을 완전히 피복할 수가 있고 유리피부편의 피하조직이 적고 얇아서 수여부의 피부에 잘 조화되어 외관상으로 보기가 좋으며 neurovascular stalk가 질며 이식피부의 크기와 모양을 적절히 조절할 수 있으며 말단정맥의 직경이 비교적 크고 감각신경 분지로 분포되어 있으며 공여부의 반흔이 눈에 잘 띄지 않는 장점이 있는 한편^{2,3,9,10} 유리피부편의 크기가 한정되어 있으며 박리하기가 힘들고 이 피부편은 족배부에서도 아주 중요한 조직이라는 단점이 있다^{9,17}.

이러한 면에서 족배유리피부편은 유경이식술이나 종래의 고식적 피부이식술보다 많은 장점을 지니고 있어¹⁰ 그 적응도도 점차 확대되어 외상, 화상, 압수술과 방사선 조사후의 연조직 상실에 의한 활력장기의 노출, 변형구축, 선천성 기형, 모지 내전구축 및 수무지 재건술 등에 이용되며¹⁰ 혈관이나 혈류상태가 부적당하거나 blood dyscrasias 등에서는 금기사항으로 되어 있다¹⁷.

Daniel⁶ 등은 수술전에 공여부와 수여부의 신경 및 혈관분포를 알기 위하여 촉진, doppler grobe technique, 혈관조영술, critical sensory technique, 신경 전도검사 및 국소 마취하에 신경차단등을 시행할 수 있지만 감각기능의 지표로서 두점간 압통구별이 가장 중요하다고 보고하였다^{16,22,23}.

동맥과 정맥의 봉합순서는 동맥봉합 우선과 정맥봉합 우선이 보고되었는데¹³ Daniel⁶은 flap의 채취시 동맥 절단후 정맥을 절단하며 빈혈시간이 길지 않다면 정맥봉합을 우선적으로 한다고 주장하였다. 본 증례에서는 전예에서 정맥봉합을 우선으로 하였다.

Leung¹⁶은 한개의 동맥과 두개이상의 정맥을 봉합하는 것이 좋다고 하였으나 본예에서는 한개의 동맥과 한개의 정맥을 봉합한 경우에서도 한개의 동맥과 두개의 정맥을 봉합한 경우와 마찬가지로 좋은 결과를 얻었다.

Hariri¹⁰는 혈관봉합시 직경차를 최고 4배까지 허용하였으나 Hayhurst¹¹는 50%차이만을 허용했다. Acland⁶는 직경차가 있다하더라도 봉합부위의 혈관끝을 약 50% stretch 시키면 혈관의 경련방지도 되고 봉합하기도 쉽다고 하였으며 본 증례에서는 심한 혈관의 직경차는 없었다.

혈전예방은 Acland⁶에 의하면 magnesium sulfate가 좋다고 보고하였고 Tamai²⁴ 등은 heparin과 lidocain의 국소점적을 이용하였는데 본 증례에서는 모두 heparin과 lidocain 국소점적을 시행하였다.

Case 4-C. Extension in postoperative 7 weeks.

Case 4-D. Flexion in postoperative 7 weeks.

수부에서는 점차 수지 운동범위가 증가되었고 통감, 온감 및 방어감의 만족스런 회복을 볼수 있었으며 수술 4개월후 이식피부편의 두점간 압통구별은 최단 11 mm에서 최장 35 mm이었으며 족배유리피부편 본래의 두점간 압통구별(14~30 mm)보다 이식후 수부에서의 두점간 압통구별이 더 단축되는 3예(case 2: 12 mm, case 3: 12 mm, case 7: 11 mm)를 관찰할 수 있었다. 수배부의 피부결손과 신전건이 동시에 결손된 경우 장족지 신전건이 포함된 혈관부착 족배유리피부편을 수배부에 이식함으로써 관절기능 회복에 좋은 결과를 얻었다.

IV. 고 찰

1960년 Jacobson과 Suarez¹⁵가 수술 현미경하에서 미세혈관의 봉합을 시도한 이후 미세수술에 현저한 발전을 가져왔으며^{1,4} 1973년 O'Brien과 Shanmugan²⁰에 의하여 족배동맥을 이용한 유리피부편 이식술의 성공이 효시가 되어 1975년 McClaw와 Furlow¹⁷에 의하여 14×12 cm 크기의 유리피부편이식이 성공하였고, 1976년 Daniel⁶등과 Ohmori와 Hariri²¹는 수배부의 피부결손과 감각소실을 회복하

피부편 이식술의 실패는 대개 술후 48~72 시간 이내에 나타나는 경우가 많으므로¹⁾ 초기에 주의깊은 관찰이 필요하며 본예중 case 1에서는 혈관봉합 1 시간 후에 동맥봉합부위에서 혈전증이 발생하여 재봉합술을 시행하였다.

최²⁾ 등은 수술시의 완벽한 지혈후에도 술후 발생하는 울혈로 혈관이 압박되어 실패한 예를 보고하였고 배관의 삽입으로 울혈을 제거시켜야 한다고 하였다. 또한 Daniel³⁾ 등도 술후 실패의 첫번째 이유는 부적절한 정맥배출이라 하였다.

Daniel⁴⁾ 은 이식수술후 감각은 5개월 경에 이식 유리피부편의 약 80%에서 회복되며 두점간 압통구별은 약 10~20 mm의 범위로 회복된다고 하였고 Ohmori와 Harii⁵⁾ 는 신경부착 족배유리피부편을 수부에 이식한 후 감각회복은 약 2~3개월 후에 서서히 회복되기 시작하여 수술후 4~10개월 경에는 완전 회복되었으며 장기간 추시관찰로 온각, 냉각, 통각 및 촉각이 거의 정상으로 회복되었다고 하며 본예에서도 이와같은 결과를 관찰하였다.

V. 결 론

한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1980년 1월부터 1983년 12월까지 총 12예의 족배유리피부편 이식술을 시행하여 다음과 같은 좋은 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

1. 12예중 9예에서 neurovascular free flap transfer, 5예에서 tendocutaneous free flap transfer를 시행하여 전예에서의 성공율은 100%이었다.

2. 전예에서 texture가 향상되었고 피하지방층도 점차 위축되어 외견상 만족스런 결과를 얻었다.

3. 방어감, 온감, 냉감, 통감 및 촉감등의 감각기능 회복을 볼수 있었다.

4. 일차수술로 노출된 활력장기를 회복할 수 있어 고식적인 피부이식술보다 수술과 마취횟수, 입원 및 치료기간, 경제적 심리적 부담을 현저히 줄이고 조기 사회복귀가 가능하였다.

5. 장족지신전건을 포함한 유리족배피부편 이식은 수부 손상 환자에 있어 생건과 생피부를 동시에 이식하므로 수지기능 및 수배부 성형에 있어 우수한 임상적 효과를 보았다.

6. 유리피부편 이식술은 풍부한 경험과 숙련된 미세수술 기법을 필요로 하였다.

REFERENCES

- 1) 김광희 · 이광석 · 조재림 · 이장성 : Tensor fascia lata myocutaneous free flap. 대한정형외과학회지, 17-6:1195-1202, 1982.
- 2) 김광희 · 이광석 · 조재림 · 한봉주 : 미세 수술을 이용한 유리생건 및 생피부편 이식술. 대한정형외과학회지, 17-4:723-731, 1982.
- 3) 김봉진 · 유명철 · 강신혁 · 박재웅 : 미세수술을 이용한 신경 및 혈관부착 유리피부 이식술. 대한정형외과학회지, 16-1:146, 1981.
- 4) 이광석 : 사지절단 부위의 재접합. 대한정형외과학회지, 15-2:370-379, 1980.
- 5) 최완석 · 전병천 · 나수균 · 최장욱 · 김학현 : 족배동맥을 이용한 미세수술 경험 예. 대한정형외과학회지, 16-3:731, 1981.
- 6) Acland, K.D. : Prevention of thrombosis in microvascular surgery by the use of magnesium sulfate. Br. J. Plast. Surg., 25:292, 1972.
- 7) Daniel, R.K., Taylor, G.I. : Distant transfer of an island flap by microvascular anastomosis. A clinical technique. Plast. and Reconstr. Surg., 52:111-117, 1973.
- 8) Daniel, R.K., Terzis, J. and Midgley, R.D. : Restoration of sensation to an anesthetic hand by a free neurovascular flap from the foot. Plast. and Reconstr. Surg., 57:275, 1976.
- 9) Franklin, J.D., Withers, E.H., Madden, J.J. Jr. and Lynch, J.B. : Use of the free dorsalis pedis flap in head and neck repairs. Plast. and Reconstr. Surg., 63:195, 1979.
- 10) Harii, K., Ohmori, D., and Ohmori, S. : Successful clinical transfer of 10 free flaps microvascular anastomoses. Plast. Reconstr. Surg., 53:259, 1974.
- 11) Hayhurst, J.W. : Factors influencing patency rates, Symposium on microvascular surgery, Vol. 14, p. 21-29, St. Louis, The C.V. Mosby Company, 1976.
- 12) Huber, J.F. : The arterial network supplying the dorsum of the foot. Anat. Rec., 80:373, 1941.
- 13) Jacobson, H.J., Suarez, E.L. : Microsurgery in anastomosis of small vessels, Surg. Forum 2:243, 1960.
- 14) Leeb, D.C., Benhur, N. and Mazzarella, L. : Reconstruction of the floor of the mouth with a free dorsalis pedis flap. Plast. and Reconstr. Surg., 59:379, 1977.
- 15) Leung, P.C. : The vessels of the first metatarsal

- web space. *J. Bone and Joint Surg.*, 65:235, 1983.
- 16) Leung, P.C. : *Transplantation of the second toe to the hand. J. Bone and Joint Surg.*, 62:990, 1980.
 - 17) McCraw, J.B. Mr. and Furlow, L.T. Jr. : *The dorsalis pedis arterialized flap. A clinical study. Plast. and Reconst. Surg.*, 55:117, 1975.
 - 18) Morrison, W.A., O'Brien, B. McC, Macleod, A. M. : *Thumb reconstruction with a free neurovascular Wrap-around flap from the big toe. J. Hand Surg.*, 5:575-533, 1980.
 - 19) O'Brien, B. McC., MacLeod, A.M., Hayhurst, J.W. and Morrison, W.A. : *Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomosis. Plast. Surg.*, 52:271, 1973.
 - 20) O'Brien, B. and Shanmugan, M. : *Experimental transfer of composite free flaps with microvascular anastomoses. Australian and New Zealand J. Surg.*, 13:285, 1973.
 - 21) Ohmori, K. and Harii, K. : *Free dorsalis pedis flap to the hand, with microvascular anastomosis. Plast and Reconst. Surg.*, 58:546, 1976.
 - 22) Sunderland, S. : *Panel discussion, Int. Cong. of Hand Surgery. Melbourne, 1979.*
 - 23) Tamai, S., Komatsu, S., Sakamoto, H., et al. : *Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomosis. Plast. Reconst. Surg.*, 46:219, 1970.
 - 24) Tamai, S., Sasauchi, N., Hori, Y. : *Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology. J. Bone and Joint Surg.*, 54B:637, 1982.
 - 25) Wynn Parry, C.B. : *Panel discussion. International Congress of Hand Surgery. Melbourne, 1979.*
-