

생비골 및 생피부편 이식의 임상적고찰*

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 박근순 · 김광희

= Abstract =

A Clinical Study of Vascularized Osteocutaneous Fibular Transfer

Kwang Suk Lee, M.D., Geun Soon Park, M.D. and Kwang Hoe Kim, M.D.

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

Recently, there were many cases which was associated with bone defect in the limb and skin defect. We had performed vascularized osteocutaneous fibular transfer with microsurgical technique and experienced early bone union and simultaneous external wound healing.

So we, authors, reviewed 12 cases of vascularized osteocutaneous fibular transfer which were performed to the extensive bone defect of the tibia and associated soft tissue injury.

And the following remarkable results were obtained.

1. With the uncontrolled bone infection, the vascularized osteocutaneous fibular transfer was able to be performed and there was no non-union.
2. During the follow up period, the grafted fibula had been hypertrophied.
3. In the cases which the fibula were grafted to the defect after the segmental and partial excision of the tibia, in general, the partial weight bearing was able to be started from 3 months to 5 months after the operation, In the cases with segmental and complete excision of the tibia, the partial weight bearing was able to be started from 5 months to 7 months after the operation.
4. In adult, free fibula can be obtained and grafted as 20cm as long and the fibula was a good donor for extensive long bone defect as a compact bone; the skin flap with fibula can be obtained and grafted as 17 x 9cm as large in our experience.
5. In the vascularized osteocutaneous fibula transfer, the skin flap could be confirmed whether the vascular anastomosis is patent or not as a monitor.

Key Words: Microsurgery, Vascularized osteocutaneous fibula transfer.

서 론

최근 산업재해와 교통사고가 증가함에 따라 사지의 골절손과 피부결손이 동반되는 경우가 많으며, 이와 같은 경우 미세수술수기를 이용한 생골 및 생피부편이식을 동시에 시행함으로써 고식적인 골이식보다 빠른 골유합으로 조기에 환자를 사회에 복귀시킬 수 있게 되었다. 즉 이식골의 충분한 혈액공급으로 고식적인 골이식처럼 잠행성치환(creeping substitution)을 거치지 않고 직접 골절치유와 같은

*본 논문의 요지는 제30차 대한정형외과학회 추계 학술대회에서 발표되었음.

과정으로 치유되고, 동시에 이식된 피부편으로 인한 창상의 치료로 광범위한 골 및 연부조직 결손을 치유할 수 있다. 이와 같은 생골 및 생피부편이식술에는 여러가지 방법이 있으나, 본 교실에서 경골에 시행한 생비골 및 생피부편이식만을 골라 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

공여부의 해부학적 구조

비골을 비골동맥의 영양분지로부터 혈액을 공급받으며, 또한 상당량의 혈류는 근골막동맥인 윤상동맥으로부터 받고있다. 비골외측의 피부 및 피하조직도 윤상동맥의 분지인 천공분지(perforating br-

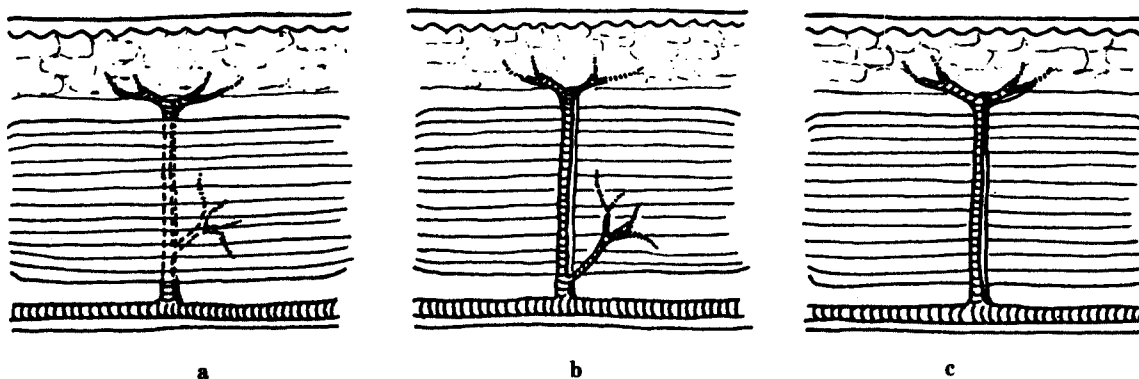


Fig. 1. Diagrams showing the peroneal artery and vein(below)and the patterns of the arterial branches to the skin, subcutaneous tissue, and muscle on the lateral side of the leg.

Type A(a): located in the proximal third of the leg, pass through the peroneus longus or soleus and give off branches to the adjacent muscles.

Type B(b): located through the whole extent of the leg, pass between the soleus and peroneal muscles and give off branches to the adjacent muscles.

Type C(c): located in the middle and distal thirds of the leg, have the same course as the Type B but have no muscular branches.

anch)로부터 혈액을 공급받는다. 이러한 천공분지는 비골동맥으로부터 3~5cm의 간격으로 나오며, 이 부근의 피부 및 피하조직에 대하여 분절식으로 분포하고 있다고 Chen등¹⁾이 보고하였으며, 본 교실에서도 신선한 4개의 하퇴부부점을 통하여 비골동맥의 외측부의 피부분지는 약4~5개가 비골경부부터 약 3~5cm간격으로 나타나며, 이들 동맥의 직경은 약0.1~0.2mm정도로 비골의 후내측부위에서 기시하여 슬와근(Soleus)을 뚫고 심근막을 지나 피하조직까지 주행한다고 보고한 바 있다²⁾.

Yoshimura³⁾는 천공피부분지에는 3가지 형태가 있으며, 그중 A형(Fig. 1-a)은 주로 하퇴외측의 근위1/3부에 위치하며, 장비골근이나 슬와근 속을 뚫고 피하 및 피부 그리고 이들 근육에 분지를 낸다. B형(Fig. 1-b)은 하퇴외측에 전반적으로 존재하며 슬와근과 비골근사이를 주행하며 이들 근육과 피부 및 피하에 분지를 낸다. C형(Fig. 1-c)은 하퇴외측부의 중위 및 원위1/3에 주로 위치하고 슬와근과 비골근사이로 주행하며 주위 근육으로는 분지하지 않고 단지 피부와 피하에만 분지한다.

이러한 천공분지는 비골의 장축과 평행하게 주행하는 혈관으로 서로 연결되므로 공여부의 피부편은 그 장축이 항상 비골과 일치하여야 한다.

또 생피부편과 생비골의 절취시에도 비골로부터 0.5~1cm까지의 근육을 같이 절취하여야 이러한 혈관에 손상을 주지않게 된다.

생비골 및 생피부편 절취방법

절취하기 전에 혈관조영술을 이용하여 비골동맥과 그 분지들을 확인한다. 비골을 중심으로 필요한 크기의 피부편을 도식하고 타원형의 피부절개를 가한 후, 비복근(Gastrocnemius)과 슬와근(Soleus)의 표층까지 심근막을 절개한다. 이때 비골의 후면에서 기시하는 윤상동맥의 천공피부분지(perforating cutaneous branch)를 보호하여야 한다. 그 이유는 이들 혈관들이 슬와근의 기시부를 지나 심근막을 뚫고 피하나 피부까지 주행하기 때문이다.

다음 비골 양단을 필요한 길이에서 Gigli saw로 자르고 연부조직을 절개한다. 슬와근은 피부분지가 지나가는 부위에서 약0.5cm후방에서 근위부부터 절단하여 원위부까지 분리한다. 이때 비골동맥과 정맥은 비골을 앞으로 돌리고 슬와근을 뒤로 젖히면 쉽게 노출될 수 있다. 비골동맥은 후경골동맥에서 기시하며, 비골후내면의 장모지굴곡근의 기시부를 따라 주행하므로 이 근육의 기시부를 절개함으로써 쉽게 노출되며, 비골혈관의 하단을 절단후 절찰한다.

다음 피부편의 전면을 절개하여 심근막까지 도달한 후, 피부편을 장비골근의 후면을 따라 절개하고 비골의 부착부위에서 0.5cm거리를 두고 분리한다. 비골을 후방으로 돌려 비골의 부착된 골간막을 절단한 후, 비골원위단을 골감자로 잡고 외측으로 당기면서 후경골근을 상하로 분리하면 전비골의 생골 및 생피부편은 비골혈관경으로만 연결되어 분리된다. 다음 지혈대를 제거한 후, 비골의 피부면, 골수강단 및 주위 근육층에서 혈액의 삼출이 시작되면

Table 1. Osteocutaneous free flap with fibula

Case	Age	Sex	Injured site	Factors predisposing to defect(No.)	Flap size (cm)	Length of graft (cm)	Artery anastomosed recipient-donor	Vein anastomosed recipient-donor(No.)	Operation time	Ischemic time	Complication
1	43	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteosynthesis with plate and screws; counterincision and S.T.S.G.(5): ext. fixation, curettage and continuous irrigation(3)	15×3	14	A.T.A.-P.A.	G.T.V.(2)-V.C.(2)	5 hrs 30min	3hrs	Focal skin necrosis
2	42	M	Lt. tibia	Open Fx.; osteomyelitis	8×3	20	A.T.A.-P.A.	G.S.V.-V.C.	6hrs 10min	2hrs 24min	None
3	29	M	Lt. tibia	Open Fx.; ext. fixation. sequestrectomy(2); curettage and bone graft by papineau; osteomyelitis	13×7	15	P.T.A.-P.A.	V.C.(2)-V.C.(2)	6hrs	2hrs 50min	None
4	25	M	Lt. tibia	Chronic osteomyelitis; sequestrectomy(2)	10×3	18	P.T.A.-P.A.	G.S.V.-V.C.-V.C.(2)	5hrs	2hrs 15min	Fracture of grafted fibula
5	46	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteomyelitis	14×6	14	P.T.A.-P.A.	G.S.V. and V.C.-V.C.(2)	4hrs 50min	1hr 50min	Flexion contracture or great toe
6	19	M	Rt. tibia	Open Fx.; I and D curettage(3); osteomyelitis	13×5.6	16	P.T.A.-P.A.	G.S.V. and V.C.-V.C.(2)	6hrs 25min	1hr 31min	
7	26	M	Lt. tibia	Open Fx.; osteosynthesis with screws: S.T.S.G.; osteomyelitis	15×8.5	17	P.T.A.-P.A.	G.S.V. and V.C.-V.C.(2)	7hrs 5min	3hrs 10min	
8	37	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteosynthesis with plate and screws; osteomyelitis; sequestrectomy(2); cross leg pedicle graft	9×3	15	P.T.A.-P.A.	V.C.(2)-V.C.(2)	5hrs 40min	2hrs 50min	
9	26	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteosynthesis with plate and screws; osteomyelitis	10×2.5	12	P.T.A.-P.A.	V.C.(2)-V.C.(2)	5hrs 20min	2hrs 35min	
10	37	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteomyelitis	19×6	19	P.T.A.-P.A.	G.S.V. and V.C.-V.C.(2)	7hrs	2hrs 42min	
11	24	M	Lt. tibia	Open Fx.; ext. fixation: osteomyelitis	17×9	15	P.T.A.-P.A.	V.C.-V.C.	6hrs 30min	3hrs	Focal skin necrosis
12	31	M	Rt. tibia	Open Fx.; osteosynthesis with plate and screws; osteomyelitis	15×7	17	P.T.A.-P.A.	G.S.V. and V.C.-V.C.(2)	5hrs	3hrs 20min	

A.T.A.: anterior tibial artery, P.T.A.: posterior tibial artery, P.A.: peroneal artery, G.S.V.: greater saphenous vein tributary, V.C.: vena comitans

증례1.(Case No. 2 참조). **A)** Preoperative X-ray finding shows comminuted fracture of the distal tibia with fracture of the talus and calcaneus. **B)** Postoperative X-ray finding. **C)** X-ray finding in P.O.D. 3 years shows firm union and hypertrophy of the grafted fibula.

증례2.(Case No. 3 참조). **A)** Preoperative X-ray finding shows segmental fracture and large bone defect of the tibia. **B)** Postoperative X-ray finding. **C)** X-ray finding in P.O.D. 3 years shows firm union and hypertrophy of the grafted fibula.

생골 및 생피부편의 단철시간을 줄이기 위하여 수여부의 조작이 끝날때까지 혈관경을 절단하지 말아야 한다.

증례 보고

총 12례중 11례는 경골의 개방성분쇄골절과 이로 인한 골결손 및 만성골수염이 합병된 예였으며, 나머지 1례는 만성골수염과 이로 인한 주위 연부조직의 Pseudocarcinomatous epithelial hyperplasia 가 동반된 예이었다.

생피부편의 크기는 최소 8×3cm에서 최대 17×

증례3.(Case No. 4 참조). **A)** Preoperative X-ray finding shows comminuted fracture of the tibia. **B)** Postoperative X-ray finding.

증례3.(Case No. 4 참조). **C)** 9 months after operation, was the fracture of the grafted fibula occurred due to self-discard of the P.T.B. brace during the hard working. **D)** X-ray finding in P.O.D. 2 years and 9 months shows firm union and hypertrophy of the grafted fibula.

중례 4. (Case No. 5 참조). A) Preoperative X-ray finding shows chronic osteomyelitis of the tibia. B) Postoperative X-ray finding. C) X-ray in P.O.D. 6 months shows firm union of grafted fibula.

9cm였으며 평균 13.4×6.4 cm이었다. 이식된 생비골의 길이는 최소 14cm에서 최대 20cm로 평균 16.4cm이었다.

동맥문합은 전경골동맥-비골동맥(A.T.A.-P.A)가 2례이었고, 나머지 10례에서는 후경골동맥-비골동맥(P.T.A.-P.A.)이었다. 또한 정맥문합은 대복재정맥(1), 반행정맥(1)-반행정맥(2)인 경우가 6례, 반행정맥(2)-반행정맥(2)가 3례, 대복재정맥(2)-반행정맥(2)가 1례, 대복재정맥(1)-반행정맥(1)가 2례이었다.

수술시간은 평균 5시간 53분이었고, 허혈시간(Ischemic time)은 최단 1시간 31분에서 최장 3시간 20분으로 평균 2시간 34분이었다.

원격추시결과 평균 4.5개월에 골유합소견을 보여 주었고, 합병증으로는 혈전 형성으로 인한 실패가 1례, 생피부편 양단의 부분적괴사가 2례, 보조기 착용의 소홀로 인한 이식비골의 골절이 1례, 그리고 장모지골목근의 저혈성구축으로 인한 굴곡구축이 1례 있었다.

중례 1

42세된 남자로 1982년 3월 2일 추락사고로 경골 및 비골의 개방성분쇄골절, 동측 종골 및 거골골절과 족관절탈구가 동반되어 골절치로서 경골원위단에 외상성골수염으로 누공이 형성되어 배농되고 있었고, 균배양점사상 E.coli가 검출되었다. 1982년 10월 21일 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하였으며, 족관절과 거골하관절을 동시에 생비골로 관절

고정술을 시행하였다. 수술후 합병증은 발생하지 않았으며 수술후 4개월부터 골유합의 소견이 보여 보조기착용하에 부분체중부하보행을 시작하였고 8개월경부터는 전신체중부하보행을 시작하여, 현재 환자는 직장에서 근무하고 있다(Case No. 2 참조).

중례 2

29세된 남자로 좌측 경골 및 비골의 분쇄골절로 Hoffman씨 금속고정후, 외상성 골수염이 합병되어 3회에 걸쳐 골소파술 및 부골절제술을 시행하였으나 계속되는 배농이 있었다. 균배양점사상 녹농균과 포도상구균이 교대로 검출되었다. 1983년 10월 20일 생비골 및 생피부편이식술을 시행하였으며, 공여피부편과 수여피부사이에서 배농이 계속되었으나 항생제투여로 감염이 조절되었고 수술후 7개월경에 골유합이 진행되어 보조기 착용하에 부분체중부하보행을 시작하여, 현재는 전신체중부하보행중이다(Case No. 3 참조).

중례 3

25세된 남자로 1983년 9월 25일 교통사고로 좌측 경골 및 비골의 개방성 분쇄골절로 Pin and Plaster 상태로 전원되었다. 피부결손부위로 배농이 되었고 골절된 경골의 골수강이 노출된 상태로 녹농균이 검출되었다. 1984년 1월 26일 생비골 및 생피부편이식술을 시행하였으며, 수술후 9개월경에 골유합이 진행되어 보조기착용하에 부분체중부하보행을 시작하였으나 보조기를 착용치 않고 일하다가 이식된

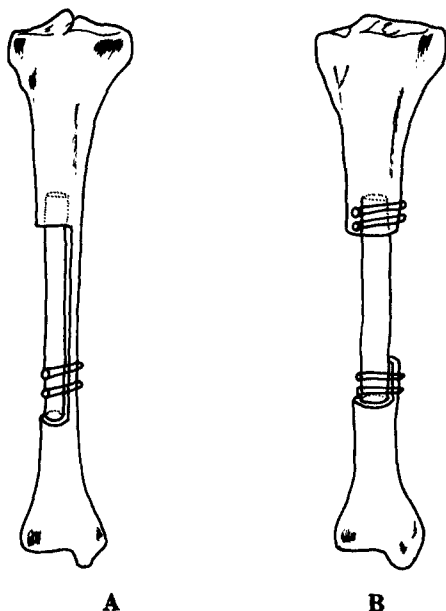


Fig. 2. Schematic diagram of fibular graft with A) partial resection or B) complete resection of tibia.

비골의 골절이 발생하여 장하지석고붕대로 고정치료하였으며, 수술후 13개월경부터 부분체중부하보행을 다시 시작하여 수술후 14개월경부터 전신체중부하보행을 시작하였다(Case No. 4 참조).

증례 4

46세된 남자환자로 23년전부터의 우측 경골의 만성골수염으로 간헐적인 피부결양을 앓아오다가 주위 반흔조직의 검사상 Pseudocarcinomatous epithelial hyperplasia이 합병된 폐로 균배양검사상 녹농균이 검출되었다. 1984년 11월 22일 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하였다. 수술후 3개월부터 골유합의 소견이 보여 슬개전하중보조기착용하에 부분체중부하 보행을 시작하였으며, 6개월경부터는 전신체중부하보행을 시작하였다. 합병증으로는 수술당시 공여부에 대한 일차봉합술로 구획 증후군(Compartment syndrome)이 병발하여 즉시 감압술을 시행하였으나 모족지의 정도의 골극구축이 발생하였다(Case No. 5 참조).

고찰

1974년 Östrup과 Fredrikson¹⁾에 의한 동물실험에서의 생능골이식술의 성공이후로, 생골 및 생피부편이식술에 대한 임상적 이용이 다수 보고되고 있

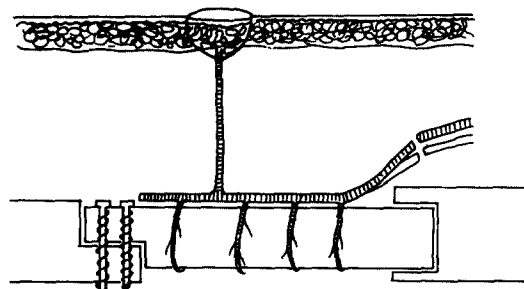


Fig. 3. Diagram of the fibula graft and its vascular pedicle with the buoy flap.

다. 1975년 Taylor²⁾는 2례의 경골 및 비골골절과 함께 광범위한 골 및 피부결손이 동반된 예에서 일차로 free flap을 이용하여 피부결손을 피복한 후, 이차적으로 생비골이식을 시행하여 성공한 예를 보고하면서 생골이식술의 장점으로 고식적인 골이식술에 비해서 광범위한 골결손부위에 일차적으로 이식할 수 있으며, 기계적 스트레스에 저항이 있고 골유합이 고식적인 골이식보다 빠르고, 혈관문합이 실패하더라도 고식적인 골이식으로 작용할 수 있는 장점이 있다고 보고하였다. 또 O'Brien³⁾도 동물 실험에서 생골이식이 골유합의 기간이 짧고 이식골의 흡수가 적으며 국소염증에 대하여 저항력이 강하다고 보고하였다. 저자의 경우 12례, 전례에서 수술전 배농으로 수차례에 걸쳐 고식적인 치료를 받았음에도 조절되지 않던 염증이 생비골 및 생피부편이식술을 시행후, 1례의 실패한 경우를 제외한 11례에서 항생제를 2개월간 투여하여 치유되었다. 이는 국소염증부위에 혈관문합술의 결과로 혈류량이 증가하여 염증에 대해 저항력이 강해진 것으로 사료된다. 또한 이식한 비골은 치밀골(compact bone)이며 고식적인 골이식에서의 잠행성치환(creeping substitution)을 거치지 않고, 직접 골절치유과정을 거쳐 골유합이 이루어진다고 1981년 Weiland⁴⁾가 보고하였다. 저자의 경우, 경골의 일부만 분절로 절제하고 생비골을 이식한 예(Fig. 2-a)에서는 일반적으로 주기적인 엑스선촬영 결과, 수술후 3개월에서부터 부분체중부하보행을 시작하였고, 5개월에는 전신체중부하보행을 시작하였으며, 경골을 분절로 완전절제후 생비골을 이식한 예(Fig. 2-b)에서는 수술후 5개월부터 부분체중부하보행을 시작하였고 7개월에는 전신체중부하보행을 시작할 수 있었다. 이와같은 조기체중부하보행은 이식비골의 조기유합과 동시에 이식비골골막의 비후를 자극할 수 있었던 것으로 추정된다.

1983년 Chen과 Yan⁵⁾은 생비골이식술은 비골이 치밀골이고 견고하며 체중부하에 적합하고 장골이

기에 성인의 경우 약 20cm정도까지 절취가능하고, 비골동맥맥의 직경이 비교적 커서 혈관문합하기가 용이하다는 장점을 보고하면서, 피부편의 크기는 피부결손부위보다 약1/5정도 크게 도식하여야 절취된 피부편이 수축되는 것에 대하여 대비할 수 있다고 보고하였으며, 최대로 절취할 수 있는 피부편은 20×10cm정도까지라고 하였다. 저자의 경우 12례 전례에서 피부편은 피부결손부위보다 약1/5정도 크게 절취하여 창상 봉합후 피부의 과대긴장을 피하고 혈관경의 혈액순환장애를 예방하였다. 또한 절취하여 생이식한 비골의 최대길이는 20cm이었으며, 피부편은 19×6cm와 17×9cm인 경우에도 성공하였다.

혈관문합술의 성공여부를 알 수 있는 방법중, Taylor등⁵⁾이 시행한 혈관조영술은 혈관경련등의 위험이 있어, 저자의 경우 증례2(Case No. 3)에서 수술후 3개월경에 실시한 경우를 제외하고 시행하지 않았으나, ^{99m}Tc-pyrophosphate를 이용한 골주사를 수술후 1주, 수술후 1개월, 수술후 3개월에서 10례를 시행하여 vascular patency를 확인할 수 있었고, 또한 생피부편은 buoy flap과 같은 방법으로 생비골의 vascular patency를 알아보는 간접적인 방법으로 이용하였다. 즉 비골동맥에 의해 같이 혈액공급을 받는 비골편과 피부편에서 비골동맥이나 정맥이 압박을 받거나 혈전이 발생하면 피부편의 색깔이 변하므로 피부편의 관찰에 의한 감시가 가능하였다. 저자의 경우, 1례에서 이식술이실패하였는데 그 경우 이식된 피부편의 관찰중 색깔의 변화로 24시간이내에 재진사(Re-exploration)를 실시하여 동맥문합 부위에서 염종소전과 이로 인한 혈관경련과 혈전을 발견하여 2차적으로 정맥이식술(vein graft)를 실시하였으나 생피부편의 괴사가 발생하여 원거리피관술을 시행하였다(Case No. 7 참조).

총 12례중 2례에서는 1동맥·1정맥문합술을 시행하였으며 그중 1례에서 생피부편의 부분적괴사가 일어났고, 나머지 10례에서는 1동맥·2정맥문합술을 시행하였으며 그중 1례에서 생피부편의 부분적괴사가 있었다. 이와같은 결과로 미루어 1동맥·1정맥문합술을 시행한 경우 정맥류의 저류로 이식술이 실패할 확률이 클 것으로 사료되었다.

결 론

한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서 경골결손과 이에 동반된 피부결손에 대하여 시행한 12례의 생비골 및 생피부편이식술의 경험을 토대로 다

음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국소염증이 완전히 조절되지 않은 상태에서 생비골 및 생피부편이식이 가능하였고, 이식골의 불유합은 발생하지 않았다.

2. 추시기간동안 이식된 비골은 비후되었다.

3. 골유합이 조기에 진행되어, 부적당한 경골을 분절로 완전절제후의 생비골 이식시에는 수술후 5개월에 부분체중부하보행을, 수술후 7개월에 전신체중부하보행을 시작하고, 경골의 한쪽 측면만 부분적으로 절제후 생비골이식한 경우에는 수술후 3개월에 부분체중부하보행을, 수술후 5개월에 전신체중부하보행을 시작함이 가능하였다.

4. 성인에서 생비골은 20cm까지도 절취하여 이식가능하였으며, 치밀골(compact bone)로 광범위한 장골결손에 좋은 공여부이다. 또한 생피부편은 17×9cm까지도 절취하여 이식가능하였다.

5. 생피부편이식술을 동시에 시행함으로써 생비골이식술의 성공여부를 간접적으로 파악할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 김광희·이광석·서경환: 생비골 이식수술의 임상적 이용(증례보고), 대한 정형외과학회지. 18-6:540-547, 1983.
- 2) Chen, Z.W. and Yan, W.: The study and clinical application of the osteocutaneous flap of fibula. *Microsurgery*, 4:11-16, 1983.
- 3) O'Brien, B.M., Haw, C.S. and Kurata, T.: The microsurgical revascularisation of resected segments of tibia in dog. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 60-B, No. 2:266-270, 1978.
- 4) Östrup, L.T. and Fredrickson, J.M.: Distant transfer of a free, living bone graft by microvascular anastomoses. *Plast. and Reconstr. Surg.*, Vol. 54, No. 3:274-285, 1974.
- 5) Taylor, G.I., Miller, D.H. and Ham, F.J.: The free vascularized bone graft. *Plast. and Reconstr. Surg.*, Vol. 55, No. 5:533-544, 1975.
- 6) Weiland, A.J.: Current concepts review vascularized free bone transplants. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 63-A, No. 1:166-169, 1981.
- 7) Yoshimura, M., Shimauro, K., Iwai, Y. and Yamauchi, S.: Free vascularized fibular transplant. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 65-A, No. 9:1295-1301, 1983.