

생비골 이식술을 이용한 장골 골결손의 재건

부산 세일병원 정형외과, 경희대학교 의과대학 정형외과학교실*

조창현 · 전철우 · 송원재 · 김성후 · 정덕환*

— Abstract —

Reconstruction of Long Bone Defect with Vascularized Fibular Graft

Chang Hyun Cho, M.D., Churl Woo Jeun, M.D., Won Jae Song, M.D.,
Sung Hoo Kim, M.D., Duke Whan Chung, M.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, Busan Seail Hospital,
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea**

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of limb reconstruction and functional recovery using vascularized fibular graft in the treatment of extensive bone defect of long bone caused by various diseases.

Materials and Methods: From september 1995 to March 2005, 21 patients with segmental bone defects were managed with vascularized fibular graft: 13 males and 8 females, aged 39 years on average (range, 8~65 years). The reconstructed site was the humerus in 9 patients, the femur in 5, the tibia in 4 and the forearm bone in 3. The length of bone defect ranged from 8~17 cm.

Results: Twenty grafts were successful. The mean period to obtain radiographic bone union was 5.7 months on average.

Conclusion: Fibular grafts allow the use of a segment of diaphyseal bone and of sufficient length to reconstruct most skeletal defects of the long bone. The vascularized fibular graft is indicated in patients with intractable nonunions where conventional bone grafting has failed or large bone defects.

Key Words: Vascularized fibular graft, Long bone reconstruction, Bone defect

*통신저자: 조 창 현

부산광역시 동구 초량3동 1144-3

부산 세일병원 정형외과

Tel: 82-51-460-5248, Fax: 82-51-464-9658, E-mail: chchomd@yahoo.co.kr

* 본 논문은 2005년도 대한미세수술학회 추계학술대회에서 발표되었음.

I. 서 론

정형외과 영역에서 발생하는 다양한 골 결손의 치료에는 어려움이 많다. 특히 상완골이나 경골과 같은 장골에서 개방성 골절에 의한 골소실 및 불유합, 선천성 기형이나 중양 절제 혹은 감염으로 부분 골 절제후 생긴 골 결손을 재건하는 것은 매우 까다로운 것으로 알려져 왔다. 이와 같은 골 결손의 치료에는 골 단축술, 자가 해면골 이식술(*autogenous cancellous bone graft*),¹ 외고정 장치를 이용한 가골 신연술(*distracton osteogenesis with external fixator*)² 및 생비골 이식술^{3,4} 등 다양한 방법이 보고되고 있다. 그 중 생비골 이식술은 고식적인 골이식과 달리 골유합의 과정에서 잠행성 치환(*creeping substitution*)을 거치지 않고 직접 골절 치유 과정과 같은 경과로 골유합이 이루어지므로 골유합의 기간이 짧고, 이식골의 흡수가 적으며 국소 염증에 대한 저항력이 강하다는 보고가 있다^{5,6}.

이에 본 저자들은 1995년 9월부터 2005년 3월까지 다양한 원인으로 장골에 큰 골 결손이 생긴 21례의 환자에 대해 생비골 이식술로 골 결손의 치료 및 골유합과 기능적 회복을 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

1995년 9월부터 2005년 3월까지 골절의 불유합, 감염 및 골종양으로 심한 골 결손이 발생한 환자중 생비골 이식술을 이용하여 치료하고 추시기간이 1년 이상 된 21례를 대상으로 하였다. 남자가 13례, 여자가 8례였으며, 연령은 8세부터 65세까지로 평균 39세였다. 골 결손 부위는 상완골이 9례로 가장 많았고, 대퇴골 5례, 경골 4례, 전완골 3례였으며, 골 결손의 원인으로는 만성 골수염이 13례로 가장 많았고, 개방성 골절에 의한 골 결손이 5례, 중양 절제 후 골 결손이 3례였다. 골 결손의 크기는 8~19 cm으로 평균 12.7 cm였다.

2. 수술방법

전 레에서 수술전 환자의 전신상태와 공여 비골의

이상유무 및 수여부의 연부조직 상태를 충분히 확인하고, 혈관 조영술을 이용하여 수여부와 공여부의 혈관분포상태를 확인하였다. 만성 골수염의 경우는 생비골 이식술 전에 수차례에 걸쳐 변연절제술, 소파술, 감염성 부골 제거술 및 항생제가 함유된 골시멘트를 삽입하여 염증을 어느 정도 조절한 후 시행하였고, 개방성 골절의 경우는 피부 혹은 근육피판술을 이용하여 개방창을 피복한 후 시행하였다.

수술방법은 전신 마취후 환자를 앙와위로 눕히고 Henry 도달법으로 피부절개 하였으며 수술의 전 과정은 확대경(*loupe*)을 착용하고 미세수술 수기를 이용하여 비골의 주된 혈관 분포를 이루는 영양동맥과 근육성 골막분지를 손상되지 않도록 하였다.

전외측에서는 경골과 비골상부에서 시작하는 비골근과 신전근을 비골에서 약 5~10 mm 정도 근육을 부착시킨 상태에서 박리하였다. 후외측에서는 비복근(*gastrocnemius*)의 외측두와 족저근(*plantaris*)을 대퇴골로부터 박리하거나 견인하여 슬와혈관과 후경골신경을 찾아 확인한 후 슬와근(*soleus*)의 기시부에서 비골과 평행하게 박리하여 1~2 cm 정도 비골에 부착되게 한 후 비골혈관을 확인하였다. 비골혈관은 족모지장굴근의 밑을 지나거나 그 속으로 통과하게 됨으로 조심하여 10 mm 정도의 근육을 비골혈관에 포함하여 비골내측에 남겨두면서 하방으로 절개하였다. 후내측 절개를 시작하여 필요한 비골의 길이만큼을 *air osteotome*으로 절단후 후경골근과 골간막을 절개하여 혈관이 부착된 비골을 분리하고 지혈대를 풀어 골수강내로 흘러 나오는 선혈을 확인하여 비골의 혈행을 확인한 후, 비골혈관의 원위부는 비골절단단의 원위부에서 절찰하고 근위부는 수여부의 혈관과 봉합하기에 용이한 길이를 남겨서 비골혈관 근위부에서 절찰하였다.

혈관 봉합은 미세 현미경을 이용하여 9-0 또는 10-0 *monofilament nylon*을 사용하였고, 정맥봉합은 가능하면 2개를 하는 것을 원칙으로 하였으나 수여부에 정맥이 1개밖에 없는 경우에는 동맥봉합후 절찰을 풀어서 피가 잘 나오는 우세 비골정맥을 확인 후 이곳에 연결하였다.

이식골의 고정방법은 비골을 수여부의 골수강이 큰 경우에는 골수강내로 끼워넣고 나사못으로 고정하고, 골수강이 좁은 경우에는 홈을 만들어 끼워 넣고 나사못고정 또는 금속판을 이용한 고정을 하고

안정성이 부족한 경우에는 외고정 장치를 하여 보강하였다.

수술 후에는 저분자량 Dextran을 체중 당 5~10 ml 씩 4~5일간 정맥주사 하였고, 아스피린 1200 mg을 2회로 나누어 1주일간 경구 투여하였다. 정기적으로 방사선검사를 시행하여 골유합의 정도를 확인하고 그에 따라 체중부하 및 관절운동을 조절하였다.

III. 결 과

21례중 20례(95.2%)에서 골 결손의 치료 및 골유합을 얻을 수 있었다. 이식된 생비골의 길이는 10~21 cm로 평균 15.7 cm였고, 혈관경의 길이는 5~13 cm로 평균 11.0 cm였다. 수여혈관으로는 상완골의 경우는 상완동맥(brachial artery) 혹은 그 분지, 대퇴골은 외슬동맥(lateral genicular artery) 혹은 내대퇴회선동맥(medial femoral circumflex artery), 경골은 전경골동맥(anterior tibial artery), 전완부는 요골 혹은 척골동맥(radial or ulnar artery)을 사용하였다.

골유합 기간은 최단 4개월에서 최장 9개월로 평균

5.7개월이 소요되었다. 이식비골의 골유합후 이식골의 비대정도를 알아보기 위해 수술직후와 마지막 추시때의 전후면 방사선 사진과 측면 방사선 사진의 이식비골의 굵기를 비교 측정하였는데 평균 1.2배의 비대를 보이고 있었다.

수여부 합병증으로는 2례에서 지연유합이 발생하여 술후 6개월에 지연유합부에 자가해면골 이식술을 시행하여 3개월후 견고한 골유합을 얻었고, 1례에서는 만성골수염이 조절되지 않아 절단을 시행하였다. 이 환자는 전완부 절단으로 재접합술후 골결손과 골수염이 동시에 있었던 경우로 생비골 이식술후에도 만성골수염이 조절되지 않고 부분적인 피부괴사가 발생하여 전완부 절단을 시행하였다. 공여부 합병증으로는 제 1 또는 제 2 족지의 굴곡구축이 2례, 일시적인 비골신경 마비가 1례있었다. 굴곡구축의 경우 모두 경하여 보행시 큰 불편은 없었으며, 비골신경 마비의 경우 특별한 치료없이 회복되었다.

IV. 증례보고

증례 1.

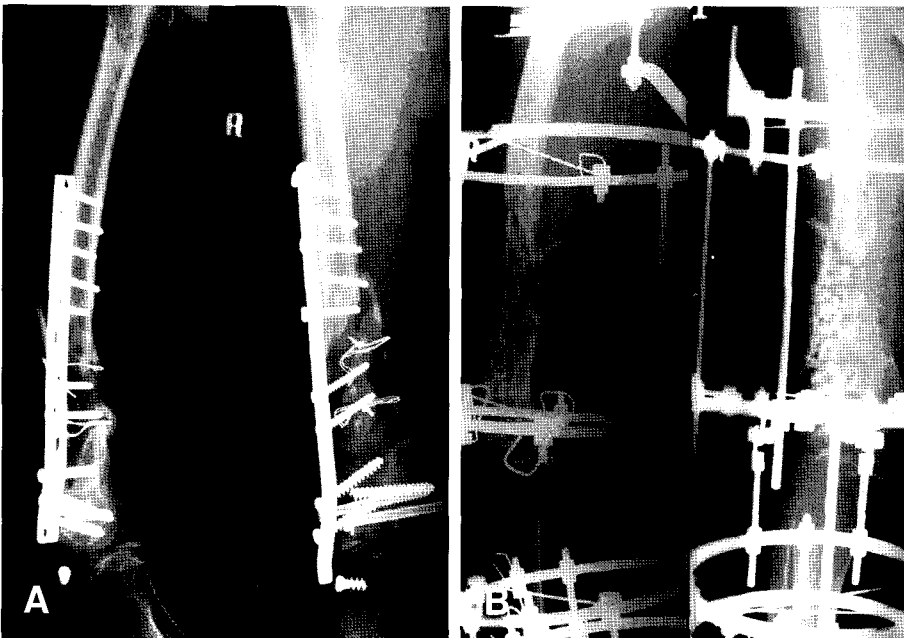


Fig. 1. (A) A 65-years old female patient with femur shaft fracture was treated with open reduction and internal fixation. But radiograph shows nonunion of distal femur with osteolysis and screw breakage. (B) Ilizarov apparatus was applied with antibiotics cement after internal fixator removal and massive debridement.

65세 여자로 건널목 교통사고로 대퇴골 원위부 분쇄골절로 타병원에서 수술 후 내원한 환자였다. 내원

당시 외상은 없었으나 단순 방사선 소견상 불유합 및 골해리와 나사못 골절이 보여 골수염이 의심되었

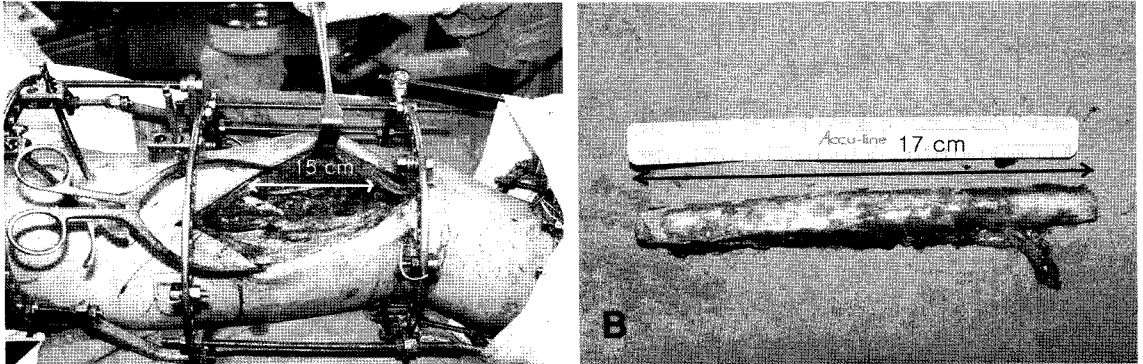


Fig. 2. (A) Clinical photograph shows large bone defect (15 cm) in distal femur. (B) Photograph shows vascularized fibula harvested with 17 cm length.

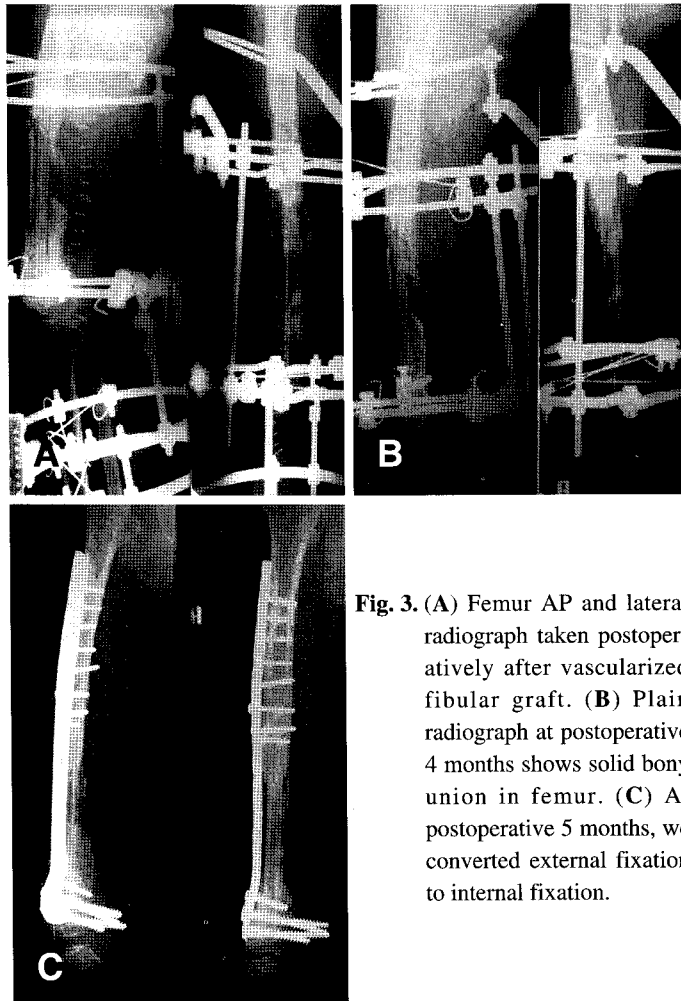


Fig. 3. (A) Femur AP and lateral radiograph taken postoperatively after vascularized fibular graft. (B) Plain radiograph at postoperative 4 months shows solid bony union in femur. (C) At postoperative 5 months, we converted external fixation to internal fixation.

다(Fig. 1). 수술 소견상 대퇴골 원위부에 활동성 농양이 고여 있으면서 부골이 형성되어 있어서, 변연절제술 및 내고정물 제거술과 부골절제술후 Ilizarov 고정과 항생제 함유 시멘트를 삽입하였다(Fig. 2). 2차례에 걸쳐서 수술적 염증치료를 시행 후 부골절제술로 인한 15 cm의 골 결손을 치료하기 위해 생비골 이식술을 시행하였으며, 슬후 3개월에 내고정으로 전환하였고, 슬후 5개월에 골유합을 얻을 수 있었다(Fig. 3).

증례 2.

65세 여자로 교통사고로 인해 우측 상완골 간부 골절로 타병원에서 관혈절 정복 및 내고정슬후 골수염이 발생하여 2회에 걸쳐 수술을 시행후 내원한 환자였다. 내원당시 상완 원위부에 배농동(drainig sinus)이 형성되어 있었고, 단순 방사선 소견상 상완골의 불유합 및 부골(sequestrum)이 형성되어 있

었다. 1차 수술로 변연절제술 및 내고정물 제거와 부골절제술을 시행하고 길이 유지를 위해 외고정 장치, 염증치료를 위해 항생제 함유 골시멘트를 삽입하였다(Fig. 4). 염증조절이 되지 않아 다시 변연절제술 및 항생제 함유 골시멘트 재삽입술을 시행하였다. 부골제거 및 감염된 골을 제거하니 11cm의 골 결손이 발생하여 골수염의 치료 및 골 결손을 치료하기 위해 생비골 이식술을 시행하였다(Fig. 5A). 슬후 4개월에 골유합을 얻을 수 있었다(Fig. 5B).

V. 고 찰

골 결손의 치료에 있어서 자가 해면골 이식술은 잠행성 치환의 과정을 거치므로 결손부를 치료하는데 많은 시간이 요구되며 기계적인 강도가 약해 장시간에 걸쳐 체중부하가 불가능하고 특히 6 cm 이상의 결손이 있는 경우는 골유합이 매우 어려운 것으로 보고되고 있다.^{7,8} Ilizarov술식의 경우 조기 보행이 가능하고 골 전이에 의한 압축과 신연이 가능하여 골 길이의 단축없이 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있으나 골 연장시 주변의 연부조직도 함께 연장되므로 이에 따른 부작용이 많고 연부조직의 상태가 불량한 경우에는 적용하기가 어려우며 장기간의 외고정 장치의 유지에 따른 불편함과 편 주위 감염이 문제가 되고 있다.⁹

미세수술 수기를 이용하여 혈관이 부착된 이식골로써 이용할 수 있는 골은 장골(ilium), 늑골, 비골, 중족골 등이 있다.⁴ 장골은 그 크기에 제한이 있고 늑골은 모양이 굽어져 있고 골의 강도가 약해 하지에 사용될 경우 체중부하에 약한 단점이 있다.

생비골 이식술은 Taylor 등⁴에 의해 최초로 보고된 이후 장골의 심한 외상 및 감염 그리고 선천성 기형에 의한 심한 골 결손 등에 유용하게 사용되어 왔으며, 특히 주변 연부 조직 상태가 비교적 무혈성이어서 감염 등의 우려가 있는 경우에도 효과적으로 사용되고 있다.^{10,11} 생비골 이식술의 장점은 성인의 경우 최장 22~26 cm 정도의 절취가 가능하고, 골이 비교적 단단한 피질골이어서 염력(torsion)과 각 변형에 대한 저항력이 크며, 비골혈관이 해부학적으로 변이가 적으면서도 충분한 길이의 혈관경이 있어 혈관문합에 어려움이 적다. 또한 혈관문합술 후 국소 혈류량의 증가에 의해서 국소 염증에 대한 저항



Fig. 4. A 65-years old female patient with large bone defect in humerus shaft was treated with external fixation with antibiotic cement.

력을 강하게 하여 창상부위의 치유를 촉진할 수 있다.^{10,12} 본 저자들의 경우에도 만성골수염에 의한 골 결손의 경우 본 술식을 시행하기 이전에 여러 차례에 걸친 수술로 인하여 주변 연부조직의 상태가 불량하여 골수염의 치료가 용이하지 않았고, 골 결손의 크기가 평균 11 cm 이상으로 Ilizarov 연장술을 이용할 경우 골연장을 위해 장기간의 외고정 장치의 사용이 불가피하여 환자의 불편뿐만 아니라 고령의 환자의 경우는 골다공증에 의한 고정력 약화와 골유합에도 문제가 있을 것으로 사료되어 생비골 이식술을 시도하게 되었다. 또한 대퇴골에 생긴 골 결손의 경우는 다른 부위와 달리 체중부하가 요구되어 단단한 피질골의 이식이 필요하며, 원위부의 골결손 시에는 골의 굵기 차이가 날수 있으므로 중첩한 비골 이식술을 사용하는 것도 하나의 방법으로 사료된다.¹³

생비골 이식술의 단점으로는 공여부에 근력약화나 일시적인 비골신경 마비 등의 합병증이 있고, 무엇보다도 공여부에 수술적 절개를 해야 한다는 것과 미세 혈관 문합을 해야하므로 이에 따른 합병증이

발생할 수 있다.⁶ 저자들의 경우에도 2례에서 족지의 굴곡구축과 1례의 일시적인 비골신경 마비가 발생하였으나 다른 술식에 비해 골유합의 기간 및 결손의 정도를 고려한다면 감수할 수 있는 정도의 합병증이 아닐까 사료된다.

Taylor^{14,16}는 술후 12개월에 이식비골이 비대되기 시작하였다고 보고하였으나 저자들은 골 유합이 이루어지기 전까지는 확실한 골 비대를 볼 수 없었으나 골 유합이 이루어진 후에는 술후 12개월 전이라도 상당히 비대된다는 것을 발견하였다.

장골의 골 결손의 치료방법은 환자의 건강상태, 골 결손의 크기 및 연부조직의 상태, 발생원인에 따라 다양하게 선택할 수 있다. 그러나 생비골 이식술은 연부조직의 상태가 불량하여도 감염에 저항을 가지면서도 장기적으로 안정적인 골유합을 가능하게 하는 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

VI. 결 론

장골의 광범위한 골 결손시 생비골 이식술은 다른

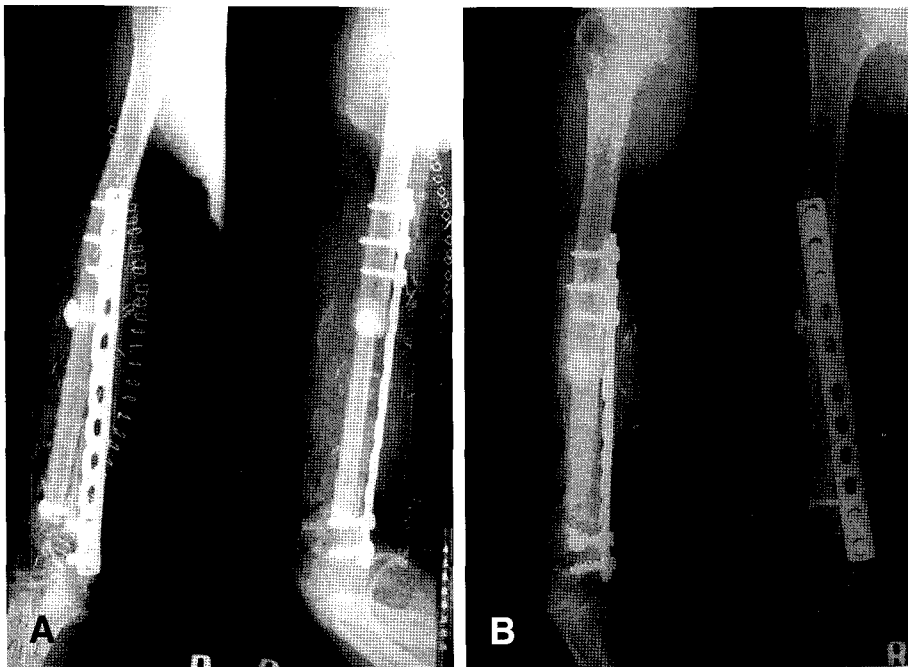


Fig. 5. (A) Humerus AP & lateral radiograph taken postoperatively after reconstruction of large bone defect by vascularized fibular graft. (B) Plain radiograph at postoperative 4 months shows solid bony union between humerus and fibular graft.

술식에 비해 상대적으로 적은 기간내에 골유합을 유도할 수 있는 좋은 방법으로 사료된다. 특히 골수염으로 주변 연부조직의 상태가 불량하거나 대퇴골과 같이 체중부하가 필요한 부위의 경우에는 더욱 유용한 방법으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Papineau LJ, Alfageme A, Dalcourt JP, Pilon L: *chronic osteomyelitis: open excision and grafting after saucerization. Int Ortho* 3(3): 165-176, 1979
- 2) Tukianen E, Asko-Seljavaara S: *Use of the Ilizarov technique after a free microvascular muscle flap transplantation in massive trauma of the lower leg. Clin Orthop* 297:129-134, 1993.
- 3) Kim KH, Lee KS, Seo KH: *The clinical application of vascularized fibular graft. J Korean Orthop Assoc* 8(6): 1185-1192, 1983.
- 4) Taylor GI, Miller GD, Han FG: *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular technique. Plast Reconstr Surg* 55(5):533-544, 1975.
- 5) Haw CS, O'Brien BM, Kurata T: *The microsurgical revascularization of resected segments of tibia in the dog. J Bone Joint Surg* 60(B): 266, 1978.
- 6) Yoo MC, Kim BK, Bae SW, Oh DC: *Vascularized fibula graft for reconstruction of the large bone defect. J Korean Orthop Assoc* 21(2): 313-322, 1986.
- 7) Enneking WF, Eady JL, Burchardt H: *Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental deficits. J Bone Joint Surg* 62(A): 1039-1057, 1980.
- 8) Jone KG, Barnett HC: *Cancellous bone grafting for nonunion of the tibia through the posterolateral approach. J Bone Joint Surg* 37(A): 1250-1260, 1955.
- 9) Tucker HL, Kendra JC, Kinnebrew TE: *Management of unstable open and closed tibial fractures using the Ilizarov method. Clin Orthop* 280: 125-135, 1992.
- 10) Chew WY, Low CK, Tan SK: *Long-term results of free vascularized fibular graft. A clinical and radiographic evaluation. Clin Orthop* 311: 258-261, 1995.
- 11) Malizos KN, Nunley JA, Goldner RD, Urbaniak JR, Harrelson JM: *Free vascularized fibula in traumatic long bone defects and in limb salvaging following tumor resection: comparative study. Microsurgery* 14(6): 368-374, 1993.
- 12) Lee KS, Chung HK, Lee KW: *Vascularized osteocutaneous fibular transfer. J Korean Orthop Assoc* 24(1): 77-84, 1989.
- 13) Chung DW, Park JY: *Reconstruction of metaphyseal defect of large long tubular bone with double barreled fibular graft. J K Microsurg* 14(1): 50-56, 2005.
- 14) Talyor GI: *Fibular transplantation. Microsurgical composite tissue transplantation. The C.V. Mobsy Co., 418-426, 1979.*
- 15) Talyor GI: *Microrvascular free bone transfer. Orthop Clin North Am* 8:425-477, 1977.
- 16) Talyor GI, Silber SJ: *Free vascularized transfer of skin flaps, bone, nerve and muscle. Microsurgery. The Williams and Wilkins Co., 389-422, 1979.*