大 韓 微 細 手 術 學 會 誌
Vol. 9, No. 1, May, 2000

혈관부착 비골이식술을 이용한 거골 무혈성 괴사의 치료

경희대학교 의과대학 정형외과학교실, 건국대학교 의과대학 정형외과학교실*

정 덕 환 · 고 덕 환*

— **Abstract** —

Treatment of Avascular Necrosis of the Talus with Vascularized Fibular Graft

Duke-Whan Chung, M.D. and Duk-Whan Kho, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea
*Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kon Kuk University, Chungju, Korea**

Nonunion and avascular necrosis are well-recognized complications of severe ankle injury especially aftrer talar neck fracture. The treatment of avascular necrosis is controversial and methods of treatment are limited.

Many modalities have been introduced for the treatment of avascular necrosis of talus. The prolonged non-weight bearing for 2~3 years is not practical but also is occasionally complicated by late segmental collapse. Operative treatment includes tibiotalar arthrodesis and talectomy with tibiocalcaneal arthrodesis, but arthrodesis in patients with talar avascular necrosis is technically demanding and cause stiff, immobile foot and relatively high failure rate was reported. It is desirable to preserve their original joint if possible.

Vascularized fibular grafting has been reported as a joint preserving treatment option for osteonecrosis of the hip but has not been described for the ankle. The authors applied free vascularized fibular grafts for 3 cases of avascular necrosis of talus. We observed evidences of revascularization of necrotic talar body and progression of fracture healing and obtained satisfactory results at mean 8 months of follow-up. Vascularized fibular grafting is one of the better alternatives for treating avascular necrosis of talus. It is expected that vascularized fibular grafting can prevent the necrotic talar dome from progressing to collapse and promote directly restored vascularization and new bone formation.

Key Words : Talus, Avascular necrosis, Vascularized fibular graft

Ⅰ. 서 론

거골의 무혈성 괴사는 거골의 경부 골절이나 족관절의 탈구등 족관절 주변의 심한 외상후에 병발되는 경우가 있는데, 특히 거골 경부 골절후에 무혈성 괴사와 더불어 이로 인한 불유합이 합병 될 시에는 치료가 매우 힘든 질병으로 알려져 있다. 그러나 무혈성 괴사의 치료는 현재 논란이 많으며, 장기적인 체중 부하를 금지하는 보존적 치료로부터 다양한 관절고정술이나 거골 절제술을 포함한 수술적 치료등이 있지만 적절한 치료방법이 제한적이다.

골의 무혈성 괴사를 생비골 이식술로 치료하는 부위로서는 대퇴골두 무혈성 괴사시에 생비골 이식술을 이용한 치료로 매우 효과적인 결과를 보고하고 있으나, 거골의 무혈성 괴사에 대하여 혈행을 복원시켜 주려는 치료법은 거의 소개되어 있지 않다. 저자들은 생비골 이식술을 거골의 무혈성 괴사 3례에서 시행하여 평균 8개월간의 추시 결과, 불유합의 치료 및 무혈성 괴사 부위의 호전 경향을 보이는 고무적인 결과를 얻었기에 수술방법 및 증례를 보고하여 무혈성 괴사를 동반한 거골의 불유합의 치료방법의 효과적인 방법의 하나로서 제안하는 바이다.

Ⅱ. 연구 대상 및 방법

1998년 11월부터 거골 불유합을 동반한 무혈성 괴사에 종축 절개된 생비골 이식술을 시행한 3례의 환자를 대상으로 하였다. 환자의 연령 및 성별은 25세, 36세의 남자와 21세의 여자였고, 거골 무혈성 괴사의 원인은 모두 외상에 의한 것이며 족관절 및 거골하 관절의 탈구를 동반하였고 족관절 내과 골절을 동반한 경우가 2례이었다. 2례는 타 의료기관에서 수술적 가료후에 거골의 무혈성 괴사 및 불유합 상태가 지속되어 전원되었다. 수상에서부터 비골 이식술시까지의 기간은 평균 9개월(6~18개월) 이었다. 전례에서 심한 족부 동통을 호소하고 체중 부하가 불가능하였고 금속나사 고정술등의 관혈적 정복술후에 장기간의 석고붕대 고정후에도 불유합 상태가 지속되고 단순방사선 검사상 거골 근위골편의 석회화 음영이 점진적으로 증가되어 가는 무혈성 괴사의 소견을 보였고 장기간의 관절 고정 상태로 인한 족관절 주변의 퇴행성 변화 및 골 약화 소견을 보이고 있었다. 이와같은 소견을 보이는 환자들에게 있어서 고식적인 단순 해면골 이식술등으로는 무혈성 괴사를 동반한 불유합의 치료가 불가능할 것으로 생각되어 생비골 이식술을 이용한 수술적 가료를 시행하였다.

수술방법

족관절의 후방 도달법을 이용하여 경골 원위단의 후방과 종골 사이로 도달하여 거골의 후측면을 절개하여 노출 시키고 방사선 투시장치의 감시하에 거골내에 삽입되어있던 나사못을 제거한후 거골의 장축을 따라서 비골이 삽입될 수 있는 구멍을 만든다(Fig. 1A). 이때 비골 간부의 직경이 거골내에 삽입되기에는 너무 크기 때문에 비골의 두께의 반만 들어갈 수 있을 정도의 크기로 한다. 수여부의 혈관으로 사용하기 위하여 후 경골동맥 및 동반 정맥을 찾아 놓아 준비하도록한다.

공여부 술식

공여부로는 반대측의 비골 간부를 사용하되 거골의 크기에 비하여 비골은 너무 크므로 비골을 장축으로 절개하여 준비하는데 비골의 영양동맥인 비골동맥이 비골로 진입하는 방향의 반쪽을 사용하되, 비골의 골막 혈행에 꼭 필요한 궁상 동맥(arcade arteries)을 유지하기 위하여 비골 간부를 둘러싸고 있는 근육층을 1~2㎜ 정도 남기도록 하고, 비골을 장축으로 2분 절개 하는 과정에서 비골의 골막 및 얇은 근육층이 벗겨지지 않도록 주의하며 필요로하는 길이 만큼의 비골을 절단한다(Fig. 1B). 공여동맥인 비골 동맥과 정맥을 근위부에서 결찰하고 혈관 주변을 잘 정리하여 충분한 길이의 혈관경을 확보하여 혈관을 절단하여 보관한다(Fig. 1C).

미세혈관문합

준비된 비골의 종축절편을 거골에 만들어진 bone hole에 삽입하는데 이때는 방사선 투시장치의 도움을 받아서 적합한 위치에 놓이도록 하되 비골의 혈관경이 bone hole내에서 압박되지 않도록 각별히 조심하여 삽입하고 혈관경은 수여 혈관인 후경골 동맥에 도달하는 위치에 놓이게 하여 후경골 동맥에 측단문합(end to side anastomosis)하여 이환된 하지의 동맥을 모두 보존하여 이환된 거골에 혈액을

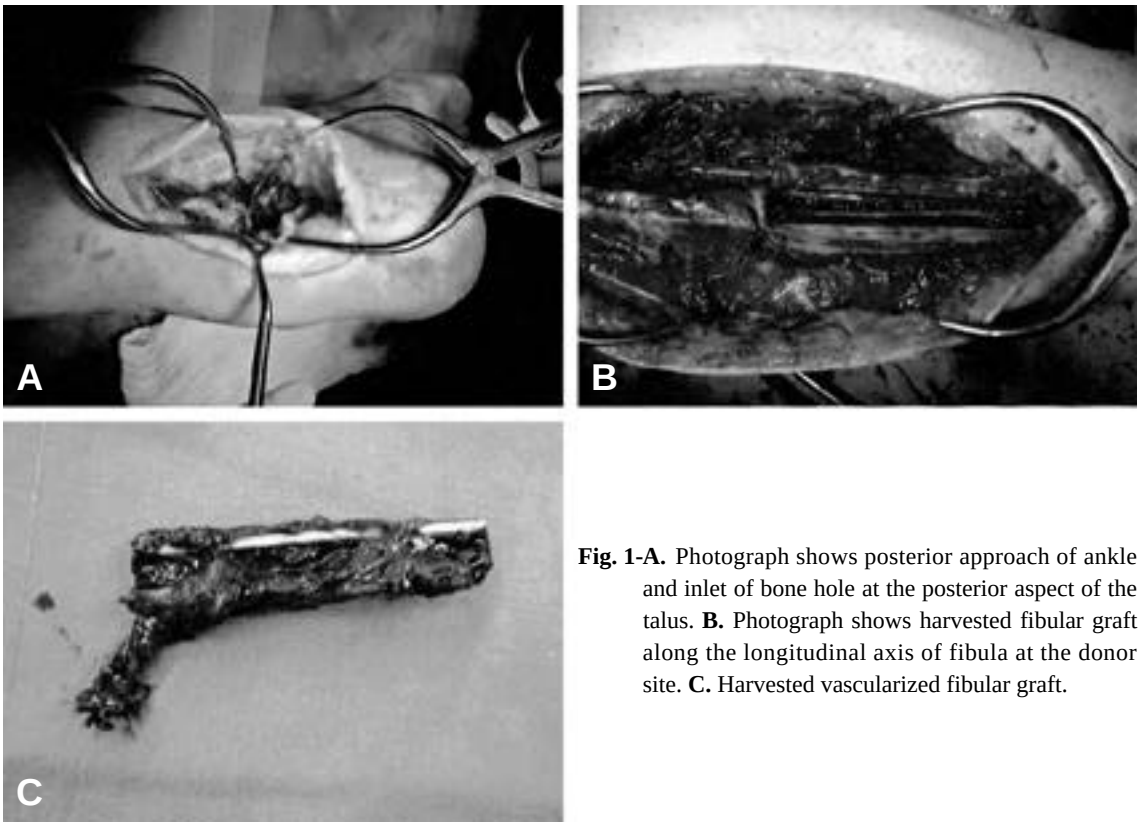

Fig. 1-A. Photograph shows posterior approach of ankle and inlet of bone hole at the posterior aspect of the talus. **B.** Photograph shows harvested fibular graft along the longitudinal axis of fibula at the donor site. **C.** Harvested vascularized fibular graft.

공급하는 혈관총(vascular network)에 지장이 없도록 하였다. 비골 정맥은 후경골 동맥의 동반정맥에 단단 문합하여도 지장이 없을 것으로 생각하여 정맥은 단단문합하였다.

III. 결 과

전례에서 혈관문합후 이식된 비골부에서 출혈이 되는 것을 수술시야에서 확인 가능하였고 술후 1개월에 시행한 골주사 소견상 이식된 비골의 생존이 확인되었고 1개월 간격으로 시행한 단순 방사선 사진상 이식골의 석회화 음영의 증가는 관찰되지 않아서 이식골은 생존하고 있는 것으로 판명되었다. 술후 3개월의 방사선 검사상 불유합 부위에 골 형성이 진행되는 경향이 관찰되면서 점차로 괴사에 빠졌던 거골의 부위에 존재하던 석회화 음영의 감소 소견이 관찰되는 것으로 미루어 괴사조직에 혈행이 증진되는 것으로 판정할 수 있었다. 술후 평균 5개월에는 불유합 부위가 골유합을 얻어가는 과정을 보였으며 술후 6개월에 석고 붕대를 제거한후 시행한 이학적 검사상 동통의 현저한 감소와 족관절의 능동적 운동이 어느정도 가능하여 적극적인 족관절 운동의 증진을 위한 물리치료후 평균 족관절 운동 범위 60도를 얻을 수 있었으며 제한적인 체중부하도 가능하게 되었고 1개월 간격으로 지속적으로 시행한 방사선 검사상 불유합 부위는 견고한 골유합을 얻어가는 양상을 보였다. 다만 장기간의 석고붕대 고정으로 인한 것으로 추정되는 관절 주변의 미만성 골조송증이 관찰되었다.

이식된 비골의 길이가 과도하게 길어서 족관절 운동에 장애를 초래할 것으로 생각되는 21세 여자환자에서는 술후 8개월에 내고정 금속물을 제거하면서 과도한 이식골을 절제하고 이식골을 고정하기 위하여 삽입한 K-강선을 제거하였으며 이과정에서도 이식된 비골에서의 출혈 소견은 재확인되었다. 이 환자는 현재 거의 동통없이 정상 보행이 가능하고 술후 1년 추시상 무혈성 괴사 및 불유합의 소견을 보이던 거골이 모두 유합되었으며 추가적인 무혈성 괴사는 진행되지 않고 있으며 이학적 소견상 65도의

족관절 운동 범위를 보이고 본 술식을 시행하기 이전에 비하여 자각적인 증상이 많이 호전되었음을 확인하였다. 2례의 환자에서도 점진적인 증상의 호전 및 방사선 검사소견의 호전이 관찰되고있다.

증례 1

21세 여자로 교통 사고로 인하여 족관절 내과 골절을 동반하는 전이성 거골 경부 골절에 대하여 타의료기관에서 관혈적 정복 및 압박 나사못으로 거골 경부 골절을 수술하였으나, 14개월 경과시에도 경골 내과 골절은 완전한 골유합 소견을 보이고 있음에도 불구하고 거골 경부 골절부위는 지속적인 불유합 소견과 골절부의 골 흡수에 의한 골절부의 간격이 증가하며, 골절부의 거골원위부의 진행성 석회화 음영의 증가를 보이는 전형적인 무혈성괴사의 소견을 보이며(Fig. 2A), 체중 부하가 전혀 불가능한 상태로 전원되어 본 술식을 시행하였다(Fig. 2B). 술후 3개월 단순 방사선 검사 소견상 괴사부 석회화 음영의 감소 소견이 관찰되고 지속적인 추시상 불유합 부위에서 골유합 소견을 보이고, 술후 9개월에 촬영한 방사선 사진에서 골유합 및 무혈성 괴사 부위의 음영이 정상적으로 변화하는 것을 관찰 할 수 있었으며(Fig. 2C), 환자는 특별한 보조 기구 없이도 보행이 가능하며 65도의 족관절 운동 범위를 확보하고 동통의 현저한 감소를 보이고 있다.

증례 2

26세 남자로 족관절의 완전한 탈구 및 경골 내과 골절을 동반한 손상후에 병발된 거골 무혈성 괴사 및 불유합 소견을 보여(Fig. 3A), 수상후 7개월에 본 술식을 시행하고(Fig. 3B), 술후 7개월의 방사선 검사 소견에서 골유합의 진행 양상과 골괴사 부위가 호전되어가는 소견을 보이고 있으며(Fig. 3C), 술전에 잔존하던 족부의 완고한 통증은 현저하게 감소하여 점진적인 체중 부하를 시행하고 있으며 물리 치료를 통한 족관절 운동 범위가 증가하는 추세에 있다. 다만 방사선 소견상 족관절의 미만성 골조송증 및 족관절의 퇴행성 변화가 관찰되고 있어 향후 족관절의

Fig. 2-A. A 21-year-old female patient with displaced talar neck fracture combined with medial malleolar fracture was treated with open reduction internal fixation with compression screws. But sclerotic change of talar body and visible fracture line on the talar neck suggest avascular necrosis and nonunion of talus. **B.** Postoperative radiograph shows inserted vascularized fibular graft in bone hole of talus across the talar neck fracture fixed with K-wire. **C.** Plain radiograph at postoperative 9 months shows no visible fracture line and decreased sclerosis and bony union between talus and endosteal surface of the fibular graft.

Fig. 3-A. A 26-year-old male patient with history of complete dislocation of talus combined with medial malleolar fracture was treated with open reduction and internal fixation of the dislocated talus and the medial malleolar fracture. Sclerosis of talar body suggest avascular necrosis. **B.** Postoperative radiograph shows inserted vascularized fibular graft in the bone hole of talus. **C.** Plain radiograph at postoperative 7 months shows decreased sclerosis of the talar body compared to postoperative radiograph.

기능에 대하여는 장기간의 지속적인 추시가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 고 찰

거골은 족부의 체중 부하와 족관절 및 거골하 관절의 운동에 중요한 역할을 하며 또한 관절연골이 60% 가량 덮여 있고 혈액 공급이 미약하여 거골 경부의 골절, 탈구는 혈액 순환 장애를 야기시켜 무혈성 괴사 및 불유합을 유발하여 족관절의 운동 장애 및 동통을 발생시킬 수 있다[8,10,11].

거골 골절후에 발생한 무혈성 괴사와 불유합은 거골 경부 골절의 중요한 합병증으로 치료하기 어려울 뿐만 아니라 그 치료 방법이 제한적이며 논란이 많다. 많은 저자들이 골절 부위의 견고한 유합이 있기 전에는 체중 부하를 연기하여야 한다고 하였으나[8,14], 장기적인 체중부하의 금지가 거골의 함몰을 막지 못할 수 있고[14], 거골의 재혈관화는 성인에서 2 ~ 3년이 소요되기 때문에[10,14], 이와같은 장기적인 체중부하의 금지는 실제적이지 못하며 슬개건-지지 보조기만을 이용한 부분적인 체중 부하의 허용은 불완전한 치료 방법이라고 생각되어진다[5,11,15]. 또한 보존적 치료 방법으로 골절부의 골유합이 이루어지지않을 경우에는 지속적인 불유합 상태가 남아 있을 뿐만 아니라 무혈성 괴사로 인하여 골유합이 이루어지지 않는 악순환을 거듭하게되어 결국은 괴사된 골조직의 지연성 분절 함몰이 일어나 족관절 및 거골하 관절의 파괴가 진행되어 관절 고정술을 시행할 수밖에 없게되어 족부의 현저한 장애와 더불어 정상적인 보행이 불가능하게 된다.

거골의 무혈성 괴사에 대한 관절 고정술은 유합을 위한 혈관성이 좋은 골면을 얻기 어렵기 때문에 기술적으로 힘들며 다른 환자들에 비해 더 오랜 고정을 요하며 비교적 낮은 성공률이 보고되어졌다[12]. 족관절 고정술은 거골하 관절의 붕괴로 인해 족부의 동통이 남기 쉬우며[4], Garcia 등은 전거골 관절 고정술을 언급하였는데 이는 경직성의 고정된 족부와 파행을 흔히 초래하였다고 하였으며[7], 경골종골 관

절 고정술은 족부의 길이 및 높이의 단축과 전방 거골하 관절과 족관절 운동이 소실되는 단점이 있다[16]. Blair는 경골종골 관절 고정술의 단점을 보완하기위해 괴사되지 않은 거골의 두부 및 경부 부위를 경골에 고정하여 약간의 거골하 관절 운동을 보존할 수 있는 수정된 경골거골 관절 고정술을 소개하였고[3], Morris 등은 금속 내고정을 추가한 수정된 Blair 유합술을 시행하였다[13]. Dennis 등은 Blair 유합술로 좋은 결과를 보고하였으나[6], Canale 등은 거골하 관절 운동이 없거나 가관절증이 발생하면 결과가 불량하다고 하였다[5].

Coltart는 거골 절제술을 시행하였으나 이는 불안정한 관절과 불량한 결과를 보여 다른 대부분의 저자들은 거골 절제술을 피해야 한다고 하였으며[3,5,6], 이는 1.5 inch 정도의 하지의 단축, 신발을 신기 어려운 변형된 족부와 체중부하시 지속적인 동통을 초래한다고 하였다[4].

이외에 거골의 무혈성 괴사에 핵심 감압술을 시행하거나[12] 족관절 전치환술을 시행한 보고가 있으나[9] , 그 임상 결과는 불충분하고 만족스럽지 못하였다.

이에 저자들은 1975년 Taylor 등에 의해 보고된 후 여러 가지 임상례에 사용되고 있는[17-19], 혈관 부착 비골 이식술을 거골의 무혈성 괴사에 적용하였다. 정기적인 족관절 방사선 검사를 시행하여 Hawkins 징후 유무에 따라 무혈성 괴사를 진단할 수 있었고[8], 그 적응은 거골체의 함몰로 진행하지 않은 경우로 하였다.

혈관 부착 골 이식술은 괴사병변을 재혈행화하고 거골 체부의 함몰을 막는데 목적이 있다. 혈관 부착 골은 이식골의 골동화(bone incorporation)가 좀 더 쉽게 일어나 비혈관 부착 이식골보다 쉽게 치유된다.

미세수술수기를 이용하여 혈관이 부착된 이식골로써 이용될 수 있는 골은 장골(ilium), 늑골, 비골, 중족골 등이 있다[17]. 장골은 그 크기에 제한이 있고 늑골은 모양이 굽어져 있고 골의 강도가 적어 하지에 사용될 경우에는 체중부하에 약한 단점이 있다. 혈관 부착 비골 이식술은 여러가지 장점이 있는데 첫째, 직선 모양으로 수용처 골의 골수강내 삽입이 가능하여 고정이 우수하고, 둘째, 외모가 삼각형이어서 회전, 굴곡 외력에 강하며, 셋째, 확실한 혈관 즉, 비골 혈관이 존재하고 그 직경은 대개 동맥은 1.8㎜~2.5㎜, 정맥은 2~4㎜ 이어서 혈관 봉합에 적합하며 넷째, 혈관부착 비골이식술이 실패하여도 이식골편은 일반적인 고식적 이식골로써 작용할 수 있으며, 다섯째, 하지 등 체중 부하가 요구되는 부위에서의 이식에는 충분한 기계적 지짓대를 제공하며 영양 동맥과 골막 혈액 공급이 풍부하며 이들로부터 신생 혈관 주위조직과 골조상세포(osteoprogenitor cell)가 무혈성 골조직에 제공되어지는 여러가지 장점이 있다[17-20].

제공비골을 이식하는데는 몇가지 방법이 있을 수 있는데 단일골 이식은 비골의 전장을 그대로 이용한는 방법이며, U형 이중골 이식은 채취된 비골의 중간부위에서 다시 절골하여 수용부에 삽입하여 그 폭을 증가시킬 수 있는 방법이며, 분열골 이식은 제공비골을 장축으로 절개하여 사용하는 방법이다. 해부학적으로 거골은 대퇴골두보다 작기 때문에 생비골 간부 전체를 삽입이 불가능하므로 저자들은 생비골을 혈행이 지장을 받지 않을 상태를 유지하여 비골을 장축으로 절단하여 거골내에 삽입하는 분열골 이식방법을 적용하였다.

또한 혈관부착 비골이식술은 관절면을 보존할 수 있는 족관절 구제술로서 기존 수술적 치료의 단점인 고정된 관절을 피할수 있었고 거골 경부 골절의 유합을 촉진하는 소견을 관찰할 수 있었다.

V. 결 론

거골 경부 골절후에 발생하는 무혈성 괴사는 뚜렷한 치료 방법이 없고 기존 수술적 방법에 여러 단점이 보고되어져왔다. 이에 저자들은 골괴사의 치료에 사용되는 혈관 부착 비골 이식술을 거골의 무혈성 괴사 3례에 시행하여 양호한 결과를 얻었으며 거골의 무혈성 괴사의 한 수술적 치료의 한 방법으로 제시하는 바이다.

REFERENCES

1) Adelaar RS : *The tratment of complex fractures of the talus. Orthop Clin North Am, 20:691-707, 1989.*
2) Adelaar RS : *Fractures of the talus. Instructional Course Lectures, 39:147-156, 1990.*
3) Blair HC : *Comminuted fractures and fracture dis - locations of the body of the astragalus. Am J. Surg, 59:37-43, 1943.*

4) Bonnin JG : *Injuries to the ankle. Darien, Conn, Hafner: 324-380, 1970.*
5) Canale ST and Kelly FB : *Fractures of the neck fo the talus. J Bone Joint Surg, 60-A:143-156, 1978.*
6) Dennis MD, Tullos HS : *Blair tibiotalar arthrodesis for injuries fo the talus. J Bone Joint Surg, 62-A:103-107, 1980.*
7) Garcia A and Parkes JC : *Fractures of the foot. In : Ginnestras NJ ed. Foot disorders: medical and surgical management. Philadelphia, Lea & Febiger: 1973.*
8) Hawkins LG : *Fractures of the neck of the talus. J Bone Joint Surg, 52-A:991-1002, 1970.*
9) Manes HR, Alvarez E and Llevine LS : *Preliminary report of total ankle arthroplasty for osteonecrosis of the talus. Clin Orthop, 127:200-202, 1977.*
10) McKeever FM : *Treatment of complications of fractures and dislocations of the talus. Clin Orthop, 30: 45-52, 1963.*
11) Mindel ER, Cisek EE and Kartalian G : *Late results of injuries to the talus. J Bone Joint Surg, 45-A:221-245, 1963.*
12) Mont MA, Schon LC, Hungerford MW and Hungerford DS : *Avascular necrosis of the talus treated by core decompression. J Bone Joint Surg, 78-B: 827-830, 1996.*
13) Morris HD : *Aseptic necrosis of the talus following injury. Orthop Clin North Am, 5:177-189, 1974.*
14) O'brien ET, Howard JB, Shepard MJ : *Injuries of the talus. J Bone Joint surg, 54-A:1575-1576, 1972.*
15) Pennal GF : *Fractures of the talus. Clin Orthop, 30: 53-63, 1963.*
16) Reckling FW : *Early tibiocalcaneal fusion in the treatment of severe injuries of the talus. J Trauma, 12:390-396, 1972.*
17) Taylor GI, Miller GD and Ham FJ : *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microsurgical techniques. Plast Reconstr Surg, 55:533-544, 1975.*
18) Taylor GI and Silber SJ : *free vascularized transfer of skin flaps, bone, nerve, and muscle. Microsurgery. The Williams & Wilkins Co., 389-422, 1979.*
19) Weiland AJ and Maryland B : *Current concepts review vascularized free bone transplants. J Bone Joint Surg, 63-A:166-182, 1981.*
20) Yoo MC, Chung DW and Hahn CS : *Free vascularized fibular grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. Clin Orthop, 277:128-138, 1992.*