

유리 피판술과 동측 비골 전위술을 이용한 경골 결손의 재건

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

정덕환 · 한정수 · 박준영

— Abstract —

Reconstruction of Tibia Defect with Free Flap Followed by Ipsilateral Fibular Transposition

Duke Whan Chung, M.D., Chung Soo Han, M.D., Jun Young Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyung Hee University Hospital, Seoul, Korea

Between June 1989 and may 2004 Ipsilateral vascularized fibular transposition was performed on nine patients with segmental tibial defects combined with infection following trauma. Ipsilateral vascularized fibular graft was performed on two or three stage according to the degree of infection. Initially free vascular pedicled graft was done followed by ipsilateral vascularized fibular graft. Type of free flap used is scapular free flap 3 cases, latissimus dorsi free flap 5 cases and dorsalis pedis flap 1 cases. The patients were followed for an average of 3.4 years. the average time to union was 6.7 months, and in all patients the graft healed in spite of complication. Complication was free flap venous thrombosis in 1 cases, persistent infection in 1 cases, delayed bony union at the distal end of fibular graft in 2 cases. The results showed that more faster bony union was seen in which cases firmly internally fixated and more faster hypertrophy of graft in which cases was permitted to ambulate on early weight bearing and more faster healing in which cases debrided more meticulously. Reconstruction of tibia defect with free flap followed by Ipsilateral fibular transposition is a useful and safe method to avoid the potential risk of infection for patients with tibial large bone defect and soft tissue defect associated with infection

Key Words: Ipsilateral fibular transposition, Free flap, Tibial defect reconstruction

*통신저자: 한 정 수

서울특별시 동대문구 회기동 1

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-2-958-8369, Fax: 82-2-964-3856, E-mail: CShan29@netsgo.com

I. 서 론

경골은 교통 사고나 산업 재해 등에 의하여 가장 빈번하게 손상 받는 부위의 하나이면서 특별히 개방성 골절이 잘 발생하는 부위로 골 감염도 빈발하여 감염된 골 조직을 제거 하여야 하는 경우가 많다. 초기 손상 당시에 골 조직이 결손되는 경우도 많으므로 경골의 골 결손부를 재건해 주는 치료법을 시행해야 하는 경우가 많은데, 이와 같은 경우에 골 결손이 크지 않고 감염이 없으며, 주변의 연부 조직의 상태가 양호하다면 단순한 자가 해면골 이식술 (autogenous cancellous bone graft)로서 치료가 가능한 경우가 많지만 골 결손부가 크거나 연부 조직의 상태가 양호하지 못한 경우에는 다른 방법을 고려하게 된다. 가골 신연술은 매우 유용한 방법으로 알려져 있으나 점진적인 골 연장을 위하여 외고정 기기를 장기간 착용하고 있어야 하며 주변의 연부 조직도 연장되므로 이에 따른 부작용이 많고 연부 조직의 상태가 불량할 경우에도 적용하는데 제한점이 많다는 문제점을 갖고 있다. 미세수술 수기를 이용한 골 재건술에 있어서 혈관 부착 비골 이식술은 충분한 골 길이의 확보와 비교적 단단한 이식골의 특성 및 공여부 혈관의 충분한 혈관경의 존재 등의 장점을 갖고 있어서 경골 재건 시에 매우 유용하다고 알려져 있으나 공여부에 근력 약화나 일시적인 비골 신경 마비 등의 합병증이 지적되고 있다. 무엇보다도 공여부에 대한 수술적 절개가 필요하며 혈관을 부착한 상태로 반대편 하퇴에서 채취된 비골을 수여부의 혈관과 미세 혈관 문합을 하여야 한다는 번거로움 및 미세 혈관 문합을 하기 위한 수술적 수기가 요구되는 점, 그리고 무엇보다도 미세 혈관 문합술 후에 발생 가능한 동맥 수축이나 혈전 형성 등의 합병증 발생 가능성과 이에 따르는 이식골의 흡수 가능성의 문제점이 있다. 경골의 결손이 발생한 동측의 하퇴부에서 연부 조직 상태가 허락한다면 동측의 비골을 혈관을 부착 시킨 채로 경골의 결손 부위로 전위 시켜서 골 유합 상태를 얻을 수 있다면 가장 간편하고 유용한 술식이 될 수 있으므로 저자는 본 술식이 가능한 증례에 대하여 1989년 7월부터 2004년 5월까지 9예에 대하여 유리 피판술을 시행 후 동측의 비골 전위술을 이용하여 경골 결손 재건술을 시행한 증례에 대하여 그 수술 수기 및 수기

상의 제한점 그리고 골 유합에 필요한 시간 및 골 유합의 양상 등을 조사하여 이를 보고하고자 한다. 이때 외상으로 인하여 골 조직을 포함하여 광범위한 연부 조직 결손이 동반되어 있거나 골절 부위에 감염이 동반되어 만성 골수염 등이 동반된 경우에는 동측 비골을 전위하기 전에 양호한 연부 조직 및 피부로서 이환부를 피복하는 것이 선행되어야만 한다.

II. 대상 및 방법

1989년 7월부터 2004년 5월까지 유리 피판술을 시행한 후 동측의 비골 전위술을 이용하여 경골 결손 재건술을 시행한 9예를 대상으로 하였다. 7예의 남자와 2예의 여자 환자에게 시행하였으며 평균 연령은 25.7세(16~43세)였다. 모든 증례는 외상이 원인이었으며, 구체적으로 교통 사고로 인한 원인이 5예, 산업 재해 2예, 스포츠 손상 후의 합병증 발생 1예, 농기구 손상 1예 등이었다. 국소적인 골절의 초기 양상은 7예에서는 처음부터 개방성 골절이었으나 2예는 초기에는 폐쇄성 골절이었다가 치료과정 중에 감염이 발생하여 만성 골수염과 연부 조직의 괴사가 진행된 경우였다. 수술적 가료전의 국소 상태는 8예에서 이미 만성 골수염이 발생한 상태로 판단 되었으며 이를 치료하기 위하여 부골 제거술과 유리 피판술을 병행한 경우가 5예였고 이중 3예에 대해서는 일차적으로 부골 절제술과 감염조직 제거술을 시행한 후에 유리 피판술을 시행하고 3차 수술로서 동측 비골 전위술을 시행하였다. 유리 피판술로 이용한 피판은 견갑 피판(scapular free flap) 3예, 흉배 유리 피판(Latissimus dorsi free flap) 5예, 동측의 족배 동맥 피판(dorsalis pedis flap) 1예 등이 사용되었다.

치료 성적의 평가는 유리 피판의 성공 여부 및 감염 상태의 지속 여부와 전위된 동측 비골의 생존 여부 그리고 경골과의 골유합 양상을 단순 방사선 검사를 정기적으로 시행하여 평가하였다. 골 유합 양상에 대한 평가는 골 유합의 여부 및 골 유합에 소요되는 시간, 부위에 따른 골 유합의 진행 정도의 차이 및 유합된 비골의 비후 정도 등을 분석하였다.

수술 방법

유리 피판술은 각 피판의 고유한 수술 방식으로 시행하였고 유리 피판이 완전히 성공적으로 수여부에 장착되고 감염의 소실이 확인된 후 최소한 2개월 경과한 다음에 동측 비골 전위술을 시행함을 원칙으로 하였다. 비골 전위술을 시행하기 위해서는 비골의 영양 혈관인 비골 동맥 및 정맥의 보존이 필수적이므로 유리 피판술 시에 수여 동맥으로 비골 동맥은 사용하지 않았다. 유리 피판의 혈관 손상을 피하기 위해서 가급적이면 후외측 도달법을 통하여 비골의 간부에 도달하여서 비골 동맥의 혈관경을 찾아서 이를 보호하면서 필요한 길이만큼 비골을 절골한 후 결손된 경골을 향하여 이동시키는데 이 과정에서 경골의 골 결손 부위에 충전되어 있는 감염성 조직이나 섬유 조직 등을 충분히 제거하여서 건강한 골 절부가 노출되게 하여서 근위부 및 원위부 모두에서 건강한 경골 부분과 건강한 비골 부분을 직접 접촉하게 하는 것이 중요하다. 비골을 전위 하는 과정에서 비골 동맥이 회전 하거나 꼬이게 되는 경우가 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 비골 동맥의 혈관경의 주행 경로를 지속적으로 감시하였고 비골이 전위되어 경골 내로 삽입된 상태에서 비골을 감싸고 있는 얇은 근육층에 활동적인 출혈이 있는가를 확인하였다(Fig. 1). 경골과 비골에 대한 골 고정은 외고정술, 내고정술 모두 가능하겠으나 저자는 외고

정술과 골수강내 금속정을 삽입하는 술식을 병행하는 방법을 선호하였다.

Ⅲ. 증례 보고

증례 1: 37세 남자 환자로 우측 경골 부위에 교통 사고로 인하여 개방성 골절상을 입고 타 의료 기관에서 관혈적 정복술 및 외고정 기구를 이용한 골 고정을 시행하였으나 피부 및 연부 조직의 괴사와 골수염을 동반한 골 조직의 괴사가 수반되어 괴사 조직을 모두 제거하였다. 유리 견갑 피판으로 피복한 후에 Rush정(intramedullary Rush nail) 및 압박 금속판과 나사못을 이용하여 동측 비골 전위술을 시행한 후 4년 추시 시에 단순 방사선 검사상 전위된 비골의 양단으로 견고한 골 융합이 이루어 졌다. 또한 전위된 비골의 비후가 관찰되고 정상적인 체중 부하와 보행이 가능하게 되었다(Fig. 2, 3).

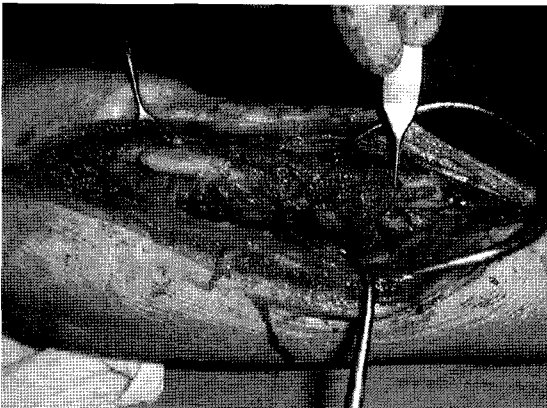


Fig. 1. photograph shows that vascularized fibular graft strut is transposed to neighboring tibial defect being cautious of pedicle not twisting and muscle surrounding transposed fibular bleed actively.



Fig. 2. Preoperative clinical photograph shows open tibial wound associated with skin and bone necrosis.

증례 2: 16세 남자 환자로 우측 경골 원위부에 골 결손을 동반하는 개방성 골절상을 입고 타 의료기관에서 외고정 기기를 이용한 골 고정술을 시행하였으나 골 결손 부위는 그대로 방치한 채로 치료 과정에서 감염이 병발하여 골 조직의 괴사 및 연부 조직의 결손이 발생하였다. 저자들에 의하여 유리 흉배 피판술 후에 동측 비골 전위술을 시행 받은 환자로 비골의 외측과는 보존한 상태로 비골의 원위 골간부를 경골 결손 부위로 전위하고 금속 판과 금속 나사못을 이용하여 골 고정 시행후 9개월이 경과한 상태로 근위부는 골 유합이 이루어 졌고 원위부는 골 유합이 진행 중에 있는 상태이다(Fig. 4, 5).

IV. 결 과

9예의 모든 유리 피판은 성공하였으나 1예의 견갑 피판을 시행한 예에서 정맥 혈전이 발생하여 2차적인 수술 후에 피판을 생존 시킬 수 있었다. 피판술 후 평균 4.3개월 후에 비골 전위술을 시행하였고 평균 3.4년 추시 시에 전위된 비골은 모두 생존한 것

으로 판정 되었으며 평균 6.7 개월에 골 유합이 이루어 진 것으로 판정되었으나 이식 골의 접촉부에 따라서 골 유합이 이루어 지는 시기가 서로 다름을 발견할 수 있었다. 유리 피판술 및 비골 전위술 후에 감염이 재발되었던 경우가 1예에서 있었으나 지속적인 상처 치료와 항생제 투여로서 추가적인 수술적 가료 없이 골유합이 늦게나마 진행됨을 관찰할 수 있었다.

골 유합의 진행 양상을 살펴보면 골 고정이 견고하게 시행된 부위와 부골 절제를 통해 충분히 건강하다고 생각되는 경골 부위와 접촉 시킨 부위에서 먼저 일어나는 경향이 있었다. 체중을 부하시키면서 전위된 비골이 서서히 경골의 직경에 근접하는 정도로까지 비후 되었음을 단순 방사선 검사 소견으로도 알 수 있었으나 이식골의 강도에 대한 검증이 불가능하였기 때문에 치료를 종료하면서도 스포츠 활동은 제한하도록 하였으나 충분한 체중 부하는 허용하여 정상적인 보행은 가능하였다. 연부 조직의 결손과 감염 상태가 지속되는 경골 결손 상태에 대하여 유리 피판술과 동측 비골 전위술을 병행하는 방법의

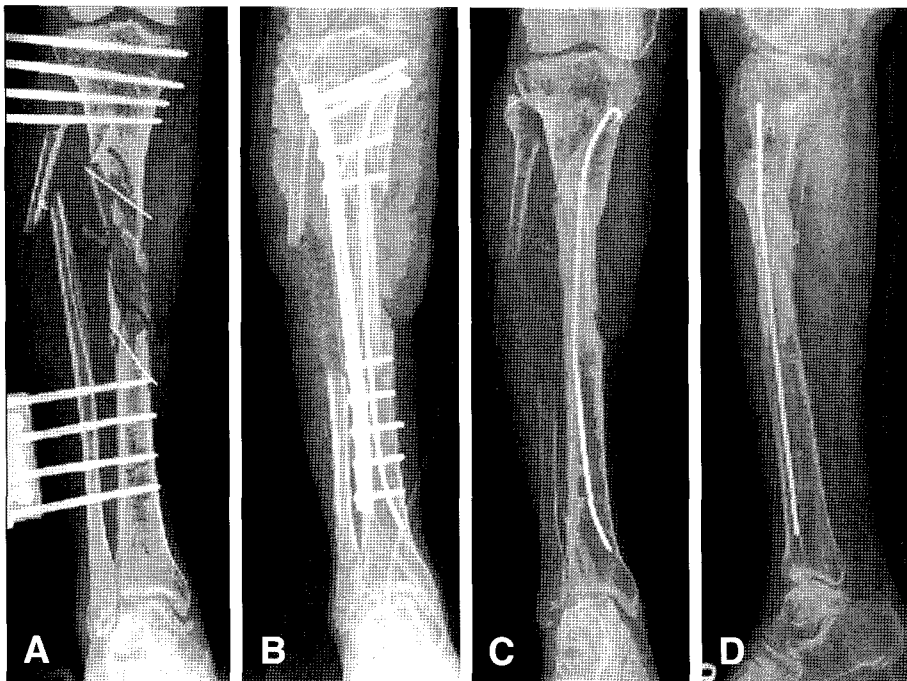


Fig. 3. (A) Tibia AP radiograph after converting to mono-fixator for flap coverage (B) Tibia AP radiograph taken postoperatively after ipsilateral fibular transposition (C) Tibia AP radiograph (D) Tibia lateral radiograph shows bony union and hypertrophy of transposed fibular graft 4 years later postoperatively.



Fig. 4. Clinical photograph shows tibial soft tissue defect is covered with latissimus dorsi flap.

합병증은 유리 피판술의 문제점과 비골 전위술 시의 문제점이 모두 생길 수 있으나 저자의 경우에는 1예에서만 유리 피판의 정맥 혈전이 발생하였고 1예에서 제한적인 감염 상태의 지속이 있었으며 2예에서 원위 이식 부위에서 지연 유합으로 생각되는 부위가 관찰되었으나 추가적인 수술적 가료 없이도 시간이 경과함에 따라서 골 유합이 진행되었다.

V. 고 찰

피부 및 연부 조직 결손을 동반한 경골 결손의 치료 방법으로는 여러가지 방법이 소개되어 있지만 혈관 부착 비골 동맥 피부편을 이용한 재건술을 시행하면 일회적 수술적인 가료로서

골 결손을 충전시키는 동시에 연부 조직을 동시에 피복할 수 있는 방법으로 추천 되고 있다. 정 등⁶⁾은 비골 피판을 비골과 동시에 시행해 주는 경우에는 아주 우수한 골 피 피판으로의 장점을 갖고 있다고 하였으며 Jeng 등⁹⁾은 3예에서 유리 피판과 동측의 혈관화 비골 이식을 동시에 시행해 주어 성공하였으

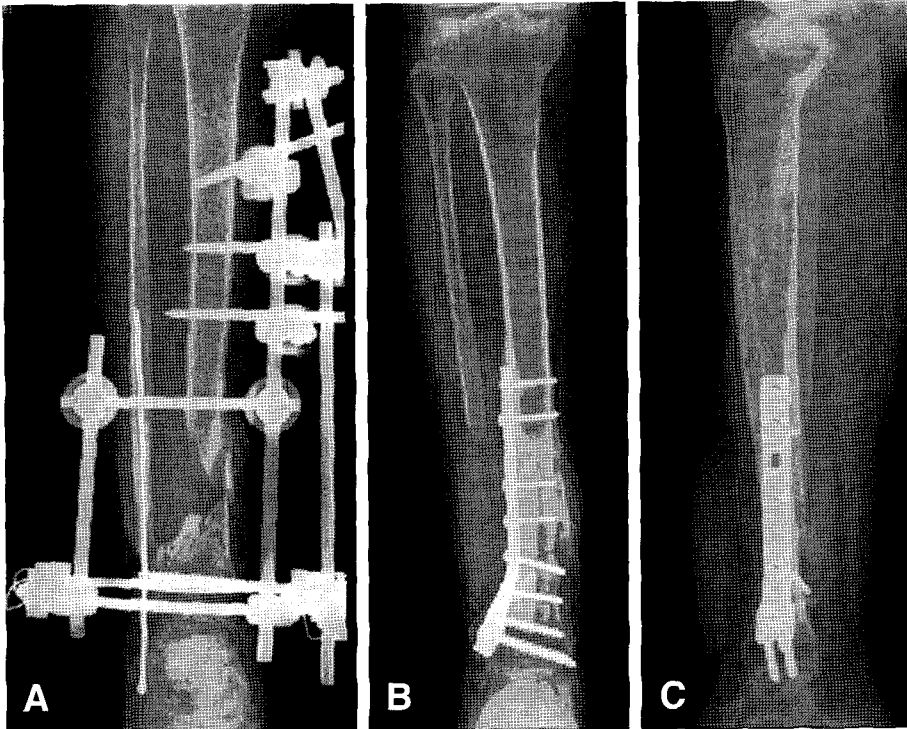


Fig. 5. (A) Preoperative tibia AP radiograph shows distal tibial defect combined with skin defect and bone necrosis. (B) Tibia AP radiograph (C) Tibia lateral radiograph shows that proximal bony end of transposed fibular graft is united and distal bony end is under union process at 9 months postoperatively.

며 이는 감염 조절을 용이하게 하고 조기 체중 부하 보행을 가능하게 한다고 주장하였다. 그러나 연부 조직의 결손 부위가 크거나 감염이 동반 되어 있어서 혈관 문합 부위에 감염이 이환될 경우에는 골 조직과 연부 조직 모두를 동시에 피사에 빠지게 하여서 미세 수술로서 재건한 부위가 완전히 소실될 수 있는 위험성이 있다. 이와 같이 감염이 심하거나 연부 조직 결손이 비골 동맥 피부편으로 피복하기에 너무 큰 경우에는 일차로 견갑 피판이나 흉배 피판 등의 큰 유리 피판술을 이용하여 연부 조직을 피복하고 감염 부위에 대한 치료를 한 후에 이차적으로 골 결손을 재건 하는 방법이 권장되며, 이때 반대측의 비골을 이용한 혈관화된 비골 이식술을 시행할 수도 있으나 이미 유리 피판에 대해 혈관 문합을 시행한 부위에서 다시 미세 혈관 수술을 시행하기에는 기술적인 제한점도 있고 견축의 비골을 채취한다는 문제점도 안고 있으므로 동측의 비골 및 비골 동맥의 상태가 잘 보존되어 있다고 생각되는 경우에는 동측의 비골을 혈관을 부착한 채로 결손된 경골의 부위로 전위시켜 주는 본 술식이 효과적인 방법이 될 수 있다고 생각한다. 이 술식은 또한 혈관 문합술을 시행하는 번거로움을 피할 수 있으며 혈관 문합 후에 발생할 수 있는 여러 가지 합병증으로부터 자유로울 수 있다는 장점이 있다. 역사적으로 피부와 연부조직 및 감염의 문제가 있는 골 결손을 동반한 경골 골절의 불유합을 치료하기 위해 다양한 방법이 시도되어 왔다.

Papineau¹⁴⁾ 등은 만성 골수염 환자에 있어서 개방성 변연절제 및 해면골 이식술을 통하여 좋은 결과를 보고하였다. 그러나 이 술식의 단점은 해면골을 이식함으로써 기계적인 강도가 약해 장기간에 걸친 비체중 부하와 지속적인 상처 치료가 필요하고 많은 양의 자가골 이식이 필요하다는데 있다. Ilizarov 술식의 경우 조기 보행이 가능하고 골 전이에 의한 압축과 신연이 가능하여 골 결손 부위의 단축과 불유합의 치료에 좋은 결과를 보여주고 있으나 이 또한 장기간의 외고정 장치의 유지에 따르는 불편함과 피부 주위 감염이 문제가 되고 있다¹⁷⁾. 비골을 사용하여 결손된 부위를 채워주고 골유합을 획득하기 위한 노력은 1884년 Hahn¹¹⁾에 의해 기술된 이후 McMaster 등¹³⁾에 의해 본격적으로 시작하여 다양한 방법으로 시도되고 있다. 초기에는 비골을 그 부

착 부위에서 분리하여 단순히 무혈성 이식을 시행해 주는 방법, 그리고 가능한 한 비골에 부착된 연부조직의 박리를 최소화 하면서 경골 결손 부위로 이동시켜 주는 방법 등이 소개되었다^{2,7)}. 이 때 전위된 비골은 비골 동맥 및 비골에 부착된 채로 남아 있는 근육과 골막 사이의 미세 혈관에 의해 영양 공급을 받고 있는 것으로 생각된다. al-Zahrani¹⁾는 27예의 경골 결손 환자에서 비혈관화 비골을 이식하면서 피질 해면골 이식을 같이 시행해 주었는데도 92%의 골 유합을 얻었으며 26%에서 피로 골절이 발생하였으나 비골 전위를 통해 불유합된 경골의 골 결손을 치료한 경우와 비슷한 결과를 보였다고 하였지만 이 술식은 일반적으로 높은 피로 골절 및 골 융합의 지연 등을 보인다. 한편 경골과 비골의 골유합을 유도한다는 의미에서 비슷한 방법으로 경비골간 골 이식술이 있는데 Evrard⁸⁾는 경골의 감염성 불유합을 보였던 110명의 환자에 대해 경비골간 골 이식을 시행하여 평균 9.5개월의 치유기간을 보이면서 전예에서 경비골간의 골유합을 얻을 수 있었으며 합병증의 하나인 발목 관절의 강직을 보이는 경우는 주로 골유합의 결과가 아니라 술 후 장기간의 고정에 의한 것이라고 주장하여 그 유용성을 강조하였다. 그러나 이 방법은 단순하지만 생역학적으로 경골의 축에서 먼 거리에 비골이 있을 수 밖에 없으며 큰 경골 결손에는 적당하지 않다는 단점이 있다. 혈관 부착 비골 이식술은 1975년 Taylor 등¹⁶⁾에 의해 최초로 기술된 이후 장골의 심한 외상 및 감염 그리고 선천성 기형에 의한 심한 골 결손 등에 유용하게 사용되어 왔으며, 특히 주변 연부 조직 상태가 비교적 무혈성 이어서 감염 등의 우려가 있는 경우에도 효과적으로 사용되고 있다^{5,12)}. 그러나 혈관 부착 비골 이식술은 대부분이 미세 수술 기법을 필요로 하기 때문에 술기가 어렵고 정상적인 비골을 채취해야 한다는 단점이 있다. 이런 점에서 같은 하지 내 경골의 골 결손 및 불유합이 있을 경우 동측의 비골을 경골에 전위시켜 주는 술식은 여러 가지 장점이 있다. 첫째 수술시간의 단축 및 수기의 용이성이다. 둘째 수술장에서 즉시 전위된 비골에 대한 혈관 개존 여부의 안정성을 획득하기 쉽다는 점이다. 셋째 안정적인 혈관의 개통과 혈관화된 비골의 이식으로 인해 골 융합 및 비후를 촉진시킨다는 점이다. 이 술식은 1981년 Chacha 등⁴⁾에 의해 외상후 발생한 골수염에 의

해 2~12.5 cm의 비교적 큰 골 결손이 있는 11명의 불유합된 경골에 최초로 시도되어 10명의 환자에게 성공을 거두었다. Shapiro 등¹⁵⁾은 중앙 수술 및 외상후 발생한 골 결손 환자 6예, 동종골 이식 불유합 3예에 대해서 동측 혈관화 비골 전위술을 시행해 주어 6개월 내에 전 예에서 이식된 비골이 골 융합되었음을 보고 하였으며, 2예에서 내고정물 제거후 이식된 비골의 근위부 골절을 경험하였으나 결국은 골절부위가 치유되었다고 보고하였다. 그 후로도 많은 저자들이 이 술식을 적용하여 좋은 결과를 보고하였는데 공통적으로 혈관 부착 비골 이식을 통해 생역학적으로 좋은 위치로 이식이 가능하고 이식 골의 조기 골 융합 및 비후를 통해 조기 보행을 얻을 수 있었으며 수술 시간의 단축 및 공여부 이환의 위험성이 감소하였음을 보고하였다^{10,11)}. 한편 주로 중앙환자의 절단후 발생하는 비교적 큰 골 결손에 대해서 구조적 안정성을 위해 동종골 이식술이 많이 쓰이고 있으나 불유합, 골절 및 감염 등의 위험이 높아서 Ceruso 등³⁾은 혈관 부착 비골 이식술을 같이 시행해 주어 수술 초기의 기계적 안정성과 수술 후기의 생물학적 안정성의 장점을 함께 얻을 수 있음을 보고하기도 하였다. 그러나 외상에 의한 골 결손의 경우 중앙에 의한 경우보다 골 결손 부위가 크지 않고 동반되는 연부 조직과 피부의 손상이 많아 동종골 사용에 따르는 감염의 우려와 골유합의 문제점으로 인해 무혈성 이식이 아닌 혈관 부착 비골을 이식하는 방법이 그 효용성을 인정받고 있다. 결국 감염과 상처조직 등으로 혈액공급이 원활하지 않은 상황에서 골 결손 부위로 전위된 혈관 부착 비골은 감염에 저항을 가지면서도 장기적으로 안정적인 골 융합을 가능하게 하는 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

Ⅵ. 결 론

감염이 심하거나 연부 조직 결손이 너무 큰 경우에는 일차로 큰 유리 피판술을 이용하여 연부 조직을 피복하고 감염 부위에 대한 치료를 한 후에 이차적으로 골 결손을 재건 하는 방법이 권장되며 이때의 골 결손은 동측의 비골을 혈관을 부착시킨 채로 결손된 경골의 부위로 전위시켜 주는 본 술식이 효과적인 방법이 될 수 있다고 생각된다. 동측 비골

전위술을 시행할 경우에는 이식골과 잔여 경골 사이의 접촉 부위에 존재하는 감염성 조직이나 불필요한 섬유 조직 등을 잘 제거하여서 건강한 골 조직끼리 접촉하게 하는 동시에 골수강내 금속정을 고정하거나 금속판과 나사 못 등을 이용하여 견고한 골 고정술을 하는 것이 중요하며, 필요하다면 외고정 장치를 시행하거나 여러가지 골 고정 방식을 동시에 시행하여 골 고정 상태를 보강하는 방법도 이식골의 불유합이나 지연 유합을 방지할 수 있는 방법이라고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Al-Zahrani S, Harding MCB, Kremli M, Khan FA, Ikram A, Takroni T: *Free fibular graft still has a place in the treatment of bone defects. Injury.* 1993;24:551-4.
- 2) Agiza AR: *Treatment of tibial osteomyelitic defects and infected pseudarthroses by the Huntington fibular transference operation. J Bone Joint Surg.* 1981; 63-A:814-9.
- 3) Ceruso M, Angeloni R, Innocenti M et al.: *Vascularized fibula autograft in skeletal reconstruction after bone tumor resection. Acta Orthop Scan.*, 1996;65:108.
- 4) Chacha PB, Ahmed M, Daruwalla J.: *Vascular pedicle graft of the ipsilateral fibula for non-union of the tibia with a large defect. J Bone Joint Surg.* 1981;63-B:244-53.
- 5) Chew WY, Low CK, Tan SK: *Long-term results of free vascularized fibular graft. A clinical and radiographic evaluation. Clin Orthop Relat Res.* 1995;311:258-61.
- 6) Chung DW, Han CS, Kim JW, Kim IH: *Peroneal flap for the reconstruction in the lower limb. J Korean Soc Microsurg.* 1992;1(1):45-50.
- 7) Dawson WJ, Mead NC, Sweeney HJ, Schafer MF: *Onlay fibular bone grafting in treatment of tibial fracture non-union. Clin Orthop.* 1978;130:247-53.
- 8) Evrard J: *Role of tibial-fibular grafting in the treatment of infected pseudarthrosis of the tibia. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1992;78(6):389-98.
- 9) Jeng SF, Kuo YR, Wei FC, Wang JW and Chen SH: *Concomitant ipsilateral pedicled fibular transfer and free muscle flap for compound tibial defect reconstruction. Ann Plast Surg.* 2001;47:47-52.
- 10) Kassab M, Samaha C, Saillant G: *Ipsilateral fibular*

- transposition in tibial nonunion using Huntington procedure: a 12-year follow-up study* *Injury*. 2003;34(10):770-5.
- 11) Khan MZ, Downing ND, Henry AP: *Tibial reconstruction by ipsilateral vascularized fibular transfer* *Injury*. 1996;27(9):651-4.
 - 12) 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*. 1993;14(6):368-74.
 - 13) McMaster PE, Hohl M: *cross-peg grafting: a salvage procedure for complicated ununited tibial fractures*. *J Bone Joint Surg*. 1965; 47-A:1146-58.
 - 14) Papineau LJ, Alfageme A, Dalcourt JP, Pilon L: *Chronic osteomyelitis: open excision and grafting after saucerization*. *Int Ortho*. 1979; 3(3):165-76.
 - 15) Shapiro MS, Endrizzi DP, Cannon RM, Dick HM: *Treatment of tibial defects and nonunions using ipsilateral vascularized fibular transposition*. *Clin Orthop*. 1993;296:207-12.
 - 16) Taylor GI, Miller GD, Ham FG: *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques*. *Plast Reconstr Surg*. 1975;55(5):533-544.
 - 17) Tucker HL, Kendra JC, Kinnebrew TE: *Management of unstable open and closed tibial fractures using the Ilizarov method*. *Clin Orthop*. 1992;280:125-35.