

혈관부착 근위비골성장판 이식시 공여부 수술의 새로운 술식

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

정 덕 환

— Abstract —

New Surgical Technique for Harvesting Proximal Fibular Epiphysis in Free Vascularized Epiphyseal Transplantation

Duke Whan Chung, M.D.

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

Purpose : Propose a surgical technique in donor harvesting method in free vascularized proximal fibular epiphysis.

Methodology : Concerned about growth potentials of the transplanted epiphysis in our long term results of the epiphyseal transplanted 13 cases more than 4 years follow-up, anterior tibial artery which contains anterior tibial recurrent artery is most reliable vessel to proximal fibular epiphysis which is the best donor of the free vascularized epiphyseal transplantation. In vascular anatomical aspect proximal fibular epiphysis norished by latearl inferior genicular artery from popliteal , posterior tibial recurrent artery and anterior tibial recurrent artery from anterior tibial artery and peroneal artery through metaphysis . The lateral inferior genicular artery is very small and difficult to isolate, peroneal artery from metaphysis through epiphyseal plate can not give enough blood supply to epiphysis itself. The anterior tibial artery which include anterior tibial recurrent and posterior tibial recurrent artery is the best choice in this procedure. But anterior tibial recurrent artery merge from within one inch from bifucating point of the anterior and posterior tibial arteries from popliteal artery.

So it is very difficult to get enough vascular pedicle length to anastomose in recipient vessel without vein graft even harvested from bifucating point from popliteal artery. Authors took recipient artery from distal direction of anterior tibial artery after ligation of the proximal popliteal side vessel, which can get unlimited pedicle length and safer dissection of the harvesting proximal fibular epiphysis.

Results : This harvesting procedure can performed supine position, direct anterolateral approach to proximal tibiofibular joint . Dissect and isolate the biceps muscle insertion from fibular head, micro-dissection is needed to identify the anterior tibial recurrent arteries to proximal epiphysis, soft tissue release down to distal and deeper plane to find main anterior tibial artery which

overlying on interosseous membrane. Special care is needed to protect peroneal nerve damage which across the surgical field.

Conclusions : Proximal fibular epiphyseal transplantaion with distally directed anterior tibial artery harvesting technique is effective and easier dissect and versatile application with much longer arterial pedicle.

Key Words : Epiphyseal transplantaion, Proximal fibula, Anterior tibial artery

서 론

대 상

근위 비골골단 및 성장판이 소아의 성장판 기능이상 치료에 이용될 경우 미세재건수술의 공여부를 채취하는 새로운 수술방법을 제시하고자한다. 4년이상 추시 가능하였던 성장판 이식술에서의 결과를 이식된 성장판의 성장능력을 공여부 동맥의 종류에 따라 분석하였을때 Anterior tibial recurrent artery를 포함하고 있는 전경골동맥 (Anterior tibial artery)이 가장 우수한 결과를 보인다고한다^{2,10}. 그러나 이 Anterior tibial recurrent artery는 전경골 동맥과 후경골 동맥이 슬와동맥에서부터 분지되고 2-3cm 내외의 거리에서 전경골 동맥으로부터 분지되어 나오기 때문에 전경골동맥을 기저동맥으로 사용하려면 2-3cm 에 불과한 혈관경 (Vascular pedicle)밖에 얻을수 없어 수여부 혈관이 심부에 위치할경우 미세수술수기를 이용한 혈관 문합이 불가능하거나 정맥이식술(Vein graft)을 하여야만 혈관문합이 가능케 되어 미세재건수술의 성공률을 저하 시키는 요인이 되고 있다. 이와 같은 문제점들을 극복하기 위하여 전경골동맥을 근위부에서부터 얻지 않고 근위부를 절찰한 후 원위부에서 얻어서 이를 수여부 동맥과 문합 함으로서 비록 동맥혈관이 역류되지만 근위 비골성장판으로 영양을 공급하는것으로 알려진 Anterior tibial recurrent artery 로 가는 동맥혈을 충분히 공급 할수 있으며 그 혈관경의 길이를 10cm 이상 임의로 조절할수 있고, 보다 쉽게 혈관 문합이 가능하며 공급 혈액양도 큰 차이가 없는것으로 사료된다. 이와같은 수술수기를 위하여는 앙와위로 근위 경비골관절에 직접 도달하는 방법으로 가능하고 슬와동맥까지 도달하지 않아도 된다는 장점을 갖는 비교적 용이하고 긴 공여부 혈관경을 얻을 수 있는 방법을 소개 하고자 한다.

본교실에서 시행한 혈관부착 성장판 이식술 21례 중 최근에 시행한 7례에서 근위비골 성장판을 공여부로 채취시에 역행성 전경골동맥을 이용한 이식술을 시행한 경험을 토대로 수술 방법을 기술하고자 한다.

수 술 방 법

환자를 앙와위로 하고 대퇴부에 지혈대를 설치한 상태에서 슬관절의 전외측 방향에서 근위경비관절을 중심으로 후외측에서부터 전내측으로 10-15 cm 정도의 사선형 피부절개를 (Fig. 1) 가하고 피부 및 피하조직을 전인하면서 장경대 (Iliotibial tract)와 대퇴이두근 (Biceps femoris)의 비골두 부착부위를 확인하고 두 구조물 사이로 깊이 도달하여 비골두에 부착하는 대퇴이두근을 비골두를 둘러싼 연부조직을 일부 포함하여서 비골두로부터 분리 한다 . 이때 비골단을 제거후에 슬관절의 외측 불안정성이 발생할 가능성을 줄이기 위하여 비골두에 부착되는 연부조



Fig. 1. Preoperative drawing of harvesting bony part and skin incision

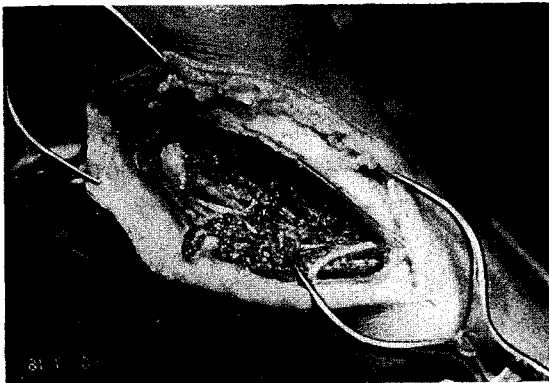


Fig. 2. Protected peroneal nerves and detached muscle origins from the harvesting part



Fig. 3. Harvesting part with arterial vascular pedicle with harvested from distal portion of the anterior tibial artery with enough length for microvascular arterial anastomosis

직과 슬관절 외측부인대를 보존하여 후에 관절을 보강하는데 사용토록한다. 계속 비골두를 확인 하면서 원위 방향으로 절개를 진행하여 전경골근 (Tibialis anterior muscle)의 근위 기시부와 Peroneus longus 근육의 기시부 사이를 통과하여 이들을 양측으로 견인 하면서 그 밑에 있는 Extensor digitorum longus 근육을 확인 하고 이를 통과하는 총비골신경 (Common peroneal nerve)과 천부비골신경 (Superficial peroneal nerve)과 심부비골신경 (Deep peroneal nerve)을 확인하여 잘 보호 하면서 Peroneus longus muscle과 Extensor digitorum longus muscle의 기시점 (Origin)을 비골두의 전면으로 부터 분리 하는데 이 과정에서 비골의 골막이 거상 (Elevation)되지 않도록 하여 야만 비골의 근위 성장판으로 가는 혈관을 보호할 수 있으므로 비골두로 가는 미세혈관들을 잘 확인하면서 분리한다. 내측의 전경골근은 Origin 부근을 내측으로 깊게 견인하면 수술시야 내에 경골과 비골 사이의 골간막 (Interosseous membrane)과 이를 통과 하는 전경골동맥 (Anterior tibial artery)과 이의 동반정맥 2개를 발견할 수 있으며 비골경부 (Fibular neck) 직하부에서 상행하는 Anterior tibial recurrent artery 와 심부비골신경의 Recurrent articular branch를 볼 수 있는데 Anterior tibial recurrent artery는 직경이 1mm 미만으로 상당히 가느므로 손상받지 않도록 주의하여야 하며 이 동맥이 근위비골골단 및 성장판의 영양공급에 중요한 역할을 하는 혈관이다. 다시 후방으로 가서 비골두에 부착하는 넵치근 (Soleus

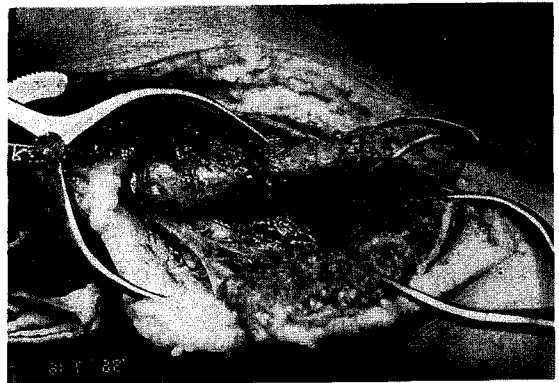


Fig. 4. Osteotomized proximal fibula with free from interosseous membrane

muscle)의 일부를 비골두로 부터 분리하여야 하는데 이 과정에서 비골경부를 후외측에서 전내측으로 감싸고 주행하는 총비골신경을 확인하여 손상 받지 않게 주의를 요한다. 이상과 같이 비골근위부가 충분히 노출된 후에는 (Fig. 2) 근위 경비골간관절 (Proximal tibiofibular joint)을 분리하여야 하는데 가급적이면 비골근위부의 연골 손상을 줄이고 Anterior tibial recurrent artery를 잘 보호하여야 하며 (Fig. 3) 근위부로 절개를 확장하여 전경골동맥과 후경골동맥의 분지 지점까지 확인한 후 비골의 간단부 (Metaphysis)와 간부 (Diaphysis)를 골막 (Periosteum)을 보존한채로 박리하여 필요한 길이만큼 절골술을 시행한후 (Fig. 4) 전경골동맥의

고찰

기시부, 즉 슬와동맥 (Popliteal artery)에서 바로 나와 후경골동맥과 분지되는 부위에서 전경골동맥을 절찰하고 비골두에 부착되어 있는 연부조직과 Anterior tibial recurrent artery의 혈관개존을 확인하여 비골두 및 성장판을 둘러 싸고 있는 연부 조직에서 출혈이되는가 본 다음, 전경골동맥의 원위 부에서 근육으로 가는 작은 분지들을 절찰하고 필요한 길이만큼 원위부에서 동맥을 얻어서 혈관경을 채취한다. 이때 정맥은 역행성 혈액순환으로는 불충분할 것으로 생각되므로 가급적이면 근위부의 슬와동맥과 인접한 전경골동맥의 동반정맥 부위에서 얻음으로서 정맥순환이 역류되는것을 피하는것이 좋을것이나 공여부동맥 부위에서 같이 얻어도 정맥순환이 가능하기는 하다. 채취된 비골근위부와 혈관경 (Pedicle)을 조심스럽게 수술시야로부터 분리하여 (Fig. 5) 잘 보존한 다음 지혈대를 해방하여 충분히 지혈하고 남아있는 슬관절 외측부인대 및 대퇴이두근의 비골두 부착부와 Peroneus longus, Extensor digitorum의 기시부를 남겨놓은 근위경비관절의 경골면의 연부조직이나 골막과 봉합하고 비골신경들이 잘 보호되었는지 확인한 다음 주변의 연부조직을 층층이 잘 봉합하고 슬관절의 외측 불안정성이 있는가 확인하고 피하조직 및 피부를 봉합한다. 공여부는 슬후 3주일간 장하지 석고부목으로 고정하고 슬후 비골신경 기능을 평가하여 보고 지속적으로 비골신경 기능향상을 도모하는 물리치료를 권장하도록한다.



Fig. 5. Harvested fibula ready for transplantation shows good vascular pedicle from distal portion of the proximal epiphysis which can give arterial supply to epiphysis via reversed directed arterial flow.

골격 성장 시기에 있는 소아에서 외상이나 질병 또는 선천성 기형등으로 인하여 장관골의 단축 또는 성장판 기능의 정지나 미달로 인한 진행성 기형 또는 발육부전시의 치료는 매우 어려워서 성장기간동안 지속적으로 골연장술을 수차례 시행하거나 견축의 성장판기능을 억제 또는 정지시켜서 지체의 균형을 맞추는 방법등 다양하다. 그러나 지속적인 성장을 도모케하기 위하여는 기능성 (Functioning) 성장판이식술이 효과적일것이라는 전제하에 성장판 이식술이 실험적 또는 임상에 적용되기 시작한것은 19세기말로 거슬러 올라가나⁸⁾, 공급혈액량에 극히 민감한것으로 알려졌이는 성장판을 혈관문합 없이 이식하는 단순 성장판이식술의 결과는 만족 스러울 수가 없을 수 밖에 없었다^{3,8)}. 이에 1980년도 초반부터 혈관부착 생골이식술을 이용한 성장판 이식술이 동물 실험의 기초로 시작되었으며 제한적이기는 하나 몇가지 결과가 보고된바 있다^{4,5,6,8)}. 동종이식으로의 골 및 성장판이식술의 공여부로는 대개 근위비골이 사용되며^{7,9,12)} 관절이식술을 시행할 경우에 제한적으로 족지의 관절이 이식되어 이식된 골이 지속적인 성장을 한 경우가 있을 뿐이다^{11,13)}. 저자들은 1983년이래 21례의 혈관부착 성장판이식술을 시행하여^{1,2)} 최소 2년6개월이상 장기추시가 가능하였던례 중에서 전완원위부에 이식하였던 11례를 분석한 결과 지속적인 성장을 보이고 있는 9례에서 연평균 0.86 Cm의 길이 성장을 얻을수 있었다²⁾. 이 결과를 다시 공여부의 혈관에 따라 분석하여 Anterior tibial recurrent artery를 Donor artery로 사용한 경우 이식된 성장판의 길이 성장 기능이 제일 우수하다는 결과를 얻을수 있었다(Fig. 6). 해부학적으로 비골근위단에 영양을 공급하는데 관여하는 혈관으로는 Descending genicular artery, Peroneal artery 의 branch 및 Anterior tibial recurrent artery로 알려져 있는데^{7,10)} 각동맥이 비골근위 성장판에 미치는 영양의 정도는 정확히 밝혀져 있지 않으나 Taylor¹⁰⁾에 의하면 전경골동맥이 성장판의 혈관화에 지속적으로 관여할 뿐아니라 하행성 주 동맥으로부터 기인하는 몇몇 근골막분지에 의해 비골근위부로 혈액공급이 확산된다한 바 있고 비골동맥이

비골의 영양동맥 (Nutrient artery)과 골막 Network 에 의해서 비골 원위3/4을 담당한다 하였으며^{7,10,12)} 일부 비골동맥이 근위부에도 영향을 미치나 Epiphyseal barrier 가 뚜렷한 나이 어린 소아에서의 비골동맥의 성장판 및 근위단으로의 침투 (Penetration)는 기대하기 힘들것으로 사료된다. 또한 Descending genicular artery도 Anterior tibial artery 보다는 못한 결과를 보였으며 정맥문 제나 공여부 혈관 채취의 난이도 및 혈관의 굵기가 전경골동맥보다 가늘기 때문에 불편한경우가 많다⁷⁾. 최근 널리 응용되고 있는 생골이식 술식으로 혈관부 착 비골이식술이¹²⁾ 있는데 이는 비골동맥을 기초로 하는 비골간부 (Diaphysis)의 이식으로 공여부의 채취 (Harvesting) 술식은 비교적 용이하나 수술시 환자의 체위가 측와위 또는 복와위를 취하여야 한다는 단점을 갖고 있을뿐 아니라 Epiphyseal barrier 가 완전한 유소아에게 있어서는 비골동맥은 성장판의 영양공급에는 부적합한 혈관으로 생각되어 Anterior tibial recurrent artery를 포함하는 전경골동맥이 가장 우수한 것으로 사료 되는데⁹⁾ 이술식을 위하여는 아주 가는(1mm 미만) Anterior recurrent tibial artery 자체를 공여 동맥으로 사용하거나 (Fig. 7) 근위부의 전경골동맥을 사용할 수밖에 없었고 이술식은 전경골동맥이 슬와동맥에서 분리되어 나와서 Anterior tibial recurrent artery 를 분지하기 까지 혈관경 (Vascular pedicle)의 길이

가 길어야 2-3 Cm 미만으로 극히 짧고, 슬관절 부위에서 전방 도달하기에는 너무 심부에서 수술을 하여야 하는 단점이 있고 공여부 혈관의 직경이 너무 굵어서 수여부의 혈관이 가늘 경우 잘 맞지 않을 수 있다. 이에 저자는 충분한 혈관경의 길이를 얻을 수 있고 혈관 직경의 크기를 조절 가능한 역행성 전경골 동맥을 이용한 근위비골 성장판 이식술식을 개발하여 7례에서 시행하였다. 수술수기는 비교적 용이하고 간편하나 총비골신경을 포함한 비골신경들의 손상 가능성이 있으며 족지 신전전의 박리가 불가피하여 족지 신전력이 저하될 수 있다. 성장판으로의 혈액 공급량에 대한 연구는 충분히 진행되지 않은 상태이나 수여부의 동맥과 문합후에 비골근위단의 연골부 및 주변 연부조직에서의 출혈이 확인되었으며 술후 시행한 골주사 (Bone scan)검사 소견상 이식된 비골근위 성장판의 활동성이 관찰됨으로 미루어서 비교적 쉽고, 혈관경의 길이를 조절 가능한 방법으로 추천하여도 좋을것으로 사료된다. 다만 정맥은 역행성 정맥을 사용하는것 보다는 근위부의 정맥을 사용함으로 해서 정맥혈의 순환을 증진 할수 있을것으로 사료되나 원위부의 정맥을 사용하여도 동맥 문합후 원위정맥으로의 출혈을 볼수 있는경우도 있었으므로 이에 대한 연구는 계속 진행 되어야 할 것이다. 합병증으로는 수술직후 부터 1-2개월 동안 비골신경 기능저하 증상 및 족지 신전력 저하가 있으나 대부분 일시적이고 장기추시 시에는 현저한 기능 장애로 까지 가는 경우는



Fig. 6. Close-up view of anterior tibial recurrent vessels which enter directly to epiphysis of the proximal fibula but it has very small diameter and short vascular pedicle from main anterior tibial artery

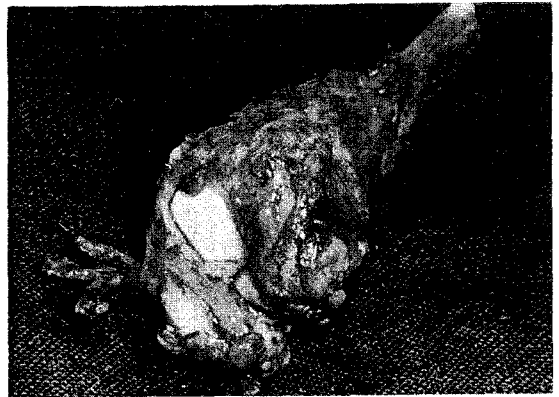


Fig. 7. Harvested proximal fibular epiphysis with anterior tibial recurrent vessels only which is difficult to microvascular anastomosis to recipient vessels because of small vascular caliber and short pedicular length

매우 드물다. 공여부 슬관절의 외측 불안정성의 잔존 및 비골의 근위이동 (Proximal migration) 등의 문제점이 예상 되나 이에 대하여는 환자가 성인으로 성장할 때까지 장기적인 추시관찰이 필요할 것이다.

결 론

성장기 아동의 성장판 기능이상이나 심한 골단축에 대한 치료법으로 개발된 혈관부착 성장판이식술 중에서 근위비골단을 이식하는 경우 공여부 동맥으로 우수한 결과를 보여주고 있는 전경골동맥을 역행성 공여동맥으로 사용하는 편리한 술식을 이용하는 성장판 기능장애부위의 치료방법의 하나로서 추가할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 유명철, 정덕환, 한정수, 신문호, 나기남 : 생비골 성장판이식술을 이용한 소아 성장판 장애의 재건. 대한정형외과학회지, 23:1477-1484, 1988.
- 2) 정덕환, 한정수, 유명철, 한수홍 : 전완원위부 변형에 대한 혈관부착 성장판 이식술. 대한미세수술학회지, 4-1: 16-22, 1995
- 3) Brown K, Marrie P, Lyszakowski T, Daniel R. and Gross R. : *Epiphyseal growth after free vascular transfer without microvascular anastomosis. J Bone Joint Surg.*, 65-B:493-501, 1983
- 4) Brown K, Cruess R, Daniel R et Al : *Experimental vascularized growth plate transfers : Symposium on clinical frontiers in reconstructive microsurgery, Vol 24 St Louis, C.V. Mosby: 291-306, 1984*
- 5) Donski PK, Carwell GR and Sharzer LA : *Growth in revascularized bone graft in young puppies. Plast Reconstr Surg.*, 64:239-248, 1979
- 6) Donski PK and O'Brien B : *Free microvascular epiphyseal transplantation : an experimental study in dogs. Br J Plast Surg*, 33:169-176, 1980
- 7) Gilbert Alain L.: *Vascularized free transplants of the fibula in children. Symposium on clinical frontiers in reconstructive microsurgery. Vol 24 St. Louis, C.V. Mosby : 271-277, 1984*
- 8) Hass SL: *The experimental transplantation of epiphysis with observation on the longitudinal growth of the bone. J. Am. Med. Assn.* 65:1965-1971, 1915
- 9) Retrepo J, Katz D and Gilbert A : *Arterial vascularization of the proximal epiphysis and the diaphysis of the fibula. Int. J Microsurg* 2:48, 1980
- 10) Taylor G, Miller G and Ham F : *The free vascularized bone graft. Plast Reconstr Surg*, 55:533-539, 1975
- 11) Tsai TM, Jupiter JB, Kutz JE and Kleinert HE : *Vascularized autogenous whole joint transfer in hand . A clinical study. J Hand Surg*, 63:166-169, 1981
- 12) Weiland AJ : *Current concept review. Vascularized free bone transplant. J Bone Joint Surg*, 63:166-169, 1981
- 13) Whiteside E: *Normal growth in a transplanted epiphysis. Case report with thirteen-year follow up. J Bone Joint Surg*, 59-A:546-547, 1977