구강악안면재건을 위한 비골복합유리피판의 해부학적 고찰

김성민 · 조화련 · 서미현 · 명 훈 · 이종호

서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실, 치학연구소

Abstract

Anatomical Review of Fibular Composite Free Flap for Oral and Maxillofacial Reconstruction

Soung Min Kim, Hua Lian Cao, Mi Hyun Seo, Hoon Myoung, Jong Ho Lee

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University

The fibula is one of the most useful sources for harvest of a vascularized bone graft. The fibula is a straight, long, tubed bone, much stronger than any other available bone that can currently be used for a vascularized graft. It has a reliable peroneal vascular pedicle with a large diameter and moderate length. There is a definite nutrient artery that enters the medullary cavity, as well as multiple arcade vessels, which add to the supply of the bone through periosteal circulation. The vascularized fibula graft is used mainly for long segment defects of the long tubed bone of the upper and lower extremities. It can provide a long, straight length up to 25 cm in an adult. The fibula can be easily osteotomized and can be used in reconstruction of the curved mandible. Since the first description as a vascularized free fibula bone graft by Taylor in 1975 and as a mandibular reconstruction by Hidalgo in 1989, the fibula has continued to replace the bone and soft tissue reconstruction options in the field of maxillofacial reconstruction. For the better understanding of a fibular free flap, the constant anatomical findings must be learned and memorized by young doctors during the specialized training course for the Korean National Board of Oral and Maxillofacial Surgery. This article reviews the anatomical basis of a fibular free flap with Korean language.

Key words: Mandibular reconstruction, Microsurgical free flap, Fibular free flap, Peroneal artery

서 론

혈관화 비골피판(vascularized fibula free flap)은 1975년 Taylor 등[1]이 경골 골절에 적용한 경우를 처음으로 소개하고 연이어서 이 피판의 우수성을 보고한[2] 이후, 혈관화 골피부피판

(osteocutaneous flap)이 1986년 Chen 등[3]에 의해 처음으로 보고되었으며, 1988년 Jones 등[4]은 이중으로 포개(double barrelled) 비골피판을 보고하였다. 구강악안면영역의 재건과 관련 해서 1989년 부분 하악골절단술이 시행된 결손부를 재건한 Hidalgo[5]의 첫 보고와 60증례에서의 성공적인 결과 보고[6]가

원고 접수일 2013년 2월 28일, 게재 확정일 2013년 11월 26일

책임저자 이종호

(110-768) 서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실
Tel: 02-2072-2630, Fax: 02-766-4948, E-mail: leejongh@snu.ac.kr

RECEIVED February 28, 2013, ACCEPTED November 26, 2013

Correspondence to Jong Ho Lee

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-768, Korea
Tel: 82-2-2072-2630, Fax: 82-2-766-4948, E-mail: leejongh@snu.ac.kr

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

있었으며, 1994년 O'Leary 등[7]은 비복신경(sural nerve)을 이용한 신경이식을 동반하여 신경피부 복합피판이 기능함을 보고하였다. 1992년 Chuang 등[8]은 가자미근(soleus muscle)을 운동신경과 연결시켜 운동기능을 회복시킬 수 있음을 보고하였으며, 1993년 Wolff[9]는 피부관과 골판을 따로 분리하여 채취하여 구강 내 연조직과 하악골을 재건한 보고와 1995년 피부관을 두 개로 따로 분리해서 채취하는 방법[10]을 각각 소개하였다. 국내에서는 1995년 Lee 등[11]이 14증례에 대한 경험을 보고하였으며, 1996년 Carroll과 Esclamado[12]는 비골피판을 시행하기 전의 모든 환자의 술 전 혈관조영술이 필요하며 실제로 25명의 환자 중에서 4명의 환자에서 다른 결과를 보였다고 하였다.

비골피판은 12 cm 이상인 피부나 구강저 결손부가 포함된 하악 전방부의 재건과 구강저의 외측 또는 협점막을 포함하는 부분하악 결손부를 재건하기 우수하며[13], 영양혈관이 되는 비골 동맥 및 정맥의 혈관 직경이 커서 구강악안면재건을 위해 경부 혈관과의 문합이 용이하고, 동시에 채취한 공여부에 대해 대부분 일차봉합이 가능한 장점 등[14]을 지녀서 최근까지 여러 구강악안면 재건의사들에게 선호되는 복합피판이라 할 수 있다. 상악골 재건에 있어서는 대개 경부의 혈관이 아닌 안면동정맥 및 천측두 혈관(superficial temporal vessels)을 수여부 혈관으로 활용할 경우가 많으므로 이러한 혈관에 대한 준비를 시행해 놓은 후에 비골피판 채취를 같이 진행하는 것이 바람직하다고 보고되기도 [15] 하였다.

하악골의 재건 시 경부 또는 안면부의 수여부 혈관으로 같은 측의 혈관을 이용할 경우에는 동측의 비골피판의 거상이 추천되며, 이때 피부피판은 비골 전체를 감싸면서 구강 내의 점막으로

위치할 수도 있고, 또는 비골 하방으로 위치하면서 구강 외 피부를 대치하게 된다. 반대편의 수여부 혈관을 이용할 경우에는 혈관경의 길이 면에서는 반대편 하지의 비골피판 채취가 상대적으로 유리할 수는 있으나, 이러한 이유 이외에 술 전 혈관조영술에서의 하지의 혈관 분포 및 환자의 기능적인 면을 고려하여 좌, 우 비골을 선택하게 되며, 설사 불리한 조건이라 하여도 혈관경을 최대한 연장시켜서 활용하거나 또는 대복재정맥(greater saphenous vein) 이식 등[16,17]과 같은 부가적인 혈관문합술을 통해 해결하게 된다.

이에 저자들은 구강악안면 영역의 재건에 유용한 비골피판에 대해 13여 년 전에 본 학회지에 발표한[18] 바 있었는데, 이후 현재까지의 다양한 임상적 경험을 바탕으로 주변 근육 및 신경, 그리고 혈관에 대한 해부학적 고찰을 통해서 구강악안면재건을 위한 비골복합피판의 유용성에 대한 전문적인 지식을 제시하고자 한다.

비골과 주변 근육 및 신경분포

비골은 경골과 함께 하지를 이루는 단단한 장골로서 직선형의 관통 피질골 구조를 지니므로 인체 내 이식 후 초기부터 하중에 대한 저항이 강한 공여부 골이다(Fig. 1). 상부 쪽의 단면은 사각형 구조이나 하부 쪽으로 내려갈수록 네측, 외측 및 후연의 3개 면을 지나는 삼각형의 단면 구조로 되어 있어서 골이식의 공여부로서는 각이 지거나 회전력에 대한 저항도 우수한 장점을 지닌다 [13,19]. 성인에서의 비골 전체 길이는 약 30~40 cm, 평균 33 cm이고, 채취 가능한 골의 길이는 22~26 cm 정도인데, 비골두

Fig. 1. Schematic drawings of the lower leg including tibia, fibula, and interosseous membrane. (A) Longitudinal and cross-sectional view. (B) Posterior view of the right lower leg and a cross-sectional view.

(fibular head)에서 4~6 cm, 발목관절(ankle joint) 부위에서 최소한 6 cm 이상을 남기고 채취하게 된다. 절단면에서의 직경 내지 단면의 길이는 약 1.5~2.0 cm인데, 비골 전체 길이에서 영양혈관 및 비골 내 혈행이 우수한 중간 1/3 부위를 주로 채취하게 되므로 8~12 cm 길이의 혈관화된 유리피판으로 채취하게 된다[20,21].

비골은 경골(tibia) 및 거골(talus)과 경첩형태의 발목관절을 형성하는데, 이를 경비관절이라 하여 경골과 비골이 상하 전체적으로 결합되어 있는 관절을 총칭하게 된다. 상방으로는 경골의 외측 하방으로 비골의 내측상연이 평면으로 맞닿아 있는 윤활관절(synovial joint)을 이루고, 하방으로는 경비인대결합(tibiofibular syndesmosis)으로 이어지고 그 사이의 골간막(interosseous membrane)으로 이루어진다[22,23]. 이처럼 경비관절을 통해 경골과는 직접 연결되지 않으므로 인체의 체중이 비골에 직접적으로 실리지 않게 되고, 따라서, 대부분의 하중을 지지하는 경골과 달리 채취 후 환자의 공여부의 기능적인 면에서 유리한 골이라 할 수 있다. 그러나, 상부의 윤활관절과는 달리 경비인대결합으로 이루어져 있는 발목관절은 인체 하지의 안정성을 위해 매우 중요한 구조이다. 비골두의 측방으로 대퇴이두근(biceps femoris muscle)의 인대가 부착하고, 골간인대(interosseous ligament)와 골간막은 경골과 비골 사이에서 하방으로 주행하는데, 원심부에서 비골과(malleolus of fibula)는 하지 전체의 외측과(lateral malleolus)로서 발목관절 상방의 골간막이 골간인대를 형성하고 전후의 경골-비골 인대가 연결되어 있어서 경골이 비골을 잡아주는 역할을 한다(Fig. 1)[24,25].

비골피판 및 후근간중격 관련하여서는 모두 9개의 근육이 하퇴 근육에 의하여 둘러싸이는데, 하퇴근막에서 내측으로 두 개의 근막이 비골의 앞과 뒤에 붙어서 각각 전근간중격(anterior intermuscular septum) 및 후근간중격을 형성한다. 여기에 근간중격 및 경골과 비골 사이에 골간막 등에 의해 하지부는 전방, 측방 및 후방 부분으로 나누게 된다(Fig. 2)[22,26].

전방부에서는 장족무지신근(extensor hallucis longus muscle), 장지신근(extensor digitorum longus muscle)과 전경골근이 비골의 내측면에 부착하는데, 장지신근은 비골 원심부 4~6 cm를 제외한 비골의 앞부분과 전근간중격을 따라 부착한다. 장족무지신근은 비골의 전방 내측부와 골간막에 부착하고, 전경골근은 경골 상방 2/3 부위와 골간막에 부착하게 된다(Fig. 2, 3). 그밖에 제삼비골근(peroneus tertius muscle)이 비골의 하방 1/4과 골간막에 부착하여 제5종족골(fifth metatarsal bone)에 삽입되는데 비골피판을 채취할 경우에는 대부분 노출되지 않는다. 이상의 전방부 근육의 기능은 발가락을 펴는 작용을 담당하고, 심비골신경(deep peroneal nerve)이 분포한다. 후방부에는 장무지굴근, 가자미근 및 후경골근 등이 비골의 후면에 부착하는데, 심부에 위치하는 장무지굴근과 후경골근은 슬와근(popliteus muscle)과 장지굴근(flexor digitorum longus muscle)과 같이 대퇴부를 측방으로 회전시키고, 발바닥 및 발가락들의 내전, 외전운동을 담당한다. 장무지굴근은 비골하방 2/3 되는 부위까지 부착하고 비골동맥과 후경골근을 덮어 분포하고, 후경골근은 비골후면에서 가장 심부에 위치하며 비골 및 경골 상방 2/3 되는 부위까지 부착한다. 후방부의 표층에 위치하는 가자미근은 비골두와 상방

Fig. 2. Schematic cross-sectional drawing of the fibular composite flap harvesting procedure.

Fig. 3. Schematic muscular drawings of the lower leg. (A) Anterior view. (B) Posterior view.

1/3 및 경골 상부에서 기시하여 비복근(gastrocnemius muscle)과 같이 아킬레스건(Achilles tendon)이 되어 발목관절에 부착한다. 일반적으로 비골복합 유리피판을 거상할 때 같이 채취하는 가자미근은 길이 20~25 cm, 폭 7.0~7.5 cm 및 두께 2.5 cm 내외의 근육이 같이 거상되게 된다. 그밖에 대퇴두(femoral head)에서 기시하는 비복근과 조선(line aspera) 하부 및 슬와 인대(popliteal ligament)에서 기시하는 족저근(plantaris muscle) 등이 후방부의 표층에 위치하며, 발이나 발가락을 굽히는 데 작용하며 경골신경에 의해 지배된다[22,23,26]. 측방부에는 비골의 외측면에서 기시하는 장비골근(peroneus longus muscle)과 단비골근(peroneus brevis muscle)이 있는데, 장비골근은 비골 상방에서 2/3 지점까지 위치하면서 하방 2/3 지점까지 위치하는 단비골근과 비골 중간부위에서 겹쳐서 분포한다. 단비골근은 제삼비골근과 같이 제5종족골에 삽입되며, 이러한 측방부 근육들은 발을 측방으로 젖히는 기능을 하고 천비골신경의 지배를 받는다.

비골을 비롯한 하지부의 신경 분포는 크게 경골신경(tibial nerve)과 총비골신경(common peroneal nerve)의 분포로서 정리된다. 크기가 큰 경골신경은 제4, 5 요신경(lumbar nerve)과 1~3번 천골신경(sacral nerve)의 전방분지들로 구성되며 좌골신경(sciatic nerve)이 주행된 방향으로 계속 주행하여 비복근이 갈라지는 부위와 슬와부를 벗어나서 가자미근 안쪽으로 주행하며 후경골동맥과 같은 방향으로 아래로 내려가서 하퇴 후방부의 근육과 피부에 분포하는 가지를 내고 발목관절에서 근심 및 원심 족저신경(plantar nerve)으로 이어지게 된다. 이때 비복신경으로

알려져 있는 내측비복피신경(medial sural cutaneous nerve)이 경골신경의 상방에서 분지되어 하퇴근막을 관통하여 두 개의 비복근 기시부에서 총비골신경으로부터 갈라진 외측비복피신경과 만나 합쳐져서 최종적인 비복신경으로 주행하게 되고, 소복재정맥과 같이 주행하면서 근심 및 중앙부 하지의 전외측 및 후외측의 피부와 근막에 분포하게 된다[22,23,26,27]. 이때 외측비복피신경을 비골복합피판에 포함하여 신경감각피판을 형성할 수도 있다고 [7] 보고되기도 하였으나, 실제로는 포함시키기보다는 따로 채취하여 구강 내 설신경 및 하치조신경을 대체할 신경이식의 목적으로 사용하게 된다[28].

반면에 총비골신경은 제4, 5 요신경과 1, 2번 천골신경의 후방 분지에서 시작되며 외측 비복근 상부를 가로질러 슬와부를 벗어나며 비골 경부를 감고 돌아서 비골 외측면으로 향하여 장비골근의 심부로 들어가면서 심비골신경과 천비골신경으로 나뉘게 된다. 심비골신경은 장비골근 심부에서 비골을 감싸고 돌면서 전방으로 주행하고, 전방에서 장지신근과 장비골근 사이로 주행하여 골간막 전방부로 비스듬히 주행하게 된다. 이 신경은 하퇴부 전면 근육과 엄지발가락의 최측방과 둘째 발가락 내측에 분포하는 종말지를 낸다. 천비골신경은 장비골근과 단비골근 사이를 주행하면서 두 근육과 장지신근 사이의 하퇴근막을 관통하여 피부로 분포하는데, 비복근의 원심면으로 주행하면서 다양한 형태의 비골교통신경분지(peroneal communicating branch)를 낸다. 이 신경은 비골 외측의 근육과 발등의 피부에 분포하는 가지를 낸다 [22,23]. 이러한 여러 비골신경은 피판채취 및 봉합 시 손상받지 않도록 주의하여야 하며, 손상받을 경우 발이 저리거나 발목관절

자체가 불안해질 수 있으므로 반드시 보존해야 한다[29].

비골동맥 및 정맥

비골동맥은 대개 2개의 동반정맥(venae comitantes)과 함께 주행하며 기시부에서 약 1.5~5.3 mm, 평균 3.7 mm의 직경을 지니고, 진행하면서 2~4 mm의 직경을 지닌다. 비골동맥 및 동반정맥의 해부학을 이해하기 위해서는 무릎에서의 슬와동맥의 주행을 따라 확인하는 것이 필요하다[18,22,23]. 비골의 상부인 비골두와 골단(epiphysis)은 비골동맥에서 혈행을 받지 않으므로 비골피판에 포함시키지 않는데, 비골두의 후면은 슬와동맥으로부터 분지하는 외측슬와동맥(lateral inferior genicular artery)에서 나오는 골막 가지에 의해 혈행을 받고, 전경골동맥이 골간막을 통과하기 직전에 후반회비골동맥(posterior recurrent peroneal artery)을 내고 골간막을 통과하여 전경골반회동맥(anterior recurrent tibial artery)을 분지하여 혈액을 공급하게 된다(Fig. 4).

슬와동맥은 슬와근의 하방에서 전경골동맥과 후경골동맥으로 나뉘며 이 후경골동맥의 여러 가지 중에서 가장 큰 가지로 비골동맥이 분지한다. 후경골동맥에서 분지한 비골동맥은 슬와근 하방 3 cm 정도이면서 비골두보다는 6~7 cm 정도 하방부에서 분지하여 측하방으로 가자미근과 후경골근 사이로 주행하여 비골 내에 분포한다. 후경골근과 장족무지골근 사이로 주행하면서 섬유성 혈관분포를 보이면서 다리 외측에 다수의 가지를 분지하고, 원심부로 갈수록 장족무지골근으로 바로 삽입되어서 비골내측능(medial crest of the fibula)을 따라 하방으로 경비인대결합부까지 주행하고 최종적으로 종골지(calcaneus branches)쪽으로 나뉘게 된다[18,30].

Fig. 4. Schematic diagram of the peroneal artery and related arterial distributions, posterior view of the right lower leg.

비골동맥은 이러한 주행 과정 중에 여러 가지들을 비골 및 주변조직에 내게 되는데, 영양동맥은 비골동맥 분지부에서 6~7 cm 하방, 비골두에서는 13~14 cm 하방에서 분지되어 평균 길이 1.8 cm, 평균 직경 1.2 mm를 보이면서 비골 내로 직접 들어가 분포한다. 실제로 Fig. 5에서와 같이 후경골동맥에서 비골동맥에 직접 분포하는 경우가 90%로서 대부분이나, 전경골동맥에서 따로 분지하거나, 아니면 슬와동맥에서 직접 분포하는 경우도 각각 1%씩 보고되고 있으며[26,30], 비골동맥이 없이 아예 후경골동맥이 직접 비골에 분포하는 경우도 8% 존재하기 때문에 비골복합피판을 계획한다면, 반드시 술 전의 혈관조영술 및 자기 공명혈관조영술(magnetic resonance angiography)을 통해 하지의 동맥 분포를 확인하는 것이 필수적이다[31-33].

또한, 비골동맥의 직접적인 변이 이외에도 경골의 전후방 혈관들의 변이 형태 및 하지의 동맥 경화성 손상이 없는지를 미리 확인해야 하며, 이러한 술 전 조영술검사 이외에도 하지부의 맥박이 쉽게 잡히지 않거나 기존의 정맥류에 의한 하지 손상 및 보행 시 하지부 통증이 심한 경우 등에서는 비골복합피판보다는 다른 피판을 고려해야 한다[32,33].

영양동맥(nutrient artery)은 비골동맥에서 기시하고 평균 길이 1.2 cm, 직경은 0.25~1.0 mm의 다양함을 보이면서, 영양동맥을 통하여 2~3개의 골막가지(periosteal branch) 또는 근골막 분지를 통해 비골 골간(diaphysis)으로 분지한다[34]. 영양공(nutrient foramen)은 후내측능의 정중골간(middiaphysis)에 위치하면서 영양동맥의 근골막가지는 내측 및 외측가지로 나뉘어서 내측근골막 분지는 후경골근 및 골간막(interosseous mem-

Fig. 5. Variations of the peroneal artery. (A) The peroneal artery arises from the posterior tibial artery in 90% of cases. (B) From the anterior tibial artery in 1% of cases. (C) From the popliteal artery in 1% of cases. (D) The posterior tibial artery supplies the fibula without the peroneal artery in 8% of cases.

brane)을 통과하여 앞쪽으로 주행하고, 외측근골막 분지는 비골의 후면으로 주행하면서 환상으로 둘러싸는 형태로 위치하여 이를 원형동맥(arcuate artery)이라 부르게 된다[30,34].

4~6개의 원형동맥이 3~5 cm의 간격으로 비골 후방부를 돌아서 골막과 주변 근육에 분절화되어 영양공급을 담당하며, 동시에 후근간중격을 통하여 측방피부에 격막피부천공지(septocutaneous branch)를 내게 된다. 첫 번째 원형동맥은 대부분 슬와동맥이나 전경골동맥 또는 후경골동맥에서 직접 분지되어 나오나, 두 번째부터의 원형동맥은 거의 대부분 비골동맥에서 분지된다. 이들 동맥의 직경은 0.6 내지 0.8 mm로서 비골두에서부터 대략 9, 15 및 20 cm 거리에서 분지되는 것으로 알려져 있다. 이러한 원형동맥 이외에 근육분지들이 주로 비골두에서부터 하방으로 위치하게 되는데 직경 1.8 mm를 지나는 두 개의 분지가 비골동맥에서 직접 분지되어 나와서 가자미근의 측방부에 분포하게 된다. 비골의 원심부에서는 외측과 상방으로 약 6 cm 위치에서 골간막을 통한 천공지가 전경골동맥의 분지인 전외과동맥(anterior lateral malleolar artery)과 문합하면서 동시에 후경골동맥과 연결되는 교통지(communicating branch)를 분지하게 된다[18,26,34].

이러한 격막피부천공지는 수술전이나 수술시 절개 전에 반드시 혈류 도플러 검사를 통해 피하 천공지를 찾아서 표시함으로써 가장 재현성 있고 정확한 혈관분포영역(angiosome)을 확인하고 수술에 임할 수 있게 된다. 대부분의 천공지 분포는 Fig. 6과 같이 후근간중격(posterior intermuscular septum)을 따라 표시되게 된다. 격막피부천공지는 비골동맥에서 분지된 후 장족무지굴근 하방으로 가자미근과 장비골근 사이의 후근간중격을 따라 하퇴근막(crural fascia)에 이르며, 근막을 통해 피부로 혈관분포영역을 만들고 혈액을 공급하게 된다. 직경은 0.1~0.2 mm로서 비골의 중앙부와 하방 1/3 부위에 1개에서 4개 정도로 분포한다[18,34]. 반면에, 근육피부가지는 후하퇴근간중격을 지나지 않고, 장족무지굴근 및 가자미근을 관통하여 피부로 주행하는 가지로서 확인하면서 채취할 때 격막피부 천공지가 없을 경우에는 반드시 가자미근의 일부를 포함하여야 피부로 가는 천공지 혈관을 안전하게 보호할 수 있다[18,35]. 이때 근육피부천공지를 유지하기 위해 근육 내 박리를 통해 피판을 형성할 경우 박리과정에서 많은

인내와 시간이 필요하다. 따라서 비골복합유리피판에서의 피부 피판의 크기는 비골에서 분절되어 나오는 2~3개의 격막피부천공지를 포함하면서 15~18 cm의 길이와 8 cm의 폭경을 지니는 피판 형성이 가능하게 된다.

비골피판 채취

환자는 양와위(supine position) 자세로 하고 비골 채취를 위해서는 둔부 하방을 받쳐서 무릎을 가능한 많이 구부리고 피부 절개선을 표시하게 된다. 절개선을 표시할 때는 일반적으로 비골두와 외측과를 연결하는 선상에 후근간중격이 존재하므로 이 두 점을 잇는 가상의 선을 표시하고 비골두 하방 1~2 cm 정도에서 이 선을 비스듬히 가로지르는 총비골신경의 주행을 표시하는 것으로 설명되고 있는데(Fig. 7)[36], 저자들은 Fig. 6과 같이 시술 전에 미리 확인한 천공지의 위치에 따라 실제로 구강내 점막 또는 안면부 피부의 결손부의 크기에 따라 피부절개선을 표시함으로써 실질적으로 혈행이 우수한 피부만을 채득하는 유리한 경험[11,18]으로 설명하고자 한다. 대부분 이러한 천공지의 위치는 촉진하여 만져지는 비골보다 후방으로 위치하게 되며, 이때 표시한 천공지를 기준으로 전후 최대한 5.0 cm 내의 피부를 절개하며, 보통은 2.5~3.5 cm 정도의 피부를 채취하게 된다. 기존 보고[26,36]에 의하면 비골 중앙부를 기준으로 최대 채취할 수 있는 피부피판은 32×10 cm로 알려져 있고, 실제 결손부인 피부의 크기보다 20% 정도 크게 채취하는 것이 추천되고 있다.

지혈대(tourniquet)를 장착한 후에, 전방쪽 피부절개를 상부부터 하부까지 연계하여 피하조직을 지나 하방의 장비골근 및 단비골근의 근막까지 절개하여 후근간중격을 확인하며 둔하게 박리하여 격막피부천공지를 확인하여야 한다. 이때 피부피판이 피하지

Fig. 6. Preoperative skin marking of the septocutaneous perforator according to Doppler sound intensity.

Fig. 7. Schematic curved S-line skin incision related to the skin angiosome and landmark anatomy.

방층 및 아래 근막과 분리되지 않도록 주의해야 하며 필요하면 5-0 또는 6-0 봉합사로 변연부를 봉합하는 것도 추천된다. 후근간 중격은 근심 쪽으로 넓게 박리하면서 전체 비골의 형태와 피부피판의 길이만큼 노출되도록 하고 격막피부천공지를 육안으로 확인해야 하는데, 대개는 중간 및 원심부에 비골동맥에서 분지되는 혈관이 관찰되며 근심부인 상부에서는 근육 내에서 바로 기시하는 천공지를 보이게 된다. 매우 드문 경우이지만 천공지가 전체 중격 내에서 찾지 못한다면 피부복합피판을 다시 고려하여 다른 재건술로 전환하여야 한다.

장비골근 및 단비골근의 근막을 포함한 근육 일부를 비골에 남기면서 절개해나가고 비골의 전외측 경계면을 확인하면서 장지신근과 장족무지신근도 비골로부터 절제함으로써 골간막에 골과 최소한의 근육 부착부만 남게 된다. 골간막이 나오고 그 하방의 후경골근이 보이게 되면 꺾인 근육전인기로 당기면서 골간막과 후경골근의 일부까지 같이 자르면서 골을 절제하기 전의 전방 박리를 마무리하게 된다(Fig. 3). 이때 총비골신경이 노출될 정도로 길게 채취할 경우에는 반드시 확인하고 조심스레 건인하여 보존하도록 해야 한다.

후방부 피부를 절개하여 거상할 때에는 피하층의 심근막도 같이 포함하여 근육층만 남도록 박리하는 것이 필요하며 후근간중격으로 박리하면서 피하층으로 분포하는 작은 혈관들을 확인하는 것이 중요하다. 전술한 바와 같이 격막피부천공지의 간격과 크기를 염두에 두고 미리 확인하였던 피부 표지를 보면서 천공지를 확인하고 조심스레 보존하는 것이 중요하다. 또한, 후방으로 피부를 넓게 박리할 경우 소복정맥(lesser saphenous vein)이나 외측비복피신경이 노출될 수 있으므로 잘 보존하여야 하며, 경우에 따라서는 외측비복신경을 하지조신경 또는 설신경을 대신하기 위해 신경이식용으로 따로 채취할 수도 있다[27,28]. 후방으로는 비복근 및 가자미근을 확인하여 절제하거나 일부 보존하면서 비골과 같이 채취할지를 고려하게 되고, 전방의 근간중격부(intermuscular septum)의 후방경계까지 박리해가면서 거상된 피부피판의 후근간중격의 전방과 후방으로 천공지의 위치가 육안으로 확인하게 된다. 후근간중격을 따라 내측으로 진행하여 심부의 장족무지골근을 확인한 상태에서 근육을 절제하는 것은 다시 전방부의 접근으로 진행하는 것이 보다 쉽게 접근하는 방법이 된다.

일반적인 골절단기를 사용하여 비골의 상하부를 절단하며, 채취 시 원형의 만곡된 골막기지를 비골의 골막 하방으로 넣어서 후방의 근육 및 혈관, 그리고 주변 골막에 손상 없이 골만을 깨끗하게 절단하도록 한다. 복합피판을 채취하기 위해서는 필요한 길이 이외에도 근심부 상방으로도 여유 있게 비골 절제를 시행하는 것이 비골동맥이 후경골동맥과의 연결부를 확인하고 다른 후경골근과 장족무지골근도 같이 확인할 수 있어서 유리한 것으로 설명되고 있다[37]. 즉, 근심측인 상부를 절단할 때 가능한 위쪽으로

로 절단하여 비골동맥의 혈관경을 최대한 길게 하고, 혹시 있을지 모르는 근육분지가 골분지와 만나는 부위가 노출되도록 하는 것이 필요하며, 이렇게 함으로써 비골 중상부에서 골 내로 직접 삽입 분포하는 영양동맥도 채취하는 비골피판에 충분히 포함되게 된다. 대개는 수여부에서 말단부의 접근과 고정을 위해 결손부 크기의 앞뒤로 2 cm씩, 전체 4 cm 정도는 길게 채취하는 것이 추천되는데[26,36] 왔으나, 주로 상부 쪽의 골막 없이 채취할 수 있는 부위에서 여유있게 채취하고, 하부에서는 비골동맥에 붙어서 채취하여 대부분 추가 절제 없이 바로 사용할 수 있도록 절단하는 것이 유리하다.

절단된 비골의 상하방으로 혹이나 켈리 검자로 잡고 전측방으로 일부 당기면 후경골근의 일부와 장족무지골근에 둘러싸인 비골동맥 및 정맥혈관이 보이게 된다. 앞서 박리 시 골간막을 절개하고 후경골근까지 절개해 둔 경우이면 바로 보이게 되나, 일부 또는 전체적으로 절개되지 않았다면, 다시 절개하여 비골 골편을 전측방으로 당기게 된다. 후경골근이 완전히 분리됨으로써 하방의 장족무지골근과 비골동맥 및 정맥의 여러 분지들이 보이게 되어 이들을 잘 관찰하면서 후경골동맥과 연결된 가지와 주변 근육들의 출혈을 세심히 소작하는 것이 필요하다. 또한, 하방의 비골내측으로 주행하는 혈관을 찾아서 동맥과 정맥을 따로따로 결찰하여 자르게 되며, 연이어서 비골피판의 하방 끝 부위에서부터 상방으로 내측의 장족무지골근을 보면서 혈관을 따라 상방으로 박리 및 근육 절제를 시작할 수 있게 된다. 이때 근육이 필요없이 골만을 채취할 때에도 혈행을 유지하면서 주변 조직에 대한 손상을 줄이기 위해서는 약간의 근육부착부를 붙이는 것이 바람직하는데 보통 0.5~1.0 cm의 근육을 비골에 붙여서 채취하는 것이 추천된다[11]. 내측 근육으로 들어가는 미세한 분지들을 세세히 지혈하면서 진행하여야 하고, 건인기로 건인할 때 내측 심부의 후경골동맥, 정맥 및 신경을 누르지 않도록 주의해야 한다. 또한, 심비골신경의 작은 가지들이 상하방으로 주행하는 경우가 많아서 이러한 분지 신경은 최대한 건인하여 보존하면서 박리해야 한다.

전체 비골피판이 움직이게 되면서 비골동맥 혈관만이 남게 되는데 상방으로 올라가서 후경골동맥과의 분지점까지 박리하여 미세혈관 문합을 위한 혈관경을 얻게 되며, 최대 3 cm 정도까지 비골에서 떨어진 혈관경을 채취하게 된다. 비골만을 채취할 때와 달리 피부피판을 같이 채취할 경우에는 비골혈관에서 이어지는 원형동맥 및 원형혈관들을 잘 보존해야 하며, 후근간중격도 잘 보존하도록 계속 신경써야 한다. 장족무지골근은 근육 전체 또는 일부분을 필요량에 따라 전면에서 보면서 채취하게 되는데 비골만을 채취한다고 하여도 최소한 2 mm 정도의 근육은 골막에 붙여서 박리하는 것이 추천된다. 또한, 필요하면 후면에서 절개하였던 가자미근도 필요한 만큼 절제하여 근육복합피판으로 거상하게 된다. 이때 피부피판으로 주행하는 천공지의 위치를 확인해야 하는데, 격막피부천공지가 확인되지 않을 경우에는 후근간중격

후방으로 장족무지골근과 가자미근을 통과하여 근육피부천공지로서 분포하는 경우임을 명심해야 한다. 따라서, 필수적으로 이들 근육의 일부를 후근간중격에 포함하여 같이 박리, 채취하여야 천공지를 모두 포함한 복합피판을 얻을 수 있게 된다.

혈관경까지 모두 박리를 끝내고 분리한 다음 대퇴부에 압박하였던 지혈대를 풀고 전체 복합피판에 대한 지혈을 시행한다. 비골동맥 및 격막피부천공지의 동맥 움직임이 육안적 또는 도플러에서 확인되어야 하고, 환자의 혈압 조절 및 따뜻한 생리식염수 등으로 충분한 재혈류화(recirculation)가 이루어지도록 한다.

길게 채취된 비골은 재건하고자 하는 하악골 또는 상악골의 형태에 맞추어서 변형시켜야 하는데, 미리 재건용금속판(reconstruction plate)을 활용하여 그 모양에 맞추는 방법이 소개되어 왔으나, 본 저자들은 미리 급속조형모델(rapid prototype model)에 맞추어 제작한 레진 템플레이트를 기준으로 2개의 소형금속판을 골막상 절단부에 위치시켜서 보다 정밀한 골의 각도와 형태를 재현해 왔다(Fig. 8). 실제로 이러한 방법은 기존의 여러 보고[38-40]에서 보다 정확하고 3차원적인 형태를 재현하는 장점이 우수한 것으로 인정받고 있으나, 원형 또는 부분원형 가사를 골막하로 견인하면서 골절단기로 절단하고, 또한 각도를 구부리기 위해 절단면을 추가로 연마하는 작업 등에서 보다 섬세한 술기가 요구된다. 이러한 과정에서 비골동정맥은 후경골동정맥에서 분리되지 않은 상태로 금속판을 위치시키는 반대편에 위치됨으로써 하악골 또는 상악골의 내측에 위치되어 이동되게 된다. 결손된 수여부의 형태에 맞게 제작이 완료된 후에 혈류가 잘 통함을 확인하고 비골동맥을 완전히 절단하여 악안면부로 이동하게 된다.

공여부를 봉합하기 전에 근육 내 출혈을 세심히 지혈하고 배액관을 심부에서부터 삽입, 고정하며 박리과정과 반대로 근육끼리의 봉합을 시행한다. 채취한 피부 결손부의 폭경이 3 cm 이내일 경우에는 직접 봉합을 시도할 수 있으나, 이는 환자별로 다를 수 있으므로 주변 피부조직의 긴장력 및 채취한 근육의 부피 등을 고려하여 결정해야 한다. 신체 내 다른 공여부와 마찬가지로 직접 봉합이 여의치 않을 경우에는 부분층 피부이식을 이용하며,

이때에는 특히, 가자미근과 장비골근, 단비골근은 느슨하게 봉합하여서 부분층 피부이식편이 잘 혈관화되도록 고려해야 한다. 대개의 환자는 3~4 일 동안 하지를 거상한 상태로 침상 안정을 유지하고, 이후 조금씩 물리치료를 동반하여 걷는 연습을 하도록 한다.

합병증 및 고려 사항

하지 및 비골 관련하여 여러 해부학적인 접근이 용이하고 세세한 혈관 및 근육접합부 등이 잘 알려져 오면서 피부와 같이 또는 피부와 근육을 같이 채취하는 방법이 일반적인 재건 술식이 되어 왔다. 그러나, 관련된 합병증으로 발에 대한 측부혈류순환(collateral circulation)이 결손된 경우 비골동맥의 손상에 따른 허혈을 피할 수 없게 된다[41,42]. 또한, 다양한 공여부 합병증으로 한랭불내성증(cold intolerance), 부종, 엄지발가락의 후굴

Fig. 9. Clinical view of the dissected peroneal perforator and skin angiosome.

Fig. 8. Contouring fibula according to the prepared resin template similar to the individual patient's rapid prototype model. (A) Contour view of the right mandibular body. (B) Contour view of the left hemimandible from the contralateral canine region to the left condylar head. (C) Four piece's bending preparation of a fibular composite free flap according to the deficient right hemimandible with miniplates.

(dorsiflexion) 약화, 근육 내외의 반흔 형성으로 인한 근약화, 비골에서 기시한 근육의 기시부와 골간막의 손실에 의한 하지기능 감소, 비골신경 및 총비골신경손상 및 다리전방부와 외측면 및 발등 부위의 감각 이상 등을 생각할 수 있다[43,44].

비골을 채취하지 않고 피부 피판만 거상하는 비골피부피판(peroneal skin flap)은 최근 각광받고 있는 천공지 피판의 하나 [45,46]로서 Fig. 9와 같이 하지 하방의 외측 피부에 대한 혈관분포 영역을 지닌다고 할 수 있다. 그러나, 격막피부천공지를 세세히 박리하기에는 많은 시간이 걸리고 혈관경을 길게 하기 위해서 비골을 거상하거나 절단해야 하는 단점이 있어서 비골천공지(peroneal perforator)를 단독으로 활용하는 것은 쉽지 않은 술식이다. 비골 골간(diaphysis)의 혈액 공급은 영양혈관에 의한 끝내 부분과 골근막 혈관에 의한 골상 부분의 두 가지 형태를 지니므로 비골 전체에서 골막 표면에 최소한 1~2 mm의 근육수(muscle cuff)를 남겨 근육골막순환이 유지되게 해야 한다[11,18].

골피부 복합피판을 채취한 후 공여부 피부에 대한 처치로는 가능한 직접 봉합을 시도하나, 환자 개인별로의 하지의 피부 탄력성 및 근육 채취 여부에 따라 부분층피부이식(split thickness skin graft)을 같이 고려해야 한다. 젊은 여자 환자에서는 종아리 외측이라는 면에서 심미적인 면도 고려해야 한다. 구획증후군(compartment syndrome)은 주로 외상 등에 의해 근육이나 신경으로 혈액 공급이 부족하여 산소 및 영양분의 공급이 차단되는 사지 또는 생명 자체에 영향을 줄 수 있는 심각한 합병증이다 [47]. 하지부에서는 비골복합피판을 채취한 후에 피부봉합을 지나치게 긴밀한 장력하에 진행하거나 근육으로의 혈행공급에 장애를 줄 정도로 진행할 경우 발생할 수 있으므로, 채취 후 봉합 시에는 배액관을 근육 내에 전체 박리한 길이에 맞추어서 충분히 놓아야 하며, 일차적인 직접 봉합 후에 구획증후군의 증상이 생길 수 있음을 명심해야 한다. 전술한 바와 같이 환자의 피부 탄력도 및 근육 채취량에 따라 부분층 피부이식을 시행해야 하고, 또한, 수술 후에 최소 10일에서 평균 2주 동안은 보행을 금지하고 침상에서는 발을 높게 위치시켜서 정맥에서의 혈류순환이 촉진되도록 해야 하며, 발목관절은 직각으로 유지하고 엄지발가락은 최대한 신장시킴으로써 구부린 상태에서의 수축이 발생하지 않도록 해야 한다[44,47]. 이를 위해 배액관을 넣고 봉합할때 장축무지굴근과 후경골근을 골간막에 위치시켜 봉합하는 것이 중요하다.

그밖에 환자의 걸음걸이와 발목관절각이 변화되어 체중부하가 전달 시 느끼는 통증이 있을 수 있는데, 전술한 바와 같이 발목관절의 안정화와 이를 통한 하지 전체의 안정을 위해서는 비골 하부를 최소 6~8 cm 남기는 것이 필수적이며, 필요한 전체 비골의 길이에 따라 유연하게 시술하며 가능한 8 cm의 비골을 남기는 것이 추천된다.

Acknowledgements

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012-0002997).

References

1. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975;55:533-44.
2. Taylor GI. The current status of free vascularized bone grafts. *Clin Plast Surg* 1983;10:185-209.
3. Chen ZW, Chen LE, Zhang GJ, Yu HL. Treatment of tibial defect with vascularized osteocutaneous pedicled transfer of fibula. *J Reconstr Microsurg* 1986;2:199-203, 205.
4. Jones NF, Swartz WM, Mears DC, Jupiter JB, Grossman A. The "double barrel" free vascularized fibular bone graft. *Plast Reconstr Surg* 1988;81:378-85.
5. Hidalgo DA. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1989;84:71-9.
6. Hidalgo DA, Rekow A. A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:585-96.
7. O'Leary MJ, Martin PJ, Hayden RE. The neurocutaneous free fibula flap in mandibular reconstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;27:1081-96.
8. Chuang DC, Chen HC, Wei FC, Noordhoff MS. Compound functioning free muscle flap transplantation (lateral half of soleus, fibula, and skin flap). *Plast Reconstr Surg* 1992;89:335-9.
9. Wolff KD. The supramalleolar flap based on septocutaneous perforators from the peroneal vessels for intraoral soft tissue replacement. *Br J Plast Surg* 1993;46:151-5.
10. Wolff KD, Stellmach R. The osteoseptocutaneous or purely septocutaneous peroneal flap with a supramalleolar skin paddle. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995;24:38-43.
11. Lee JH, Kim MJ, Kim JW. Mandibular reconstruction with free vascularized fibular flap. *J Craniomaxillofac Surg* 1995;23:20-6.
12. Carroll WR, Esclamado R. Preoperative vascular imaging for the fibular osteocutaneous flap. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122:708-12.
13. Hayden RE, Mullin DP, Patel AK. Reconstruction of the segmental mandibular defect: current state of the art. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;20:231-6.
14. Wang KH, Inman JC, Hayden RE. Modern concepts in mandibular reconstruction in oral and oropharyngeal cancer. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;19:119-24.
15. Gupta V, Cohan DM, Arshad H, Kuriakose MA, Hicks WL Jr. Palatal reconstruction. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;20:225-30.
16. Lee JH, Seo GJ, Park K, *et al.* Applications of autologous vein graft in the field of oral and maxillofacial surgery. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 1993;19:361-72.

17. Jeon JH, Park SW, Jo SH, Park JY, Lee JH, Choi SW. Analysis of outcome and complications in 164 cases of free flap reconstructions: experience of a national cancer center. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2011;33:478-82.
18. Lee JH. Anatomic study of osteocutaneous fibular flap. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2000;22:473-90.
19. Jacobson AS, Buchbinder D, Urken ML. Reconstruction of bilateral osteoradionecrosis of the mandible using a single fibular free flap. *Laryngoscope* 2010;120:273-5.
20. Peled M, El-Naaj IA, Lipin Y, Ardekian L. The use of free fibular flap for functional mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:220-4.
21. Kim YT, Jeon SH, Yeom HR, *et al*. Long term evaluation of volume change in free vascularized fibular flap mandible reconstruction. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2006;32:138-41.
22. Putz R, Pabst R, Bedoui S, Johannes S, editors. *Sobotta atlas of human anatomy*. 14th ed. Munich: Elsevier Urban & Fischer; 2006.
23. Gray H, Susan S, Ellis H, Berkovitz BKB, editors. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 39th ed. New York: Elsevier Churchill Livingstone; 2005.
24. Weiland AJ, Moore JR. Microvascular free transfer of fibula bone. In: Strauch B, Vasconez LO, Hall-Findlay EJ, editors. *Grabb's Encyclopedia of flaps*. Boston: Little Brown; 1990. p.1802-6.
25. Wei FC, Chen HC, Chuang CC, Noordhoff MS. Fibular osteoseptocutaneous flap: anatomic study and clinical application. *Plast Reconstr Surg* 1986;78:191-200.
26. Strauch B, Yu HL. *Atlas of microvascular surgery: anatomy and operative approaches*. 2th ed. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.; 2006. p.279-96.
27. Park JM, Kim SM, Seo MH, Kang JY, Myoung H, Lee JH. Clinical application of great saphenous vein graft in the oral and maxillofacial reconstruction. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2012;34:140-7.
28. Seo MH, Park JM, Kim SM, Kang JY, Myoung H, Lee JH. Surgical anatomy of sural nerve for the peripheral nerve regeneration in the oral and maxillofacial field. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2012;34:148-54.
29. Kim SM, Kang JY, Eo MY, Myoung H, Lee SK, Lee JH. Anatomical review of dorsalis pedis artery flap for the oral cavity reconstruction. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2011;37:184-94.
30. Choi SW, Cha IH, Kim HJ, Koh KS, Chung IH. Topographical anatomy of the fibula and peroneal artery in Koreans. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 1999;25:271-80.
31. Hallock GG. The anatomy of the extended peroneal venous system. *Plast Reconstr Surg* 1999;104:976-83.
32. Young DM, Trabulsy PP, Anthony JP. The need for pre-operative leg angiography in fibula free flaps. *J Reconstr Microsurg* 1994;10:283-7.
33. Papadimas D, Paraskeuopoulos T, Anagnostopoulou S. Cutaneous perforators of the peroneal artery: Cadaveric study with implications in the design of the osteocutaneous free fibular flap. *Clin Anat* 2009;22:826-33.
34. Lee HY, Kim HS, Suh JS, Chung IH. A metric study of the femoral, tibial and fibular nutrient foramina in Korean adults. *Korean J Phys Anthropol* 1994;7:125-36.
35. Mun HY, Roh TS, Lee HK, Tark KC. Fibula-hemisoleus osteomusculocutaneous free flap for foot reconstruction. *Korean Soc Microsurg* 2001;10:34-7.
36. Krishnan KG, editor. *An illustrated handbook of flap-raising techniques, approaches*. 2th ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2008. p.36-40.
37. Cho BC, Kim SY, Park JW, Baik BS. Blood supply to osteocutaneous free fibula flap and peroneus longus muscle: prospective anatomic study and clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 2001;108:1963-71.
38. Moro A, Cannas R, Boniello R, Gasparini G, Pelo S. Techniques on modeling the vascularized free fibula flap in mandibular reconstruction. *J Craniofac Surg* 2009;20:1571-3.
39. Laurentjoye M, Jeannot PY, Beziat JL, Gleizal A. Piezoelectric osteotomies during fibula free flap harvesting. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010;63:e495-6.
40. Nam W, Makhoul N, Ward B, Helman JI, Edwards S. Virtual surgical planning and stereolithography-guided osteotomy for 3 dimensional mandibular reconstruction with free fibula osseous flaps: a case report. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2012;34:337-42.
41. Coghlan BA, Townsend PL. The morbidity of the free vascularised fibula flap. *Br J Plast Surg* 1993;46:466-9.
42. Anthony JP, Rawnsley JD, Benhaim P, Ritter EF, Sadowsky SH, Singer MI. Donor leg morbidity and function after fibula free flap mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:146-52.
43. Arai K, Toh S, Tsubo K, Nishikawa S, Narita S, Miura H. Complications of vascularized fibula graft for reconstruction of long bones. *Plast Reconstr Surg* 2002;109:2301-6.
44. Babovic S, Johnson CH, Finical SJ. Free fibula donor-site morbidity: the Mayo experience with 100 consecutive harvests. *J Reconstr Microsurg* 2000;16:107-10.
45. Yang KC, Leung JK, Chen JS. Double-paddle peroneal tissue transfer for oromandibular reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:47-55.
46. Chung DW, Han CS, Hwang JS. Vascular anatomy of peroneal perforator flap. *J Korean Soc Microsurg* 2004;13:36-42.
47. Saleem M, Hashim F, Babu Manohar M. Compartment syndrome in a free fibula osteocutaneous flap donor site. *Br J Plast Surg* 1998;51:405-7.

Appendix 1. Korean translational language of anatomical muscles, vessels, and nerves in the lower leg

Achilles tendon	아킬레스건
Anterior lateral malleolar artery	전외과동맥
Anterior recurrent tibial artery	전경골반회동맥
Anterior tibial artery	전경골동맥
Biceps femoris muscle	대퇴이두근
Calcaneus branch	종골지
Common peroneal nerve	총비골신경
Crural fascia	하퇴근막
Deep peroneal nerve	심비골신경
Diaphysis	골간
Epiphysis	골단
Extensor digitorum longus muscle	장지신근
Extensor hallucis longus muscle	장족무지신근
Femoral head	대퇴골두
Femur	대퇴골
Fibula	비골
Fibular head	비골두
Fifth metatarsal bone	제5중족골
Flexor digitorum longus muscle	장지굴근
Flexor hallucis longus muscle	장족무지굴근
Gastrocnemius muscle	비복근
Interosseous membrane	골간막
Lateral inferior genicular artery	외측하슬동맥
Lateral sural cutaneous nerve	외측비복피신경
Linea aspera	조선
Lumbar nerve	요신경
Malleolus	과
Medial crest of fibula	비골내측능
Medial sural cutaneous nerve	내측비복피신경
Musculocutaneous perforator	근육피부천공지
Nutrient foramen	영양공
Peroneal artery	비골동맥
Peroneal communicating branch	비골교통신경
Peroneal nerve	비골신경
Peroneus brevis muscle	단비골근
Peroneus longus muscle	장비골근
Peroneus tertius muscle	제삼비골근
Plantaris muscle	족저근
Popliteal artery	슬와동맥
Popliteal fossa	슬와
Popliteal ligament	슬와인대
Popliteal muscle	슬와근
Posterior intermuscular septum	후근간중격
Posterior recurrent peroneal artery	후반회비골동맥
Posterior tibial artery	후경골동맥
Posterior tibialis muscle	후경골근
Sacral nerve	천골신경
Septocutaneous perforator	격막피부천공지
Soleus muscle	가자미근
Superficial peroneal nerve	천비골신경
Sural nerve	비복신경
Talus	거골
Tibia	경골
Tibialis anterior muscle	전경골근
Tibiofibular joint	경비관절
Tibiofibular syndesmosis	경비인대결합