

# 비복 동맥 피판을 이용한 슬관절 주위의 연부 조직 결손의 치료

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

배기정 · 이영호 · 김민범 · 이혁진 · 권지은 · 백구현

— Abstract —

## Sural Artery Flap for the Treatment of Soft Tissue Defects around Knee Joint

Kee Jeong Bae, M.D., Young Ho Lee, M.D., Min Bom Kim, M.D.,  
Hyuk Jin Lee, M.D., Ji Eun Kwon, M.D., Goo Hyun Baek, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** This report presents the authors' experience of twelve patients with sural artery flap for soft tissue defects around the knee joint.

**Materials and Methods:** The patients' age ranged from 25 to 80 years; seven of the patients were male and five were female. The cause of soft-tissue defects involved wide excision for malignant soft tissue tumor, tumor prosthesis related infection, infection after total knee arthroplasty and chronic osteomyelitis. Postoperative range of motion was checked. The sensibility of flap was evaluated by Semmes-Weinstein monofilaments and two-point discrimination.

**Results:** All flaps survived and provided satisfactory coverage of the defect. There was no complication except one delayed skin graft incorporation at donor site. Seven knee joints which had been stiff previously gained average 58 degrees of ROM postoperatively. All flaps retained sensibility and showed no significant increase in sensory thresholds comparing with contralateral side.

**Conclusion:** Sural artery flap not only shows high survival rate and broad coverage ability, but also offers improvement in range of motion and preservation of sensation. We speculate that sural artery flap is valuable for the reconstruction of the soft tissue defects around knee joint.

**Key Words:** Knee joint, Soft tissue defect, Sural artery flap

### 서 론

비복 동맥 피판은 하퇴부 후방에서 근막을 뚫고 나와서 주행하면서 근막, 피하 조직 및 피부에 혈액을 공급하는 천 비복 동맥(superficial sural artery)을 이용

하는 근막피부 피판(fasciocutaneous flap)이다. 1981년에 Pontén<sup>1</sup>이 비복부에서의 피판술을 처음 보고하였고, 1992년에 Masquelet 등<sup>2</sup>에 의하여 신경피부 피판(neurocutaneous flap)이라고 그 구조가 자세히 소개된 바 있다. 비복 동맥 피판술은 피판경의 방향에 따라

※통신저자: 이 영 호

서울특별시 종로구 대학로 101

서울대학교병원 정형외과

Tel: 02-2072-0894, Fax: 02-764-2718, E-mail: orthoyhl@snu.ac.kr

서 근위 도상(proximally based) 및 원위 도상(distally based) 피판술로 나누어 진다. 근위 도상 피판술은 순방향의 혈액 공급에 의하여 유지되며 주로 슬관절 부나 근위 하퇴부를 피복하기 위해 이용되고 원위 도상 피판술은 역방향의 혈액 공급에 의하여 유지되며 주로 원위 하퇴부나 족관절부를 피복하는데 사용된다. 원위 도상 피판술의 결과에 대한 연구는 지금까지 많이 보고 되어 왔으나 근위 도상 피판술의 결과는 드물게 보고되었다<sup>1,3-9</sup>.

국내에서도 마찬가지로 원위 도상 비복 동맥 피판술의 결과에 대하여는 여러 논문에서 결과를 보고하고 있지만 근위 도상 비복 동맥 피판술의 결과에 대하여는 매우 드물다. 2002년에 김 등<sup>10</sup>이 55예의 비복 동맥 유경 피판술의 결과를 발표하면서 근위 도상 비복 동맥 피판을 시행한 7예를 포함한 바 있다. 또한 2009년에 한 등<sup>11</sup>이 13예의 하지의 골수염의 대한 비복 동맥 피판술을 이용한 치료를 발표하면서 근위 도상 피판을 시행한 2예를 포함한 바 있다. 하지만 현재까지 국내에서 근위 도상 비복 동맥 피판술만을 대상으로 시행한 연구는 보고된 바 없다. 이에 본 연구에서는 슬관절 주위의 연부 조직 결손에 대하여 시행한 근위 도상 비복 동맥 피판술의 임상 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 대 상

2008년 7월부터 2012년 3월까지 비복 동맥 피판술을 이용하여 슬관절 주위의 연부조직 결손을 재건하고 6개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 12예를 대상으로 하였다. 남자가 7예, 여자가 5예로 남자가 많았으며, 연령은 25세에서 80세까지 평균 55세이었다. 우측 하지가 5예였으며 좌측 하지가 7예였다. 연부조직 결손의 원인으로는 악성 연부 조직 종양에 대한 광범위 절제술이 6예로 가장 많았으며 골육종(osteosarcoma)에 대한 사지 구제 수술 후 삽입한 종양 대치물과 연관된 감염증이 2예, 슬관절 전치환술 후 발생한 감염증이 2예, 그리고 외상 후 발생한 만성 골수염이 2예이었다. 결손 부위는 슬관절 후내측에 발생한 활막 육종(synovial sarcoma)에 대하여 광범위 절제술을 시행한 1례를 제외하고는 모두 슬관절 전방부였다. 7예에서 90° 이하의 수술전 슬관절 운동 범위의 제한이 있었으며 이들의 운동 가능한 범위는 최소 0°에서 최대 60°까지 평균 30°였다. 수술 전에 모든 례에서 3D-CT angiography 와 doppler sonography를 시

행하여서 환측 하지의 혈관 상태에 대하여 평가하였다. 12예중 8예에서 CT angiography 상에서 슬와 동맥에서 기시하는 천 비복 동맥의 존재를 명확히 확인할 수 있었다. 나머지 4예에서는 doppler sonography를 통하여 확인할 수 있었다. Doppler sonography를 시행하면서 천 비복 동맥의 기시부로 판단되는 지점의 직상부 피부에 표지하여 수술 시에 참고할 수 있도록 하였다. 수술 후 추시 기간은 최소 6개월에서 최대 49개월이었으며 평균 21개월이었다(Table 1).

### 수술 방법

환측이 위로 가도록 측와위로 환자를 위치시킨 상태에서 지혈대에 압력을 가하였다. 우선 피판 수혜부인 연부 조직 결손부의 위치를 확인하고 크기를 측정 한 후에 하퇴 후방부에 슬와부 정중앙에서 시작하여 아킬레스 건 외측 연으로 주행하는 직선을 작도하여 천 비복 동맥(superficial sural artery), 비복 신경(sural nerve) 및 소 복재 정맥(lesser saphenous vein)의 주행을 표시하였다. 이 선이 피판 및 피판경(pedicle)의 중앙에 오도록 피판의 외곽선 및 피판경을 박리하기 위한 절개선을 작도하였다. 피판의 근위 회전점(pivot point)은 비복 동맥이 슬와 동맥(popliteal artery)으로부터 기시하는 부위로 정하였다. 수술 전에 doppler sonography를 이용한 표지를 참고하여 작도하였으며, 대개 슬와 주름(popliteal crease)보다 2~3 cm 원위부에 해당되었다. 피판은 수혜부의 모양에 맞추면서 실제 결손보다 직경이 1~2 cm 크게 외곽선을 작도하였다. 피판경의 길이는 장력을 줄이기 위하여 회전점에서 수혜부까지의 거리보다 2~3 cm 길게 정하였다. 피부 절개를 가하고 피판의 거상은 천 비복 동맥, 소 복재 정맥, 비복 신경이 포함되도록 심부근막을 포함하였다. 피판의 원위 경계부에서 천 비복 동맥, 소 복재 정맥, 비복 신경을 결찰하고 피판의 거상을 근위부로 진행하였다. 피판경 부위의 피부 절개는 진피까지만 시행하고 진피하부 박리(subdermal dissection)로 피하근막 피판경을 만들었다. 피판경의 너비(width)는 최소한 5 cm 이상이 되도록 하였으며 두께(depth)는 역시 천 비복 동맥, 소 복재 정맥, 비복 신경이 포함되도록 근막에서 진피하 조직에 이르도록 하였다. 피판경의 근위부 박리는 천 비복 동맥이 슬와 동맥에서 기시하는 부위까지 시행하여 충분한 피판경의 길이를 확보하였다. 피판 및 피판경을 분리한 이후에는 슬관절 외측에 가로 절개를 가하여서 피판경이 지나갈 수 있는 충분한 통로를 만들었다. 지혈대를 풀고 피판의 혈액 순환을 확인한 후에 피판

**Table 1.** Summary of cases

Case	Sex	Age	Cause of Defect	Site of Defect	Size of Flap (cm)	Result	Complication
1	M	77	Wide excision of malignant fibrous histiocytoma	Anterior aspect	18 × 12	Full survival	No
2	M	54	Wide excision of squamous cell carcinoma	Anterior aspect	12 × 12	Full survival	No
3	F	71	Chronic osteomyelitis	Anterior aspect	12 × 15	Full survival	No
4	M	25	Wide excision of synovial sarcoma	Posteromedial aspect	12 × 16	Full survival	Delayed skin graft incorporation
5	F	53	Wide excision of malignant fibrous histiocytoma	Anterior aspect	20 × 15	Full survival	No
6	M	61	Infected total knee arthroplasty	Anterior aspect	15 × 13	Full survival	No
7	M	26	Tumor prosthesis related infection	Anterior aspect	17 × 12	Full survival	No
8	F	80	Wide excision of myxofibrosarcoma	Anterior aspect	16 × 12	Full survival	No
9	M	24	Tumor prosthesis related infection	Anterior aspect	17 × 12	Full survival	No
10	F	67	Wide excision of malignant fibrous histiocytoma	Anterior aspect	16 × 12	Full survival	No
11	F	61	Infected total knee arthroplasty	Anterior aspect	16 × 13	Full survival	No
12	M	60	Chronic osteomyelitis	Anterior aspect	12 × 15	Full survival	No

을 수혜부에 봉합하였다. 피판경이 지나가는 자리 및 피판 공여부의 피복은 부분층 피부 이식술로 피복하였다. 피부 이식의 공여부는 대퇴 외측을 이용하였다(Fig. 1).

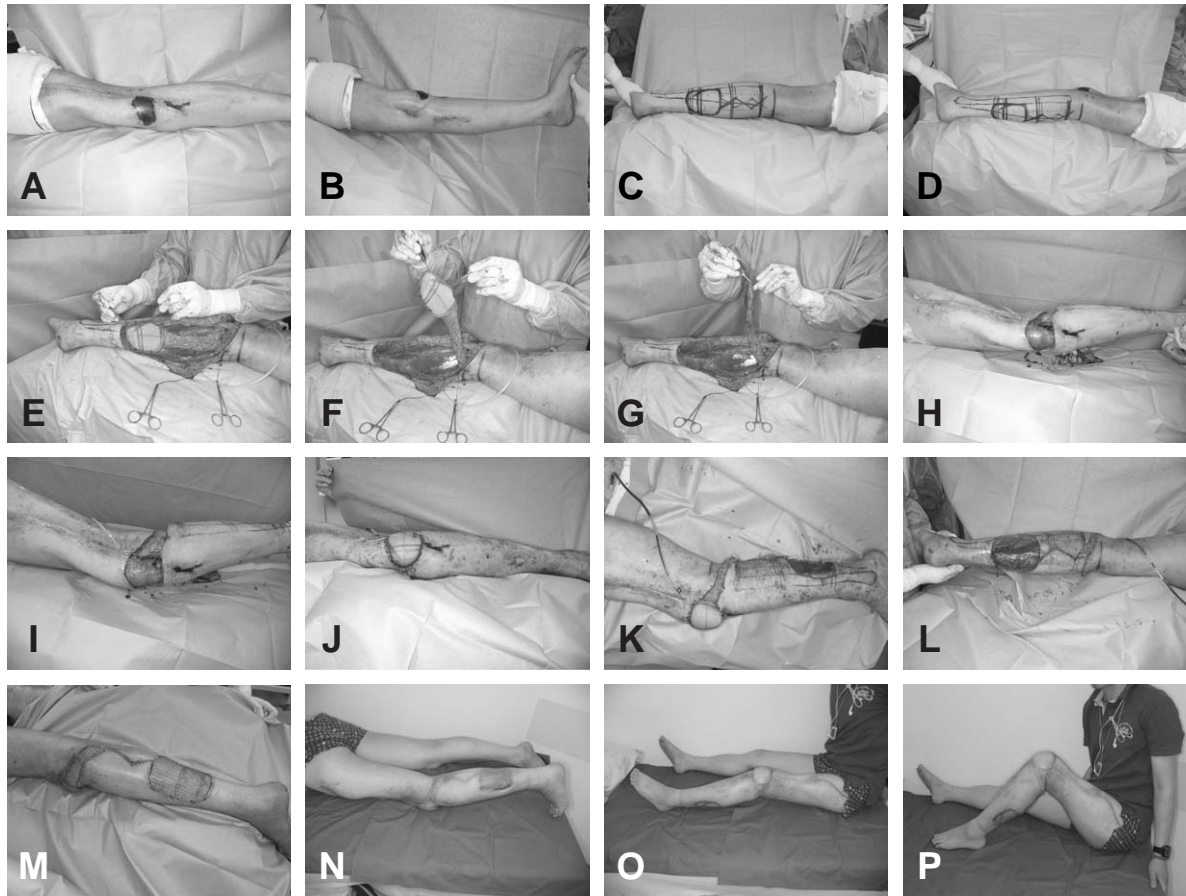
### 평가 방법

수술 후 피판의 생존 여부 및 합병증 발생 여부를 확인하였고 추시 상에서 슬관절 운동 범위와 피복부의 감각 정도를 측정하였다. 피복부의 감각 정도는 슬후 6개월째 피판의 정중앙 부위에서 압력 및 이점 식별에 대한 역치를 측정하여 정량화하였으며, 건측 슬관절의 동일 부위를 측정하여 비교하였다. 압력에 대한 역치를 측정하기 위해서 Semmes-Weinstein monofilaments (Touch-Test™ Sensory Evaluator 6 Piece Hand Kit, North Coast Medical Inc, Gilroy, USA)를 이용하였다. 굵기에 따라 상용화된 다섯 종류(2.83/3.61/4.31/4.56/6.65)의 monofilament를 사용하였는데, 각각은 구부러지는데 서로 다른 압력(0.07/0.4/2/4/10 g/mm<sup>2</sup>)이 필요하다. 따라서 가장 가는 것에서부터 점차 굵은 것을 사용하여 감각을 느끼는 최소 굵기의 monofilament를 확인해서 이 때 가해지는 압력을 추정할 수 있었다. 이점 식별기를 이용하여 이점 식별에 대한 역치를 측정하

였는데, 25 mm 이하의 이점 식별은 정적 이점 식별기 (Disk-Criminator™, North Coast Medical Inc., Gilroy, USA)를 이용하였으며 25 mm를 초과하는 이점 식별은 동적 이점 식별기(3-Punkt Aesthesiometer, Waldemar LINK GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany)를 이용하였다. 역시 제일 작은 간격부터 점차 큰 간격의 이점 식별기를 사용하여 떨어져 있는 2개의 자극으로 느끼는 최소한의 간격을 측정하였다. 측정된 자료들은 Wilcoxon signed-rank test를 통하여 건측과 비교하였다.

### 결 과

피판의 크기는 최소 12×12 cm에서 최대 20×15 cm였으며 평균 15×13 cm 였다. 피판경의 길이는 최소 10 cm에서 최대 20 cm 였으며 평균 14.6 cm 였다. 수술 후 경과 관찰에서 비복 동맥 피판의 정맥 울혈 소견은 관찰되지 않았으며 전례에서 피부에 괴사 없이 수혜부가 피복되었다. 최종 추시에서도 피복부의 궤양이 발생한 경우는 없었다. 피부 이식으로 피복한 피판 공여부는 1 에에서 생착이 지연되어서 2개월이 소요되었지만 최종 추시상 전례에서 괴사 없이 생착되었으며 다른 합병증은



**Fig. 1.** (A, B) Wide skin necrosis over left knee joint anterior surface in a 26-years-old man. He had underwent staged revision for tumor prosthesis 1 month ago due to tumor prosthesis related infection. His left knee was near totally ankylosed with just about ten degrees of flexion. (C, D) Design of a 17×12 cm fasciocutaneous tissue of sural artery flap. The pivot point is 2~3 cm below the popliteal crease. The distal margin dose not exceed distal 2/3 of the lower leg. (E, F, G) The flap is raised including underlying fascia with subdermal dissection of the pedicle. The proximal dissection is extended to the level of superficial sural artery origin from popliteal artery. (H, I) Necrotic skin and subcutaneous tissues are removed. Transverse incision is made along the lateral aspect of knee joint and subcutaneous dissection is deepened for the passage of pedicle. This transverse dissection offers releasing effect on pre-existing soft tissue contracture around knee. (J, K, L) Coverage of the defect with the flap that is brought through an open tunnel. The pedicle itself acts as an adipofascial flap filling previously released soft tissue gap. (M) The skin grafted donor site and pedicle (N, O, P) The flap survived and provided satisfactory coverage of the defect. His left knee gained about 80 degrees of flexion at 1 year follow-up.

없었다. 수술 전에 슬관절 운동 제한이 있었던 7예에서 최종 추시에서 슬관절 운동 범위가 평균 83도(60°~100°)로 호전되었으며 수술 전에 비해서 평균 53도만큼 호전되었다. 슬관절 운동 제한이 없었던 나머지 5예에서는 슬관절 운동 범위가 수술전과 동일하게 유지되었다. 전례에서 피복부의 감각이 유지되었다. Semmes-Weinstein monofilament로 측정된 압력에 대한 역치는 피복부가 평균 1.17 g/mm<sup>2</sup>, 건측은 1.04 g/mm<sup>2</sup>로 건측보다 크게 측정되었지만, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다(p = 0.58). 이점 식별에 대한 역치도 피복부가

평균 17.4 mm, 건측은 15.9 mm로 건측보다 크게 측정되었지만, 역시 그 차이가 통계적인 의미는 없는 것으로 나타났다(p = 0.068).

## 고 찰

1981년에 Haertsch<sup>12</sup>는 22예의 사체연구를 통하여 슬와 동맥에서 기시하여 비복 신경(sural nerve)과 같이 주행하는 동맥 분지가 있음을 보고하였다. 이후에 여러 연구를 통하여 슬와 동맥에서 기시하여 근막을 뚫고 나와

서 하퇴부 후방의 근막과 피하조직과 피부에 혈액을 공급하는 동맥 분지들의 존재가 확인되었으며, 천 비복 동맥(superficial sural artery)으로 명명되었다<sup>4,13-15</sup>. 천 비복 동맥은 개개인에 따라서 1개 내지 3개의 동맥 분지로 이루어지는데, 위치에 따라서 각각 내측 천 비복 동맥(medial superficial sural artery), 정중 천 비복 동맥(median superficial sural artery) 그리고 외측 천 비복 동맥(lateral superficial sural artery)으로 구분할 수 있다. 이 중에서 정중 천 비복 동맥이 83~97%에서 존재하며 제일 흔하고, 외측 천 비복 동맥은 81%에서 존재하며, 내측 천 비복 동맥은 17%에서만 존재하는 것으로 알려져 있다<sup>4,17</sup>. 크기는 정중 천 비복 동맥이 가장 커서 직경이 평균 1.6 mm에 달하는 것으로 알려져 있다<sup>17,18</sup>. 정중 천 비복 동맥은 하퇴부 근위 1/3 지점에서 근막을 뚫고 나와서 비복 신경과 소 복재 정맥(lesser saphenous vein)의 내측에서 같이 주행하다가 하퇴부 원위 1/3 지점에서 비골 동맥(peroneal artery) 및 후경골 동맥(posterior tibial artery)의 과상 분지(supramalleolar branch)와 문합을 이룬다.

천 비복 동맥을 이용한 근위 도상 피판에 대하여는 1981년에 Pontén<sup>1</sup>이 처음으로 비복부에서 23예의 결과를 보고 하였다. Pontén은 근육에서 나와 근막 및 피부에 혈액을 공급하는 혈관의 존재에 대하여 언급하였다. 1985년에 Moscona<sup>3</sup>은 하퇴 후방에서 도상 근막피부판(islanded fasciocutaneous flap)을 이용하여 슬관절 주위의 연부조직 결손을 피복한 증례를 보고하였으나 혈액 공급은 근막 혈관총(fascial plexus)에 의한 무작위 형식(random pattern)으로 이루어진다고 하였다. 1989년에 Satoh<sup>4</sup>에 의하여 처음으로 축 형식(axial pattern)의 혈액 공급을 하는 천 비복 동맥(superficial sural artery)을 이용한 유경 근막피부판이 기술되었으며, 1990년에 Li<sup>5</sup>은 유경 외측 비복 동맥(pedicled lateral superficial sural artery flap)을 시행하여 슬관절 주위의 연부조직 결손을 치료했다고 보고하였다. 이후에 몇몇 연구들에서 근위 도상 비복 동맥 피판을 이용한 슬관절 주위의 연부 조직 결손 치료의 결과에 대하여 보고한 바 있다<sup>6-9</sup>.

근위 도상 비복 동맥 피판술의 결과에 대하여 1998년에 Shaw<sup>6</sup>이 보고한 피사된 1예와 2010년에 Suri<sup>9</sup>이 보고한 경계부가 부분적으로 피사된 2예를 제외하고는 모두 성공적으로 생존하였다고 보고하였다<sup>1,3-5,7,8</sup>. 본 연구에서도 12예 모두에서 최종 추시 상에서 피판이 생존되어 결손부가 피복된 결과를 보이고 있다. 이에 비해 원위 도상 비복 동맥 피판술에서 피판의 피사가 10% 이상에서

관찰되고 있으며 정맥 울혈이 피사의 가장 중요한 원인으로 생각되고 있다<sup>17</sup>. 근위 도상 피판은 원위 도상 피판과 비교하여 생리적인 정맥 환류가 이루어 질 수 있다는 점에서 피판의 생존에 있어서 유리하다. 원위 도상 피판의 정맥 환류는 정맥판(valve)에 의하여 제한을 받아서 측부 순환에 의존해야 하기 때문에 정맥 울혈이 잘 생기고 피판의 생존에 불리하다. 이러한 관점에서 저자들은 근위 도상 피판의 성공적인 생존을 위하여는 피판 및 피판경에 소 복재 정맥을 반드시 포함해야 한다고 생각한다. 2008년에 Cheon<sup>8</sup>이 발표한 결과에 의하면 소 복재 정맥을 포함하지 않은 1예에서 술후 일시적인 정맥 울혈이 발생하였다고 한다. 이러한 결과는 소 복재 정맥을 포함해야 할 필요성을 시사하고 있으며 본 연구에서는 전례에서 소 복재 정맥을 포함하였으며 정맥 울혈의 소견은 전혀 관찰되지 않았다.

본 연구에서 사용한 피판의 크기는 평균 15×13 cm였으며 최대 20×15 cm에 달하였다. 1990년에 Li<sup>5</sup>은 최대 25×15 cm 크기의 피판을 사용하였다고 보고하였으며 2010년에 Suri<sup>9</sup>은 최대 23×10.5 cm 크기의 피판을 사용하였다고 보고하였다. 본 연구에서의 피판경은 최소 10 cm에서 최대 20 cm로 평균 14.6 cm에 달하였으며 2010년에 Suri<sup>9</sup>은 최소 6 cm에서 최대 18 cm에 이룬다고 보고하였다. 이와 같이 근위 도상 비복 동맥 피판은 슬관절 전방의 연부 조직 결손을 피복하기에 충분하게 넓으며, 충분한 피판경의 길이를 확보할 수 있어서 슬개골 전면 뿐만 아니라 슬개골 상부까지 피복할 수 있는 장점이 있다<sup>9</sup>.

본 연구에서 수술 전 슬관절 운동 제한이 있었던 7예의 환자에서 모두 관절 운동 범위의 호전을 얻을 수 있었다. 비복 동맥 피판은 결손 부위를 피복할 뿐만 아니라 결손 주위의 구축된 조직을 늘려주는 효과를 가져와서 관절 운동 범위의 호전에 있어서 효과적이다. 우선 슬관절 전방부의 연부 조직의 결손으로 슬관절 굴곡이 어려웠던 환자들이 비복 동맥 피판으로 전방에 넉넉한 연부 조직을 얻으면서 굴곡이 원활해 질 수 있었다. 또한 피판경이 지나가는 자리에 가로 절개를 가하여 구축된 결손 주위의 연부 조직을 벌리고 충분한 너비와 두께를 가지는 피판경이 지방근막 피판(adipofascial flap)의 역할을 하도록 구축된 연부 조직 사이를 채워서 슬관절 전방 뿐만 아니라 측면 연부 조직을 연장하는 효과를 얻을 수 있다(Fig. 1F). 이전까지 발표된 문헌에서는 비복 동맥 피판술 후 슬관절 관절 운동 범위의 호전에 대하여 구체적으로 기술된 바 없다. 하지만 본 연구에서는 수술 전 및 최종 추시 상에서 슬관절 운동 범위를 측정하였고 평균 53°의 관절

운동 범위의 호전을 얻을 수 있었다.

근위 도상 비복 동맥 피판은 감각이 유지될 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서도 피판술 이후에 감각이 잘 유지되는 것으로 드러났다. 기존의 연구에서는 피판술 이후에 감각이 유지된다고 언급은 하고 있지만 이에 대한 자세한 분석은 없었다<sup>6</sup>. 하지만 본 연구에서는 술후 6개월째 감각 정도를 압력을 느끼는 정도와 이점을 식별하는 정도로 나누어서 측정해서 정량적인 분석을 시행하였으며 건축과 비교하여 보다 객관적으로 감각이 잘 유지되는지 여부를 평가하였다.

본 연구의 한 레에서 피판 공여부에 시행한 식피술의 지연 생착이 발견되었다. 피판이 큰 경우에 피판 공여부의 원위부에는 아킬레스 건의 근위부 일부가 노출된다. 식피술의 지연 생착이 발생한 레는 피판을 거상하면서 근막을 포함시키다가 아킬레스 건 주위 조직(paratenon)이 제거되어 건 실질이 노출된 경우에 해당되었다. 결국 2개월에 걸쳐서 식피술 부위가 생착이 되었지만 그 동안 창상 관리에 지속적인 노력이 소요되었다. 이와 같은 합병증을 줄이기 위하여 피판을 거상할 때에 아킬레스 건 주위 조직을 보존하도록 주의해야 한다고 생각한다.

## 결 론

근위 도상 비복 동맥 피판술은 높은 생존률을 보이고 합병증이 적으며, 슬개골 상부를 포함하여 슬관절 주위에서 넓은 결손부를 피복할 수 있는 장점이 있다. 또한 슬관절 관절 운동 범위를 호전시키면서 슬관절부의 감각을 유지할 수 있는 장점이 있어서 슬관절 주변의 연부 조직 결손을 위해 사용할 수 있는 유용한 피판으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg.* 1981; 34: 215-20.
- 2) Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg.* 1992; 89: 1115-21.
- 3) Moscona AR, Govrin-Yehudain J, Hirshowitz B. The island fasciocutaneous flap; a new type of flap for defects of the knee. *Br J Plast Surg.* 1985; 38: 512-4.
- 4) Satoh K, Fukuya F, Matsui A, Onizuka T. Lower leg reconstruction using a sural fasciocutaneous flap. *Ann Plast Surg.* 1989; 23: 97-103.
- 5) Li Z, Liu K, Lin Y, Li L. Lateral sural cutaneous artery island flap in the treatment of soft tissue defects at the knee. *Br J Plast Surg.* 1990; 43: 546-50.
- 6) Shaw AD, Ghosh SJ, Quaba AA. The island posterior calf fasciocutaneous flap: an alternative to the gastrocnemius muscle for cover of knee and tibial defects. *Plast Reconstr Surg.* 1998; 101: 1529-36.
- 7) Rajacic N, Gang RK, Darweesh M, Fetah NA, Kojic S. Reconstruction of soft tissue defects around the knee with the use of the lateral sural fasciocutaneous artery island flap. *European Journal of Plastic Surgery.* 1999; 22: 12-6.
- 8) Cheon SJ, Kim IB, Park WR, Kim HT. The proximally-based sural artery flap for coverage of soft tissue defects around the knee and on the proximal third and middle third of the lower leg: 10 patients followed for 1-2.5 years. *Acta Orthop.* 2008; 79: 370-5.
- 9) Suri MP, Friji MT, Ahmad QG, Yadav PS. Utility of proximally based sural artery flap for lower thigh and knee defects. *Ann Plast Surg.* 2010; 64: 462-5.
- 10) Kim YJ, Hwang HK. The sural artery pedicled flap for the coverage of soft tissue defects of the leg, ankle and foot. *J Korean Orthop Assoc.* 2002; 37: 251-5.
- 11) Hahn SB, Kang HJ, Joo SY. Sural artery flap for the treatment of osteomyelitis of the lower leg. *J Korean Orthop Assoc.* 2009; 44: 54-60.
- 12) Haertsch PA. The blood supply to the skin of the leg: a post-mortem investigation. *Br J Plast Surg.* 1981; 34: 470-77.
- 13) Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fasciocutaneous flaps according to their patterns of vascularisation. *Br J Plast Surg.* 1984; 37: 80-7.
- 14) Le Huec JC, Midy D, Chauveaux D, Calteux N, Colombet P, Bovet JL. Anatomic basis of the sural fascio-cutaneous flap: surgical applications. *Surg Radiol Anat.* 1988; 10: 5-13.
- 15) Whetzel TP, Barnard MA, Stokes RB. Arterial fasciocutaneous vascular territories of the lower leg. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 100: 1172-83; discussion 84-5.
- 16) Sladjana UZ, Ivan JD, Ljiljana VP, Natalija SJ, Predrag KT, Vesna SR. Neurovascular stalk of the superficial sural flap: human fetus anatomical study. *Plast Reconstr Surg.* 2005; 116: 546-50.
- 17) Follmar KE, Baccarani A, Baumeister SP, Levin LS, Erdmann D. The distally based sural flap. *Plast Reconstr Surg.* 2007; 119: 138e-48e.
- 18) Magden AO, Menderes A, Yilmaz M, Barutcu A. Anatomical study of the origin and course of the median superficial sural artery. *European Journal of Plastic Surgery.* 1996; 19: 29-32.