

하지 재건에 사용된 국소 피관술의 유용성

가천의과대학 길병원 정형외과학교실, 고려대학교 의과대학 정형외과학교실*

백종륜 · 박종웅* · 이범구 · 문도현 · 김영규
박흥기 · 전득수 · 심재양 · 신원주 · 권부경

— Abstract —

The Value of Local Flaps in Lower Extremity Reconstruction

Jong-Ryoon, Baek, M.D., Jong Woong Park, M.D. *, Beom Koo Lee, M.D.,
Do Hyun Moon, M.D., Young-Kyu Kim, M.D., Hong-Ki Park, M.D.,
Deuk Soo Jun, M.D., Jae Ang Sim, M.D., Won Ju Shin, M.D., Boo Kyung Kwon, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Gil Hospital, Gachon University, Incheon, Korea,
Department of Orthopedic Surgery, Korea University Medical Center, Seoul, Korea**

Purpose: The aim of this study was to evaluate the outcome and the effectiveness of local flaps in lower extremity reconstruction.

Materials and Methods: We have performed lower extremity reconstruction with local flap in 14 cases (10 males and 4 females) from May 2006 to February 2008. The mean age was 40.1 years (range, 16~67). The defect site was the tibia in 5 cases, the ankle in 1 case and the foot in 8 cases. The local flaps were reverse flow sural artery flap in 7 cases, gastrocnemius flap in 3 cases, lateral supramalleolar flap in 2 cases, dorsalis pedis flap in 1 case and medial hemisoleus flap in 1 case.

Results: All flaps were survived. Venous congestion was developed in 1 case of the reverse flow sural artery flap but healed with secondary rotational flap. Other flaps were good without any complications.

Conclusion: If we choose precisely indicated local flap in lower extremity reconstruction, the resultant coverage of defect would be excellent.

Key Words: Lower extremity reconstruction, Local flap

I. 서 론

각종재해와 교통 사고로 인하여 하지 골절과 함께 건, 혈관, 신경, 골조직 등이 노출되는 경우에는 유리 피관술

과 국소 피관술로 치료가 가능하다. 유리 피관술은 미세 수술 수기를 이용하므로 수술 시간이 비교적 길고 고령이거나 전신 상태가 안 좋은 경우, 다발성 손상에서는 하기 힘들며, 혈관 문합 후 혈전 형성 등의 단점이 지적되고

※통신저자: 백 종 륜
인천광역시 남동구 구월동 1198
가천의과대학길병원 정형외과
Tel: 032-460-3384, Fax: 032-468-5437, E-mail: bjr-88@hanmail.net

있다. 이에 반하여 국소 피판술은 적응증이 제한적이기는 하지만, 미세수술 수기가 필요하지 않고, 수술 소요 시간이 단축되는 등의 장점이 있다.

이에 저자들은 국소 피판이 어려운 원위부와 광범위 결손 등으로 유리 피판술이 필요했던 경우를 제외하고 하지에서 국소피판술을 시행한 후 결과를 문헌고찰과 함께 분석하여 보고하고자 한다.

II. 대상 및 방법

가천 의과 대학 길병원 정형외과에서 2006년 5월부터 2008년 2월까지 하지의 연부조직 결손에 대해 국소 피판술을 시행하고 6개월 이상 추시가 가능하였던 14례를 대상으로 하였다.

남자가 10례(71%), 여자가 4례(29%)였으며 연령은 16세에서 67세까지 분포 되었고 평균 연령은 40.1세였다. 결손부위는 경골부위 5례, 족관절 부위 1례, 족부 8례이었으며 우측 8례, 좌측 6례였다. 결손의 원인은 교통사고가 7례로 가장 많았고 낙상 2례, 직접적인 외상 2례, 악성 흑색종으로 광범위 절제술 후 생긴 결손 2례, 당뇨족 1례였다. 사용 되어진 피판의 크기는 7×3 cm~12×9 cm이었으며, 역행성 비복 동맥 피판술(reverse-flow sural artery flap) 7례, 비복근 피판술(gastrocnemius muscle flap) 3례, 외측 과상부 피판술(lateral supramalleolar flap) 2례, 족배 동맥 피판술(dorsalis

pedis flap) 1례, 내측 가자미근 피판술(soleus muscle flap) 1례이었다.

III. 결 과

국소 피판은 모든 예에서 생존하였으며, 피판의 공여부에 피복한 식피술도 실패없이 생존하였다. 비복근 피판술과 역행성 내측 가자미근 피판술의 경우, 족관절의 굴곡력이 건축에 비해 감소하였으나 의미 있는 정도는 아니었다. 역행성 비복 동맥 피판술 중 1례에서 피부 이식부위에 발생한 혈종은 제거술 후 창상 관리로서 성공하였고 1례에서 발생한 심한 정맥 울혈은 피판의 부분괴사가 발생하였으나 2차 술기인 회전 피판술로 완치 하였다. 족배 동맥 피판술의 공여부에서는 식피부위가 잘 착상 되었으며 환자도 특별한 공여부의 문제를 호소하지 않았다. 외측 과상부 피판술의 경우에는 1례에서 환자가 신발 착용에 불편함을 호소하여 지방 제거술(defatting)을 하였다 (Table 1).

IV. 증례 보고

증례 1

남자 26세 환자로 오토바이 사고로 생긴 개방성 슬개골 골절과 연부조직 결손을 주소로 내원하였다. 이학적 검사

Table 1. Clinical Data of Patients

Case	Age/Sex	Cause of defect	Site of defect	Size of flap (cm)	Kind of flap	Complication
1	M/26	Traffic accident	Proximal tibia	12×9	Gastrocnemius flap	None
2	F/16	Traffic accident	Proximal tibia	10×6	Gastrocnemius flap	None
3	M/42	Traffic accident	Proximal tibia	9×6	Gastrocnemius flap	None
4	M/61	Melanoma	Heel	7×7	Sural flap	None
5	M/67	Melanoma	Heel	6×6	Sural flap	Venous congestion
6	F/29	DM foot	Heel	8×7	Sural flap	Venous congestion Hematoma
7	M/63	Traffic accident	Tibia	10×5.5	Sural flap	Venous congestion
8	F/25	Fall down	Heel	5×6	Sural flap	None
9	F/55	Traffic accident	Heel	9×7	Sural flap	Venous congestion
10	M/35	Fall down	Heel	8×6	Sural flap	None
11	M/24	Traffic accident	Ankle	11×6	Dorsalis pedis flap	None
12	M/24	Direct trauma	Foot	5×5	Lateral supra malleolar flap	None
13	M/43	Direct trauma	Foot	9.5×3	Lateral supra malleolar flap	None
14	M/52	Traffic accident	Distal tibia	7×3	Hemioleus flap	None

상 슬개골 하부, 슬개건, 관절막의 결손으로 인해 대퇴골의 관절면이 노출되어 있었다. 환자의 전신 상태가 좋지 않아 피부만 봉합을 하였고 후에 슬관절 부위, 경골 근위부의 연부조직 괴사가 발생하였다. 이를 제거 한 후 자가 슬근(auto hamstring muscle)을 이용하여 슬개건을 재건한 뒤, 하퇴부 내측으로 절개선을 넣어서 내측 비복근을 찾았고 혈관에 손상을 주지 않도록 주의하며 내측 비복근을 분리하였다. 피하로 비복근을 이동 시켜 9×12 cm 크기의 결손부위를 덮어 주었고 그 위에 식피술을 하였으며 하퇴 내측 부위는 일차 봉합하였다. 술 전에는 상

처에서 MRSA가 배양 되었으나 최종 추시 시 염증 없이 치유 되었고 슬관절의 운동 범위는 정상이었으며 족관절의 족저 굴곡력도 정상 근력을 보였다(Fig. 1).

증례 2

남자 24세 환자로 좌측 족관절 외과부위의 연부조직 결손을 주소로 내원하였고 저자들은 신발 신을 때 불편함이 없도록 두께가 얇은 피판을 생각해 족배 동맥 피판술을 시행하였다. 11×6 cm 크기의 피판을 도안한 후, 피판의

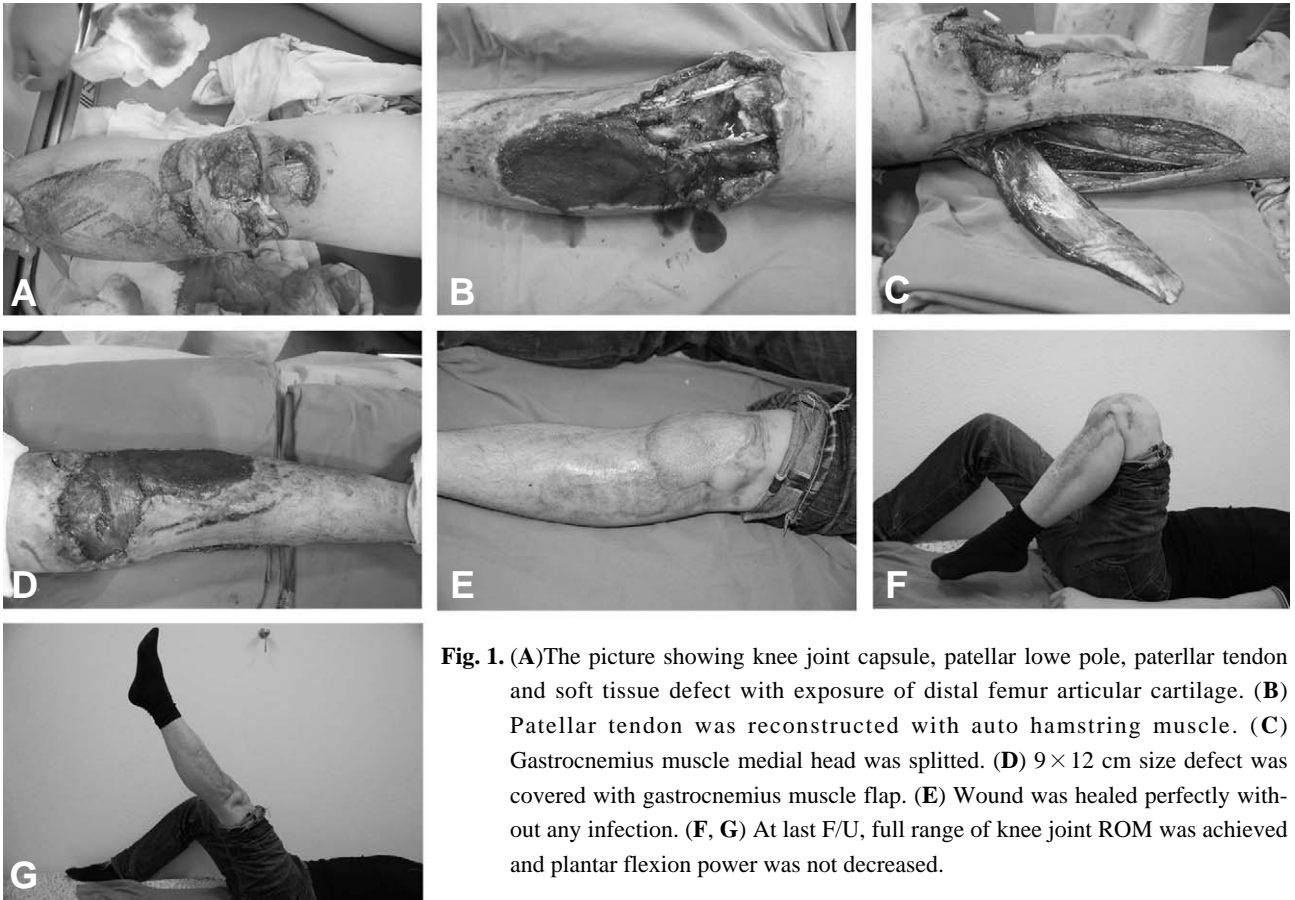


Fig. 1. (A)The picture showing knee joint capsule, patellar low pole, patellar tendon and soft tissue defect with exposure of distal femur articular cartilage. (B) Patellar tendon was reconstructed with auto hamstring muscle. (C) Gastrocnemius muscle medial head was splitted. (D) 9×12 cm size defect was covered with gastrocnemius muscle flap. (E) Wound was healed perfectly without any infection. (F, G) At last F/U, full range of knee joint ROM was achieved and plantar flexion power was not decreased.



Fig. 2. (A) 24-year-old man. Soft tissue defect with exposure of lateral malleola on the Lt. ankle was noted. (B) The defect site was covered with 11×6 cm size dorsalis pedis flap. (C) Thin flap was taken at original defect site and there was no specific problem at donor site.

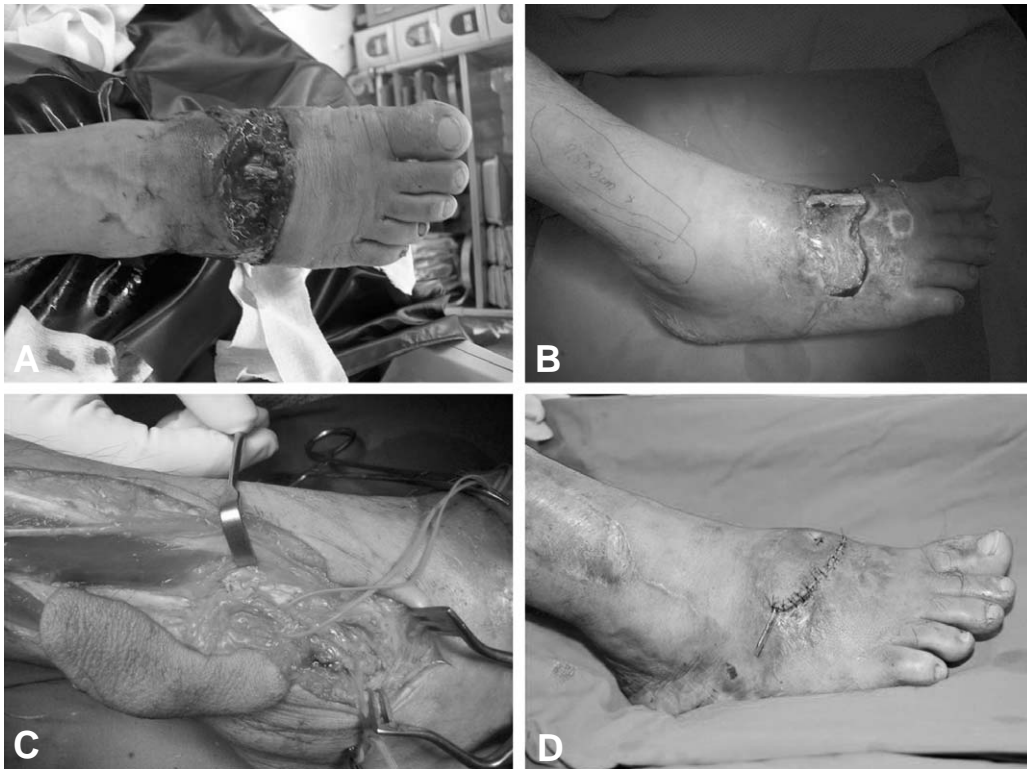


Fig. 3. (A) Post-traumatic soft tissue defect over the Rt. Foot dorsal aspect in a 43-year-old man. (B) 9.5×3 cm size lateral supra-malleolar flap was designed. (C) The flap raised and rotated with reverse flow pattern. (D) The flap survived and defatting procedure was performed.

근위부에서 혈관경을 찾고 원위부에서 혈관을 결찰한 다음 내측, 외측에서 피판을 분리하고 피하로 피판을 이동시켰다. 최종 추시 사진에서 계획 했던 대로 얇은 피판으로 회복이 되었고 공여부에서도 피부 이식이 잘 생착하였다(Fig. 2).

증례 3

남자 43세 환자로 무거운 물체가 떨어진 후 생긴 우측 족배부의 연부 조직 파사에 대해 외측 과상부 피판술을 하였다. 비골 동맥의 천공지가 나오는 부분을 포함해서 9.5×3 cm 크기의 도안을하고 피판으로 가는 혈관경을 찾은 다음 표재성 비골신경에 손상을 주지 않고 피판을 분리하였다. 결손부위가 비교적 원위부 이었기 때문에 역행성 혈류 형태의 피판을 계획하였고 lateral tarsal artery와 문합하는 부분까지 박리한 후 이곳을 회전 지점으로 하여 피판을 피하로 이동시켰다. 피판은 생존하였으나 환자는 신발 신을 때 걸린다고 불편함을 호소하여 지방제거술을 하였다(Fig. 3).

V. 고 찰

가. 비복근 피판술

비복동맥(sural artery)은 슬와동맥(popliteal artery)에서 기시하여 비복근 내로 주행하며 비복근과 그 위의 연부 조직에 근피부 천공지의 형태로 혈액을 공급하고 내, 외측 표재성 비복 신경과 같이 주행을 한다.¹

비복근 피판술은 해부학적 변이가 적은 비복 동맥의 하나를 혈관경으로 가지는 근 피판술이기 때문에 술기가 쉽고 안전하다는 장점이 있어 원위 대퇴골부위, 근위 경골부위의 중앙 절제술 후 발생한 연부 조직 결손에 사용되어지거나^{2,3} 풍부한 혈액 공급이 가능하다는 근육 피판술의 장점⁴을 이용하여 감염성 인공 슬관절의 재건술에도 사용되어지며^{5,6} 외상으로 인해 대퇴 사두근의 신전기전 손상 시 이의 재건을 위해서도 사용이 가능⁷ 근 피판술이다.

본 논문의 경우는 외상으로 인해 근위 경골부의 연부 조직 결손이나 슬관절의 신전기전 손상이 발생한 경우였으며 술 전 균 검사에서 MRSA가 2례에서 양성 소견을 보였으나 비복근 근피판술로 감염 소견 없이 치유되었다.

나. 역행성 비복 동맥 피판술

역행성 비복 동맥 피판술은 비복 신경과 같이 주행하는 중앙 표재성 비복 동맥(median superficial sural artery)을 근거로 하는 근막 피부 피판술(fasciocutaneous flap)로서 하퇴부에서 나오는 비골 동맥의 격막피부 천공지(septocutaneous perforator)와 혈관망을 형성해 역행성 혈액 공급을 받는다.⁸ 혈관의 해부학적 변이가 적으며 하지의 중요 혈관에 손상을 주지 않는다는 점, 공여부의 기능 결손이 없는점, 미세 수술 술기가 필요하지 않다는 장점으로 하퇴 원위부, 족부의 재건에 널리 사용되어 지고 있는 피판술이다.^{9,10} 하지만 이런 장점에도 불구하고 그동안 많은 저자들에 의해 보고된 피판 괴사율은 5~36%로 다양하다(Yilmaz 등¹¹ 12%, Hasegawa 등¹² 5%, Fracalvieri 등¹³ 17%, Baumeister 등¹⁰ 36%). 피판의 괴사를 일으키는 여러 가지 원인 중 정맥 울혈이 주된 원인의 하나로 지목되고 있다.^{10,14} 원위 기저부 역행성 비복 동맥 피판술은 2개의 정맥 배농 경로를 갖는데 소복재 정맥(small saphenous vein)과 비복 신경에 동반하는 동반 정맥(vena comitans)이 그것이고 이 둘은 oscillating avalvular vein으로 연결된다.¹⁵ 평소 소복재 정맥은 슬와 정맥으로 연결되는데 정맥의 결찰로 인하여 정맥혈의 유출이 막히게 되고 정맥혈은 oscillating avalvular vein을 통해 비복 신경의 동반 정맥으로 향하게 되어 결과적으로 가느다란 직경의 비골 동맥 천공지의 정맥으로 배액이 된다.¹⁴ 이런 정맥간 전달(veno-venous communications¹⁶)의 부조화 외에도 피판에 역행성 혈류가 흐르기 때문에 정맥에 있는 판(valve) 자체가 정맥 울혈 발생에 관계하고 있다고 알려져(valvular incompetency^{17,18}) 이것을 해결하기 위해 여러 변형 방법이 보고되고 있다(Wong과 Tan의 복재 정맥의 정맥 절개술¹⁴, supercharge 방법을 이용하는 방법⁹, gastrocnemius muscle cuff technique¹⁹, 혈관경을 피하터널보다 밖으로 유출시키는 방법²⁰).

저자들의 경우에도 수술 후 정맥 울혈이 4례(57%)에서 발생하였고 3례에서는 시간이 흐르며 호전되어 특별한 조치가 필요하지 않았으나 1례에서는 피판 변연부의 부분 괴사가 발생하여 추가적인 조치가 필요하였다. 피판의 생존율을 높이기 위해 앞에서 언급한 여러 저자들^{9,14,19,20}의 방법들을 적극 고려해보는 것이 좋을 듯 하다. 1례에서 공여부의 피부 이식부위에 혈종이 생겼는데 이는 비복 동맥이 비복근 속으로 들어가는 부위에서 결찰이 제대로 되지 않아 발생한 것으로 이런 점에 있어서도 세심한 주의가 필요하다고 생각된다.

다. 족배 동맥 피판술

족배 동맥 피판술은 피판이 얇고 유연하며 혈관경이 길다는 특성이 있고²¹ 특히 피하지방과 근막의 구성이 수부와 유사하다는 점, 건과 신경을 복합 피판(compound flap)의 형태로 사용 할 수 있다는 장점이 있어 요즘에는 수부 재건에 주로 사용 되어 지는 피판술이다.²² 하지만 이런 장점들이 있음에도 불구하고 공여부의 이환율(상처 회복의 지연성, 과도한 반흔 생성, 조직 구축, 이상 감각, 제 1 족지의 괴사, 골수염 등)이 문제점으로 지적되고 있다.^{23,24}

저자들의 경우 최종 추시 시까지 공여부에서 심각한 문제점은 발생하지 않았으나 건측에 비해 감각저하가 관찰되었다. 공여부의 이환율을 줄이기 위해서는 피판 거상시 신전건의 부건(paratenon)을 잘 보존해야 하고 환자 선택을 잘해서 비교적 두꺼운 두께의 피부 이식을 하고 너무 크지 않은 크기의 피판을 가능한 근위부에서 도안하는 것이 필요하다고 생각된다.

라. 외측 과상부 피판술

외측 과상부 피판술은 비골 동맥 천공지의 상행 분지로 부터 혈액 공급을 받는 피판으로서 하지의 주된 혈관에 손상을 주지 않고 시행 할 수 있으며 유리 피판술을 하게 되면 피판의 두께가 두껍다는 단점을 해결하기 위해 지방 근막 피판(adipofascial flap)의 형태로 얇은 피판을 얻을 수도 있는 장점이 있다.²⁵ 가장 흔히 쓰이는 근막피부 피판인 비복 동맥 피판과 비교하였을 때 또 다른 장점으로는 비복 동맥의 천공지가 전경골 동맥(anterior tibial artery)의 분지인 전외측 족근과 동맥(anterolateral malleolar artery)과 문합 되고 족부의 족근 동 동맥(tarsal sinus artery)까지도 연결되는 것을 이용하여 비복 동맥 피판 보다 족배부 원위부의 결손을 덮어줄 수가 있다.²⁶ 이에 어떤 저자들은 외측 과상부 피판술은 주로 족배부의 결손에, 비복 동맥 피판술은 원위 하퇴부, 족관절등에 사용하도록 권유하는 저자도 있으며²⁶ 외측 과상부 피판술은 체중부하 부위에는 사용하지 말라는 저자²⁷도 있다.

본 연구에서도 외측 과상부 피판술은 족배부의 결손에만 사용하였고 체중 부하 부위의 결손에 대하여는 비복 동맥 피판술을 사용하여 위의 저자들^{26,27}과 같은 의견을 보였다. 1례에서는 신발을 신기 불편하다고 하여 지방 제거술을 하였는데 이런 점은 지방근막 피판을 이용하여 극복할 수 있을 것으로 생각된다.

비골 신경에 생긴 신경종을 보고한 경우도 있으나²⁸ 저자들의 경우 비골 신경을 희생시키지 않고 피판술을 하였으므로 신경자극 증상을 호소한 환자는 없었다.

마. 가자미근 피판술

가자미근 피판술은 후 경골 동맥에서 나오는 2~3개의 천공지를 이용하여 역행성으로 사용 할 수 있고 혈액 공급이 풍부해 치료를 촉진하고 감염에 강하다는 장점을 가진 근피판술로²⁹ 주로 원위 1/3부위의 개방성 경골 골절에 사용될 수 있다. 내측 가자미근만 이용할 경우에는 외측 가자미근과 비복근이 남아있어 족관절의 굴곡에 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있으며 본 연구에서도 근력 약화는 관찰 되지 않았다. 하지만 내측 가자미근 피판술은 연부 조직의 결손이 50 cm² 이상일 경우에는 사용이 어렵다는 단점이 있으며³⁰ 저자들의 경우에서도 21 cm²의 크지 않은 결손 부위에 사용하였다.

VI. 결 론

저자들의 연구 결과 비복근을 이용한 근피판술은 경골 근위부, 슬관절 부위에서 사용 할 수 있고, 족배 동맥 피판술은 얇은 두께의 피판이 필요한 족관절 부위, 외측 과상부 피판술은 족배부와 족관절 부위, 역행성 내측 가자미근 피판술은 경골 원위부에, 비복 동맥 피판술은 하퇴부, 족관절 부위, 특히 체중 부하 부위 등에 사용 되어 질 수 있다고 생각된다.

상기한 바와 같이 국소 피판술은 유리 피판술과 대비되는 여러 장점이 있는 피판술로서 적절한 환자군에서 정확한 적응증을 가지고 정확한 술기를 한다면 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Chung YJ, Kim G, Sohn BK: Reconstruction of a lower extremity soft-tissue defect using the gastrocnemius musculoadipofascial flap. *Ann Plast Surg* 49: 91, 2002.
- 2) Malawer MM, Price WM: Gastrocnemius transposition flap in conjunction with limb-sparing surgery for primary bone sarcomas around the knee. *Plast Reconstr Surg* 73: 741, 1984.
- 3) Buchner M, Zeifang F, Bernd L: Medial gastrocnemius muscle flap in limb-sparing surgery of malignant bone tumors of the proximal tibia: mid-term results in 25 patients. *Ann Plast Surg* 51: 266, 2003.
- 4) Feldman JJ, Cohen BE, May JW, Jr.: The medial gastrocnemius myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 61: 531, 1978.
- 5) Gerwin M, Rothaus KO, Windsor RE, Brause BD, Insall JN: Gastrocnemius muscle flap coverage of exposed or infected knee prostheses. *Clin Orthop Relat Res*: 64, 1993.
- 6) Adam RF, Watson SB, Jarratt JW, Noble J, Watson JS: Outcome after flap cover for exposed total knee arthroplasties. A report of 25 cases. *J Bone Joint Surg Br* 76: 750, 1994.
- 7) Warriar SK, Mah E, Morrison WA: Extended medial gastrocnemius myocutaneous flap in repair of the quadriceps extension mechanism. *ANZ J Surg* 76: 1110, 2006.
- 8) 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* 89: 1115, 1992.
- 9) Tan O, Atik B, Bekerecioglu M: Supercharged reverse-flow sural flap: a new modification increasing the reliability of the flap. *Microsurgery* 25: 36, 2005.
- 10) Baumeister SP, Spierer R, Erdmann D, Sweis R, Levin LS, Germann GK: A realistic complication analysis of 70 sural artery flaps in a multimorbid patient group. *Plast Reconstr Surg* 112: 129; discussion 141-122, 2003.
- 11) Yilmaz M, Karatas O, Barutcu A: The distally based superficial sural artery island flap: clinical experiences and modifications. *Plast Reconstr Surg* 102: 2358, 1998.
- 12) Hasegawa M, Torii S, Katoh H, Esaki S: The distally based superficial sural artery flap. *Plast Reconstr Surg* 93: 1012, 1994.
- 13) Fracalvieri M, Verna G, Dolcet M, et al: The distally based superficial sural flap: our experience in reconstructing the lower leg and foot. *Ann Plast Surg* 45: 132, 2000.
- 14) Wong CH, Tan BK: Intermittent short saphenous vein phlebectomy: an effective technique of relieving venous congestion in the distally based sural artery flap. *Ann Plast Surg* 58: 303, 2007.
- 15) Taylor GI, Caddy CM, Watterson PA, Crock JG: The venous territories (venosomes) of the human body: experimental study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 86: 185, 1990.
- 16) Lin SD, Lai CS, Chiu CC: Venous drainage in the reverse forearm flap. *Plast Reconstr Surg* 74: 508, 1984.
- 17) Timmons MJ: William Harvey revisited: reverse flow through the valves of forearm veins. *Lancet* 2: 394, 1984.
- 18) Nakajima H, Imanishi N, Aiso S, Fujino T: Venous drainage of the radial forearm and anterior tibial reverse flow flaps: anatomical and radiographic perfusion studies. *Br J Plast Surg* 50: 389, 1997.
- 19) Al-Qattan MM: Lower-limb reconstruction utilizing the

- reverse sural artery flap-gastrocnemius muscle cuff technique. *Ann Plast Surg* 55: 174, 2005.
- 20) Maffi TR, Knoetgen J, 3rd, Turner NS, Moran SL: Enhanced survival using the distally based sural artery interpolation flap. *Ann Plast Surg* 54: 302, 2005.
- 21) Eo S, Kim Y, Kim JY, Oh S: The versatility of the dorsalis pedis compound free flap in hand reconstruction. *Ann Plast Surg* 61: 157, 2008.
- 22) Adani R, Marcoccio I, Tarallo L: Flap coverage of dorsum of hand associated with extensor tendons injuries: A completely vascularized single-stage reconstruction. *Microsurgery* 23: 32, 2003.
- 23) Samson MC, Morris SF, Tweed AE: Dorsalis pedis flap donor site: acceptable or not? *Plast Reconstr Surg* 102: 1549, 1998.
- 24) Ghareeb FM: Using the extensor digitorum brevis muscle to improve donor-site morbidity of the dorsalis pedis flap. *Plast Reconstr Surg* 109: 2031, 2002.
- 25) Lee YH, Rah SK, Choi SJ, Chung MS, Baek GH: Distally based lateral supramalleolar adipofascial flap for reconstruction of the dorsum of the foot and ankle. *Plast Reconstr Surg* 114: 1478, 2004.
- 26) Agir H, Sen C, Onyedi M: Extended lateral supramalleolar flap for very distal foot coverage: a case with arteriovenous malformation. *J Foot Ankle Surg* 46: 310, 2007.
- 27) Voche P, Merle M, Stussi JD: The lateral supramalleolar flap: experience with 41 flaps. *Ann Plast Surg* 54: 49, 2005.
- 28) Touam C, Rostoucher P, Bhatia A, Oberlin C: Comparative study of two series of distally based fasciocutaneous flaps for coverage of the lower one-fourth of the leg, the ankle, and the foot. *Plast Reconstr Surg* 107: 383, 2001.
- 29) Pu LL: Successful soft-tissue coverage of a tibial wound in the distal third of the leg with a medial hemisoleus muscle flap. *Plast Reconstr Surg* 115: 245, 2005.
- 30) Pu LL: Further experience with the medial hemisoleus muscle flap for soft-tissue coverage of a tibial wound in the distal third of the leg. *Plast Reconstr Surg* 121: 2024, 2008.