大 韓 微 細 手 術 學 會 誌
Vol. 13, No. 1, May, 2004

정맥 문합 만을 위한 교차-하지 유리 피판술을 이용한 하지의 재건

대구현대병원「김&우」수부외과 및 미세재건수술센터,
울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실*

우상현 · 김경철 · 이기준 · 김진삼* · 김주성

— **Abstract** —

Lower Extremity Reconstruction with Cross-Leg Free Flap Only for Vein Anastomosis

Sang Hyun Woo, M.D., Kyung Chul Kim, M.D., Gi Jun Lee, M.D., Jin Sam Kim, M.D.*, Joo Sung Kim, M.D.

Kim & Woo's Institute for Hand & Reconstructive Microsurgery, Hyundae General Hospital, Taegu, Korea
**Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan, College of Medicine, Seoul, Korea*

This study was designed to introduce the cross-leg free flap only for vein anastomosis as an alternative salvage method for the reconstruction of severe soft tissue defects in vascular-compromised lower extremities. Four cross-leg free flap reconstructions were performed using the latissimus dorsi muscle to reconstruct soft tissue defects in the lower extremity. The recipient artery was confined to the ipsilateral side and the venous anastomosis was carried out in the contralateral side. Both legs were immobilized together with an external fixator. All patients were males, and had a mean age of 31 years. The mean time of pedicle division was 8.8 days range of 7 to 10 days. The mean size of the flap was 186.5 cm^2. All flaps survived after pedicle division without venous congestion. There was no complication in joint stiffness, nor donor site morbidity except for a linear scar. The cross-leg free flap only for vein anastomosis is a refinement of a salvage procedure used for the reconstruction of severe soft tissue defects in vascular-compromised lower extremities.

Key Words: Cross-leg free flap, Lower extremity reconstruction, Vein repair.

Running title: Cross-leg flap, Vein repair,
본 논문의 요지는 2003년 11월, 제 22차 대한미세수술학회 추계학술대회 (서울, 카톨릭의과대학)에서 발표되었음.

Ⅰ. 서 론

교차-하지 피판술은 1854년 Hamilton[1]이 처음 소개한 이후 1950년대 Stark[2]이 하지 재건의 유용한 방법으로 정리하였다. 1970년대 이후에는 미세수술을 이용한 유리 피판술이 임상에 적극적으로 도입되면서, 하지 재건에 있어서도 유리 피판술의 중요성이 부각되어 현재는 가장 중요한 방법으로 고려되고 있다. 그러나 심각한 혈관 손상을 동반한 하지의 개방성 복잡 분쇄 골절이나 광범위한 연부 조직 결손이 있는 경우에는 일반적인 유리 피판술로 재건하기 힘들어지는 경우가 종종 있다. 이를 극복하기 위하여 여러 가지 변형된 유리 피판술이 시행되고 있다. 그 중에서도 특히 피판의 동맥과 연결할 수혜부의 적당한 동맥을 환부에서 찾을 수 없거나 하나 밖에 남지 않은 경우에는 반대편 하지에서 혈관 문합을 시행하는 교차-하지 유리 피판술을 마지막으로 고려할 수 있다.[3-8]

저자들은 교차-하지 피판을 시행해야 할 경우에 동맥 문합은 환측의 하지에서 시행하고, 정맥 문합은 건측에서 시행한 변형된 교차 하지 유리 피판술을 시행하여 이에 만족할 만한 결과를 얻었다. 이에 시행한 증예들을 후향적으로 분석하고, 자세한 수술 방법과 수술의 적응증을 소개하고자 한다.

Ⅱ. 대상 및 방법

가. 대상

최근 4 년간 하지에 발생한 광범위한 개방성 연부 조직 결손에 대해 유리 근피판 수술을 시행한 65예의 환자 중에서 정맥 문합만을 위한 교차-하지 유리 피판술을 시행한 환자 4예를 대상으로 하였다 (Table 1). 대상 환자들은 모두 남자였으며, 평균 연령은 31(5 54) 세였다. 수혜부는 경골 근위부의 연부 조직 결손이 1예, 슬관절 부위의 환상형(circumferential) 연부 조직 결손이 1예, 경골 원위부의 결손이 1예, 족배부와 발목 관절 주위의 결손이 각 1예가 있었다. 동맥 문합 방법은 전 경골 동맥에 단측 문합이 2예, 후 경골 동맥에 단단 문합이 1예, 나머지 1예에서는 원위부에 기저를 둔 족배 동맥에 문합을 하였다. 이전 손상과 미세 수술로 수혜부 주위의 광범위한 반흔으로 2예서는 동반 정맥이나 피하 정맥 모두 문합을 하기에 부적합하였다. 또한 예에서는 동반 정맥과 피하 정맥에 모두 문합을 시도하였으나 수술 직 후 피판에서 정맥 충혈이 지속되어 교차-하지 정맥 문합을 시도하였다. 나머지 1 예서는 술 후 6시간에 발생한 정맥 충혈로 응급 구제술로 교차-하지 정맥 문합을 시도하였다.

나. 수술 방법

먼저 수혜부에 대한 광범위한 변연 절제술을 시행한 후 손상 구역(zone of injury)에서 가능한 멀리 떨어진 부위에서 수혜부의 동맥과 정맥을 박리한다. 수혜부에서 동맥과 정맥을 찾아 박리하고 가능한 한 환측에서 수혜부 정맥을 확인하도록 노력하고 이러한 방법이 모두 실패할 경우에 건측에서 충분한 길이의 대복재 정맥을 박리한 후, 가능한 환자가 편안한 자세에서 교차 하지 형태로 양측 하지를 외고정기구를 이용하여 고정하였다. 정맥 문합 부위는 부분층 피부 이식과 근 피판 일부로 피복하여 보호하고, 중력에 영향을 받지 않도록 가능한 수평하게 혈관경의 높이를 유지하였다.

술 후 5 7 일째부터 혈관 겸자를 이용하여 처음에는 10분 정도 일시적인 정맥 결찰을 하루에 3-4회 정도 시도한 후 피판의 관류 상태를 관찰하였다. 차츰 시간을 늘여 2시간 이상의 결찰에도 피판의 혈류에 변화가 없을 경우에 정맥 혈관경을 분리하면서 외고정 기구도 제거하였다. 평균 추시 기간은 10 (6 16)개월이었다.

Ⅲ. 결 과

평균 8.8 (7 10)일에 정맥 혈관경을 분리하였으며, 모든 예에서 술 후 피판의 혈류 상태는 양호하여 정맥성 충혈이나 피판의 부분적인 괴사는 관찰되지 않았다. 피판의 평균 피판 면적은 186.5 cm^2 이었으며, 광배근 피판을 이용한 수혜부의 재건에 별다른 합병증은 발생하지 않았다. 정맥 박리를 위한 절개선 반흔을 제외하고는 교차 하지 상태로 고정하였던 건측의 관절 운동 장애도 남지 않았다.

Table 1. Demographics of Patients

Case	Sex /Age	Site	Cause of injury	Gustilo type	Previous treatments	Flap size (cm)	Recipient artery	Method of artery repair	Timing of vein pedicle division
1.	M/54	Rt. Proximal 1/3rd leg	Incomplete amputation	IIIC	Revascularization & LD free flap	14×13	Anterior tibial A.	End-to-side repair	10th day
2.	M/23	Lt. Anterior knee	Composite tissue defect	-	Patella ligament repair	14×18	Posterior tibial A.	End-to-end repair	10th day
3.	M/40	Lt. ankle	Incomplete amputation	IIIC	Revascularization & LD free flap	12×6	Dorsalis pedis A.	Distally based end-to-end repair	8th day
4.	M/5	Rt. Foot & ankle	Open fracture & composite tissue defect	IIIC	Debridement & ORIF	16×15	Anterior tibial A.	End-to-side repair	7th day

1) 증례 1

23세 남자 환자로 교통 사고로 인한 슬개건 파열을 동반한 좌측 경골 근위부의 환형의 광범위한 연부 조직 손상으로 14×18 cm의 유리 광배근 피판을 이용하여 후경골 동맥에 단측 동맥 문합술을 시행한 후 적당한 수혜부의 정맥을 찾기 힘들어 정맥 문합이 불가능하여 양측 하지에 외고정 기구를 이용하여 고정한 후 건측의 대복재 정맥을 문합하였다. 술 후 7 일째부터 혈관 겸자를 이용하여 일시적인 정맥 결찰을 시도하여 술 후 10일에 정맥을 분리하면서 외고정 기구도 제거하였다. 술 후 12개월 추시 결과 피판은 완전하게 생존하였고 별다른 합병증은 발생하지 않았고, 교차 하지 상태로 고정하였던 건측의 관절 운동 장애도 남지 않았다(Fig. 1).

2) 증례 2

40세 남자 환자로 오토바이 사고로 인한 경골과 비골 원위부의 개방성 분쇄 골절과 함께 심각한 연부 조직 결손을 동반되어 일차적으로 개방성 정복술과 광배근 유리 피판으로 재건하였다. 술 후 6개월에 발목 내측에 창상 파열과 함께 금속판이 노출되어 금속판 제거를 시행하였다. 창상 변연부와 불안정 반흔을 제거하고 12×6 cm의 유리 광배근 피판을 재건하였다. 피판의 흉배 동맥은 원위부에 기저를 둔 족배 동맥에 연결하고, 피하 정맥에 흉배 정맥을 연결하였다. 그러나 술 후 6시간에 정맥성 충혈이 발생하여 응급 구제술을 시행하였다. 피판 주위에서 추가 혈관 탐색에 의한 정맥 문합이 불가능하여 양측 하지에 외고정 기구를 이용하여 고정한 후 반대측 대복재 정맥을 문합하였다. 술 후 6일째부터 혈관 겸자를 이용하여 일시적인 정맥 결찰을 시도하여 술 후 8일에 정맥을 분리하면서 외고정 기구도 제거하였다. 피판은 별다른 합병증 없이 생착하였으나 술 후 6주부터 피판 하부에서 약간의 화농성 배액이 있어 술 후 9개월에 만성 골수염으로 인한 누관(fistula)이 형성되어 치료중이다(Fig. 2).

3) 증례 3

5세 남자 환자로 교통 사고로 인한 족배부의 광범위한 연부 조직 결손과 골 결손으로 16×15 cm의 유리 광배근 피판을 이용하여 전경골 동맥에 단측 동맥 문합술을 시행한 후 적당한 수혜부의 정맥을

Fig. 1. (**A**) 23-year-old man sustained extensive soft tissue defect with a concomitant patellar tendon rupture of the left knee due to a motor vehicular accident. (**B**) The defect was covered with a latissimus dorsi muscle free flap with cross-leg vein anastomosis. On the 7th day after operation, intermittent pedicle clamping was started on the venous pedicle. (**C**) and (**D**) Appearance 12 months after the operation.

찾기 힘들어 정맥 문합이 불가능하여 양측 하지에 외고정 기구를 이용하여 고정한 후 건측의 대복재 정맥을 문합하였다. 술 후 5일째부터 혈관 겸자를 이용하여 일시적인 정맥 결찰을 시도하여 술 후 7일에 정맥을 분리하면서 외고정 기구도 제거하였다. 술 후 9개월 추시 결과 피판은 완전하게 생존하였고 별다른 합병증은 발생하지 않았고, 교차 하지 상태로 고정하였던 건측의 관절 운동 장애도 남지 않고 안정된 피부 상태를 보였다(Fig. 3).

IV. 고 찰

미세 수술 기법의 발전으로 인해 하지의 광범위한 피부 결손은 유리 피판술로 의해 대부분 치료가 가

Fig. 2. (**A**) 40-year-old man sustained a Gustilo type IIIC open fracture of the left distal tibia and fibula. (**B**) Preoperative radiograph. (**C**) Six months after a primary latissimus dorsi myocutaneous free flap, an open wound developed, exposing a segment of metal plate. (**D**) Venous congestion after a secondary latissimus dorsi myocutaneous flap. (**E**) Latissimus dorsi flap salvaged with a cross-leg venous anastomosis. (**F**) Appearance 9 months after the operation. Note the chronic draining fistula on the flap site due to osteomyeltis.

능하다. 그러나 Gustilo 분류 IIIC[9] 경우처럼 환측의 하지에 관류를 담당하는 주요 혈관의 손상이 동반되는 경우에는 고식적인 유리 피판술이 어렵게 된다. 이를 극복할 수 있는 방법으로는 남아 있는 혈관에 피판의 혈관경을 단측 문합하여 환측의 혈류를 보존하면서 피판을 전이할 수 있다. 또한 손상 구역을 벗어나 근위부의 혈관을 사용하는 대신에 원위부에 기저를 둔 동맥을 이용할 수도 있다.[10-12] 이러한 방법으로도 불가능한 경우에는 교차-하지 피판술은 반대측의 건강한 혈관을 이용하여 하지를 재건하는 가장 마지막 단계의 구제술 방법이다.

교차-하지 유리 피판술은 Taylor 등[3]에 의해 1979년에 장골 골피판(iliac osteocutaneous flap) 전이술에서 공여 혈관에 발생한 비가역적인 혈관 연축을 극복하기 위하여 건측의 후 경골 혈관으로 피판을 전이한 것이 처음으로 보고되었다. 그 후 Townsend[4]는 이 방법을 개선하여 선택적으로 적용하여 10예에서 심부 장골 회선 동맥을 이용한 교차-하지 피판술의 성공적인 재건을 보고하였고, 소아에서 발생한 족부와 족관절 부위의 심한 연부 조직 손

Fig. 3. (**A**) A 5-year-old boy sustained an extensive open wound on the dorsum of the right foot. (**B**) and (**C**) The extensive defect was covered with a latissimus dorsi myocutaneous cross leg-free flap only for vein repair. Appearance 6 months after the operation. (**D**) Preoperative angiogram shows the posterior tibial artery singly perfusing the right foot. (**E**) Postoperative radiograph at 9 months.

상에서 유리 피판술이 불가능한 경우 교차-하지 피판술을 하나의 대안으로 제시 되었다.[13] 연부 조직뿐만 아니라 비골을 포함하는 복합 조직 피판을 교차-하지 형태로 고정한 후 술 후 26일에 분리하고, 혈관 조영술을 통해 이식된 비골이 주 혈관경 없이도 주변으로부터 혈관이 새로이 형성되었다.[14] 즉, 수혜부와 피판 사이에 새로운 신생 혈관이 형성되는 충분한 시간이 경과하면 혈관 분리 후에도 피판이 생존할 수 있다. 그래서 이 방법은 주위 조직의 부종과 염증이 심하여 정맥 이식을 이용할 수 없는 경우와 하지 절단 전의 마지막 재건 방법으로 젊은 환자에게 적용될 수 있다.

교차-하지 피판의 단점으로는 장기간 두 다리를 고정해야 하고, 점진적인 지연 처치(delay procedure) 후에 혈관 분리를 해야 하는 번거로운 단점이 있다. 그래서 피판 혈관경의 분리 시기를 결정하기 위해 레이저 도플러를 이용할 수도 있고[15], photoplethysmograph[16]의 유용성에 대한 보고도 있다. 일반적으로 전이된 피판에 안정적인 혈류 확보를 위해서는 일반적으로 피부 피판(skin flap)의 경우 약 3주, 근육 피판의 경우 평균 4주가 소요된다.[3-7]

정맥성 고혈압이 있는 경우에 Chen 등[17]은 정맥 혈관경을 술 후 2주에 분리하였다. 혈관을 분리하기 전에 간헐적인 혈관 폐쇄를 시도하다가 1시간 이상 폐쇄에도 피판의 혈류가 안정적으로 유지되면 혈관 분리가 가능하다.[4] 양측 하지에 피판 고정 시기를 줄

이기 위해서는 무혈성 수혜부(avascular bed)의 면적은 좁히고, 피판과 수혜부 사이의 접촉 면적을 최대한 넓혀야 한다. 피판과 수혜부 사이에 접촉에 의한 신생 혈관 형성(neoangiogenesis)은 술 후 3 5 일이 되면 모세혈관이 자라 들어오기 시작해서, 5일 이상 경과되면 혈관 연결이 되어 피판 내 독성 대사 물질(toxic metabolic products)이 혈장의 유출 흐름을 따라 배출된다.[18,19] 또한 수지 첨부 재접합 수술에서 동맥 문합만 가능하고 정맥 문합이 불가능한 경우에 다양한 방법으로 구제술을 시행하면 평균 7.6일 정도 지나면 새로운 정맥 형성이 시작되어 외부 출혈(external bleeding) 없이도 원활한 혈액 순환을 얻을 수 있다.[20] 이런 사실에 착안하여 일반적인 교차-하지 피판의 장기간의 양측 하지 고정을 줄일 수 있는 방법을 고안하게 되었다. 즉, 여러 가지 원인으로 교차-하지 피판 수술을 해야 하는 경우에 동맥 문합은 환측에서 실시하고, 정맥 문합만 반대편에서 시행하여 양측 하지 고정으로 인한 환자의 불편함을 줄일 뿐만 아니라 족 관절이나 슬관절의 강직을 예방할 수 있도록 혈관경 분리 시기를 앞당기도록 하였다. 본 4예의 증예들 중에서 첫 번째 증예는 술 후 7일째부터 혈관 겸자를 이용하여 정맥 압박을 시작하여 술 후 10일째 혈관경의 분리에 성공하였다. 마지막 증예는 술 후 5일에 정맥 압박을 시작하여 7일째에 피판의 혈관경을 분리하였지만 피판의 정맥성 충혈이나 피판의 부분적인 괴사가 전혀 발생하지 않았다. 그러나 술 후 5일에 처음으로 정맥 결찰을 시작할 때는 수술실에서 여러 사람에 의해 직접 관찰하는 가운데 10분 정도 시행하여 피판의 정맥 충혈 상태로 발생될지도 모르는 응급 수술에 대한 대비를 해야 한다. 하루에 3 4회 반복하면 지연 처치의 효과를 얻을 수 있고, 다음 날에는 20 30분 정도로 점차적으로 압박 시간을 증가시켜 3일째는 1 2 시간을 시행하여 피판 관류에 문제가 없으면 혈관경을 분리하였다.

양측 하지의 고정에는 외 고정기를 사용하여 근육피판으로 정맥 혈관경을 덮지 않고 단지 피부 이식으로만 피복하고 바셀린 거즈와 연고로 습한 상태를 유지 하였다. 가능한 편안한 자세로 양측 하지를 고정하고, 정맥 혈관경은 중력에 의해 아래로 쳐지지 않도록 양측 하지와 같은 높이를 유지하여 피판에서 배액이 잘 되도록 하였다.

정맥 문합만을 건측에서 시행하는 개선된 교차-하지 피판술을 시행하여 평균 1주일 정도의 고정만으로도 피판의 생존과 안정된 혈류를 확보한다면 일반적인 교차-하지 피판술에서 발생하는 여러 가지 불편함을 줄일 수 있다. 이러한 방법은 환측의 동반 정맥이나 인접한 피하 정맥에 피판의 정맥을 문합하여 지속적으로 피판에 정맥 충혈이 발생되거나, 정맥의 상태가 문합 할 수 없거나, 인접한 곳에서는 정맥의 박리가 불가능 한 경우에만 시행하게 된다. 주로 이러한 경우들은 하지 재접합 수술이나 이전 유리 피판 술 등으로 손상 구역 주위에 반흔이 심각하거나, 하지에 발생한 환형 결손이 있거나, 또는 유리 피판술 후 정맥성 혈류 부전이 발생하여 응급으로 재혈행화 작업이 필수적이나 추가 혈관 탐색에 의한 정맥 문합이 불가능한 경우, 마지막으로 소아나 노인 환자에서 수혜부에 적절한 정맥을 찾을 수 없는 경우 등이다.

V. 결 론

심각한 혈관 손상을 동반한 하지의 개방성 복잡 분쇄 골절이나 광범위한 연부 조직 결손이 있는 경우에 정맥 문합 만을 건측에서 시행하는 개선된 교차-하지 피판술을 시행하여 평균 8.8일에 혈관경을 분리하여 피판의 완전한 생존을 얻을 수 있었다. 이 방법은 일반적인 교차-하지 피판술에서 발생하는 여러 가지 불편함을 줄일 수 있어 제한된 적응증에 시행한다면 미세 수술적 하지 구제술의 유용한 한 방법으로 고려될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1) Long CD, Granick MS, Solomon MP: *The cross-leg flap revisited. Ann Plast Surg 30: 560, 1993.*
2) Stark RB: *The cross-leg flap procedure. Plast Reconstr Surg 9: 173, 1952.*
3) Taylor GI, Townsend P, Corlett R: *Superior of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps. Plast Reconstr Surg 64: 745, 1979.*
4) Townsend PLG: *Indications and long-term assess - ment of 10 cases of cross-leg DCIA flaps. Ann Plast Surg 19: 225, 1987.*

5) Lee HK, Lee JH, Park C, Tark KC: *Lower leg resurfacing by ‘cross-leg fashioned’various free flap. J Korean Soc Plast Reconstr Surg 22: 1237, 1995.*
6) Chen H, El-Gammal TA, Wei F, Chen H, Noordhoff MS, Tang Y: *Cross-leg free flaps for difficult cases of leg defect: Indications, pitfalls, and long-term results. J Trauma 43: 486, 1997.*
7) Woo SH, Kang MS, Kim SE, Seul JH: *Vascular compromised lower leg reconstruction with modified microsurgical salvage procedures. J Korean Soc Plast Reconstr 26: 767, 1999.*
8) Jung JM, Kim JS, Baek GH, Chung MS, Woo SH: *Cross-leg free flap for the reconstruction of defects in replanted or revascularized lower extremities, J Korean Orthop Assoc 36: 501, 2001.*
9) Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN: *Problems in the management of Type III(severe) open fractures. A new classification of type III open fractures. J Trauma 24: 742, 1984.*
10) Kolker AR, Kasabian AK, Karp NS, Gottlieb JJ: *Fate of free flap microanastomosis distal to the zone of injury in lower extremity trauma. Plast Reconstr Surg 99: 1068, 1997.*
11) Haddad JL, Otero AG, Lopez H, Sastre N: *Free flap with reversed arterial flow in the leg: case report. J Reconstr Microsurg 11: 351, 1995.*
12) Stompro BE, Stevenson TR: *Reconstruction of the traumatized leg: Use of distally based free flaps. Plast Reconstr Surg 93: 1021, 1994.*
13) James M, Anthony D, Malcolm M: *Use of cross-extremity flaps stabilized with external fixation in severe pediatric foot and ankle trauma: An alternative to free tissue transfer. J Pediatr Orthop 18: 26, 1998.*
14) Chen HC, Mosely LH, Rang Y, Wei F, Noordhoff MS: *Difficult reconstruction of an extensive injury in the lower extremity with a large cross-leg microvascular composite-tissue flap containing fibula. Plast Reconstr Surg 83: 723, 1989.*
15) Brenman SA, Barber WB, Pedersen WC, Barwick WJ: *Pedicled free flaps: Indications in complex reconstruction. Ann Plast Surg 24: 420, 1990.*
16) Jones ME, Withey S, Grover R, Smith PJ: *The use of the photoplethysmograph to monitor the training of a cross-leg free flap prior to division. Br J Plast Surg 53: 532, 2000.*
17) Chen H, Tang Y, Wei F, Noordhoff MS: *Venous bridge used in free-flap transfer for the lower leg in the presence of venous hypertension: A case report. Br J Plast Surg 40: 527, 1987.*
18) Serafin D, Shearin JC, Georgiade, NG: *The vascularization of free flaps: A clinical and experimental correlation. Plast Reconstr Surg 60: 233, 1977.*
19) Nakajima T: *How soon do venous drainage channels develop at the periphery of a free flap? A study in rats. Br J Plast Surg 31: 300, 1978.*
20) Han SK, Chung HS, Kim WK: *The timing of neovascularization in fingertip replantation by external bleeding. Plast Reconstr Surg 110: 1042, 2002.*