



단일엽 회전 피판술을 이용한 당뇨병성 전족부 궤양의 치료: 5예 보고

김준범, 이봉주, 김철우, 정덕희

대전선병원 정형외과

Treatment Using a Single-Lobed Rotation Flap in Diabetic Forefoot Ulceration: Five Case Reports

Jun-Beom Kim, Bong-Ju Lee, Cheol-U Kim, Deukhee Jung

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, Daejeon, Korea

Diabetic foot ulcers can progress to the point where amputation is needed, and so these ulcers require active treatment. Skin grafts or flaps can be performed for coverage of this type of ulcer. Local flap surgery is relatively easy to perform and good results have been previously reported. We performed single-lobed rotation flap on 5 cases of forefoot ulcer around the site of weight bearing. The location of the foot ulcers was the medial part of the first metatarsophalangeal joint in all the patients. The mean size of the defect was 4.70 cm². Managing of ulcers, controlling of diabetes and infection, and improving of peripheral blood flow were performed before surgery. In two cases, infection progressed to the articular cartilage and so metatarsophalangeal joint fusions were performed simultaneously. All the cases were completely transplanted. There was no recurrence of the ulcers, and all the patients were able to walk.

Key Words: Forefoot, Diabetes, Ulceration, Local flap

당뇨병성 족부 병변은 당뇨병과 관련되어 족부에 발생하는 다양한 병적 상태를 모두 포함하는 진단으로 당뇨병 환자의 약 절반이 일생에 적어도 한 번 이상 경험하게 되며 비외상성 절단의 가장 흔한 원인이 된다.^{1,2)} 회복 가능성이 없는 괴사 조직이나 감염 조직에 대해 절단술을 시행하게 되지만 일반적으로 당뇨병성 족부 궤양은 혈류 개선, 철저한 변연 절제술, 습윤 소독, 적절한 항생제 치료, 과도한 압력 제거, 음압 치료 등 다양한 치료 방법이 적용되고 있다. 특히 궤양으로 인한 조직 결손이 광범위하여 이차적 창상 치유나 일차성 봉합이 불가능할 경우 피부 이식, 또는 피판술을 시행할 수 있다.¹⁾ 본 증례들은 비교적 작은 크기의 궤양이었으나 체중부하가 가해지는 부분이고 관절 주변이기 때문에 피부 이식의 성공 가능성이 떨어진다고 판단하였다. 이에 저자들은 비교적 단순한 방법인면서 생착률이 높은 단일엽 회전 피판술을 계획하게 되었다.

저자들은 전족부 제 1중족 족지 관절부에 발생한 비교적 작은 크기의 당뇨병성 족부 궤양 5예에 대해 국소 단일엽 회전 피판술을 이용한 수술적 치료를 시행하였고 문헌 고찰과 함께 그 결과를 보고하고자 한다. 본 증례 보고는 대전선병원 윤리위원회의 심의를 통과하였다(IRB No. DSH-인-19-13).

저자들은 전족부 제 1중족 족지 관절부에 발생한 비교적 작은 크기의 당뇨병성 족부 궤양 5예에 대해 국소 단일엽 회전 피판술을 이용한 수술적 치료를 시행하였고 문헌 고찰과 함께 그 결과를 보고하고자 한다. 본 증례 보고는 대전선병원 윤리위원회의 심의를 통과하였다(IRB No. DSH-인-19-13).

증례 보고

5명의 당뇨병 환자를 대상으로 치료하였고 평균 연령은 70.8세(범위 58~79세), 평균 당뇨병 이환 기간은 10년(범위 6~20년), 수술 당시 평균 당화혈색소는 6.1% (5.6%~6.5%)였으며 족부 궤양 외 당뇨병 합병증으로 치료받는 환자는 없었다. 궤양은 Wagner 분류상³⁾ 2등급이 3명, 3등급이 2명이었다. 족부 궤양은 모두 제 1중족 족지 관절의 내측에 위치하였고 궤양으로 인한 연부조직 결손부의 크기는 평균 4.70 cm² (범위 3.00~6.25 cm²)였다. 수술은 하루 4회 혈당 측정에서 180 mg/dL 이하로 조절되고 수술 전 시행한 족관절-상박지

Received July 15, 2019 Revised November 12, 2019 Accepted November 13, 2019

Corresponding Author: Jun-Beom Kim

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, 29 Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon 34811, Korea

Tel: 82-42-220-8460, Fax: 82-42-220-8464, E-mail: kjb9290@hanmail.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7882-7057>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2019 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Demographics of Patients

Case no.	Age (yr)/Sex	Duration of DM (yr)	Wagner grade	Size (cm ²)	Defect shape	HbA1c at the operation (%)	ABI	PTA	Additional operation	Hospitalization duration (wk)	
										Total	After surgery
1	71/Male	20	III	3.00	Round	5.7	0.89	O	MTPJ fusion	13	4
2	58/Female	6	II	6.00	Oval	6.5	0.96	X	None	11	4
3	75/Male	6	III	3.75	Round	5.6	0.85	O	MTPJ fusion	8	2
4	79/Male	10	II	4.50	Oval	6.2	0.91	X	None	16	4
5	71/Male	8	II	6.25	Oval	6.5	0.89	X	None	13	5

DM: diabetes mellitus, ABI: ankle-brachial Index, PTA: percutaneous transluminal angioplasty, MTPJ: metatarsophalangeal joint.

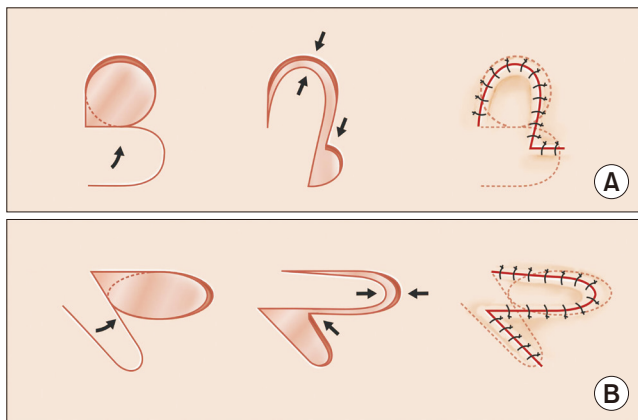


Figure 1. Single-lobed rotation flap. (A) Type 1: the excision of the defect is arranged so that right angle (90-degree angle) is formed at the base of the defect for the start of the flap. (B) Type 2: the excision of the defect is arranged so that 60-degree angle is formed at the base of the defect.

수(ankle-brachial index, ABI)가 0.85 이상인 환자에서 피판술을 시행하였다(Table 1). 골수염이 있던 2예의 경우에는 감염 내과 협진하에 정맥 항생제 사용을 지속하고 중족 족지 관절부의 연골 및 연골하골에 대한 철저한 변연 절제를 시행하였다. 혈액 검사상 백혈구(white blood cell), 적혈구침강속도(erythrocyte sedimentation rate), C반응성단백(C-reactive protein) 수치가 정상 소견을 보인 경우 피판술과 함께 중족 족지 관절 유합술을 시행하였다.

피판술은 혈액 검사 및 육안 소견상 감염이 조절되고 건강한 육아 조직이 자란 후 시행하였다. Schrudde와 Petrovici⁴⁾가 보고한 국소 피판술을 이용하였으며 피하지방층(subcutaneous fat layer)을 포함하지 않는 내에서 피판을 유리한 후 원형 결손부는 제 1형 피판술을, 타원형 결손부는 제 2형 피판술을 시행하였다(Fig. 1, 2). 원형의 결손부에 대해서는 90도 회전을, 타원형의 결손부에 대해서는 60도 회전을 줄 수 있도록 무균 마커(sterile surgical marker)를 이용하여 적절하게 피판을 도안하여 피판의 조작이 쉽고 접합현상(dog ear) 형성이 적게 일어나도록 하였다.⁴⁾ 궤양 변연부를 다듬어서(un-dermining) 피판 회전을 보다 용이하게 하고 피부의 장력이 감소되게 하였다. 나일론 4-0을 이용하여 상처를 봉합한 후 무균 거즈로 소



Figure 2. The flap was harvested as shown in this figure.

독하고 단하지 석고고정하였다. 수술 후 2일 간격으로 무균 거즈를 이용한 단순 소독(simple dressing)을 하였고 수술 후 1주째부터 상처 부위를 고려하여 단하지 석고고정 상태에서 부분 체중부하 보행을 시행하게 했으며 첫 4주간은 1주 간격으로, 이후엔 1개월 간격으로 수술 부위 평가를 시행했다. 봉합사 제거는 수술 부위의 상태에 따라 수술 후 3~4주에 시행하였고 봉합사 제거 당일 단하지 석고를 제거하였다.

1. 증례 1

75세 남자로 3.75 cm² 크기의 원형의 족부 궤양을 주소로 내원하였다. 궤양은 Wagner 분류상 3형이었고 당뇨병 이환 기간은 6년이 었다. 입원 후 하지의 3차원 혈관조영술을 시행한 후 혈관외과와 협진하여 풍선 혈관 성형술을 시행하였다. 궤양의 변연 절제술을 시행하고 창상 배양 검사를 시행하였다. 감염 및 내분비내과 협진하에 환자 상태 조절하며 입원 후 6주간 수술 전 창상 관리를 시행하였다. 수술 전 ABI가 0.85, 당화 혈색소 5.6% 측정되었다. 제 1형 피판술과 함께 관절면에 대해 철저히 변연 절제술을 시행한 후 제 1중족 족지 관절 유합술을 함께 시행하였다(Fig. 3). 수술 후 4주째 봉합사를 제거하였고 8주째 전 체중부하를 허용하였다.



Figure 3. (A) Skin closure of round defect. Preoperative photograph showing a round defect on medial side of first metatarsophalangeal joint (MTPJ). (B) Postoperative photograph showing a well covered defect of the MTPJ by single-lobed rotation flap, type 1. (C) Postoperative photograph showing good appearance of the foot at the final follow-up.

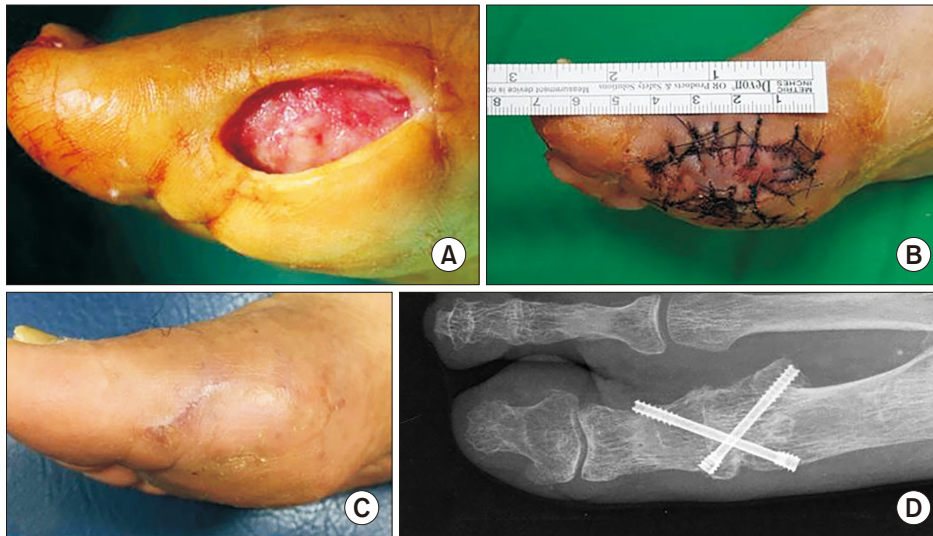


Figure 4. (A) Skin closure of oval defect. Preoperative photograph showing an oval defect on medial side of first metatarsophalangeal joint (MTPJ). (B) Postoperative photograph showing a well covered defect of the MTPJ by single-lobed rotation flap, type 2. (C) Postoperative photograph showing good appearance of the foot at the final follow-up. (D) Plain radiograph showing arthrodesis of the 1st MTPJ with headless screws.

2. 증례 2

58세 여자로 6.00 cm² 크기의 타원형의 족부 궤양을 주스로 내원하였다. 궤양은 Wagner 분류상 2형이었고 환자의 당뇨병 이환 기간은 6년이었다. 입원 후 하지의 3차원 혈관조영술 결과, 혈관 상태에 이상이 없어 별다른 처치를 시행하지 않았다. 궤양의 변연 절제술을 시행하고 창상 배양 검사를 시행하였다. 감염 및 내분비내과 협진 하에 환자 상태 조절하였다. 입원 후 7주간 수술 전 창상 관리를 시행하였다. 수술 전 ABI가 0.96, 당화 혈색소 6.5% 측정되었다. 제 2형 피판술을 시행하였다. 관절 유합술 등의 추가적인 수술적 치료는 시행하지 않았다(Fig. 4). 수술 후 3주째 봉합사를 제거하였고 4주째 전 체중부하를 허용하였다.

고 찰

당뇨병성 족부 궤양은 약 10년 이상 장기간의 유병 기간을 가진 당뇨병자에게 흔히 발생하는 합병증으로 좋지 못한 하지 혈관 상태, 감염, 불량한 혈당 조절, 불량한 전신 상태로 인해 치유가 더디고 악화와 재발이 원인이 되어 족부 궤양 환자의 14%~24%는 하지 절단을 하게 된다.⁵⁾ 족부 궤양은 당뇨병 절단의 시작이라 해도 과언이 아니며 환자에게 신체적, 정신적으로 치명적이므로 적절한 치료가 필

요하다.^{1,6)} 본 연구의 경우 모든 예에서 무지 주변 궤양이 있었는데 특히 무지의 경우 당뇨병성 족부 궤양으로 인한 절단 시 추가 변연 절제 및 추가 절단의 빈도가 높아 되도록 보존하는 것이 중요하다고 알려져 있다.⁷⁾

변연 절제술은 당뇨병성 족부 궤양에서 가장 중요한 치료 과정으로 건강하고 출혈 가능한 조직이 나올 때까지 감염 혹은 괴사된 조직을 모두 제거해야 한다.⁸⁾ 변연 절제술과 적절한 항생제 병용으로 염증을 조절하면서 상처 소독을 시행하게 되는데 상처 소독 시 육아 조직의 증식을 촉진시키기 위하여 습윤 상태 유지가 중요하다고 알려져 있으며 최근에는 음압 치료법의 효과가 보고되고 있다.⁹⁾ 최근 소개되고 있는 여러가지 생물학적 드레싱 제품은 효과 대비 비용이 많이 들고 사용이 번거로운 경우가 있으며 확실한 이론적 뒷받침이 부족하여 사용에 제약이 따른다.⁹⁾ 전 접촉 석고는 Wagner 분류상 2등급 이하의 궤양에서 비교적 혈류가 잘 유지되고 있는 경우에 시도해 볼 수 있다. 그러나 발 뒤꿈치의 궤양, 감염이 동반된 궤양, 허혈성 궤양, 협조가 안되는 환자 등에서는 금기이며 20%~30%에서 재발하는 경향이 있어 적용에 제한이 많다.¹⁰⁾

Caren 등⁹⁾은 당뇨병성 족부 궤양의 치료에서 혈관 상태 평가 및 혈관 재관류의 중요성을 보고한 바 있다. 본 연구에서도 수술 전 모든 환자에서 ABI와 하지 혈관조영술을 시행하고 혈관 상태를 파악

하여 2예에서 풍선 혈관 성형술을 시행하였으며 수술 전 ABI가 0.85 이상인 경우에 수술을 시행하였다(Table 1). ABI는 비침습적이고 선별검사(screening test)로 가장 흔히 사용되며 창상 회복의 예후를 예측하는데 도움을 줄 수 있으나 당뇨병환자의 경우 동맥의 석회화가 심하며 좁아져 있어 실제의 혈압보다 측정된 혈압이 높게 나올 수 있어 민감도가 낮고 위음성이 많으므로 결과의 해석에 주의를 요한다.¹¹⁾ 또한 발목관절 이상에서만 측정하는 값으로 발목관절 이하, 즉 족부의 혈류 상태를 정확히 반영하지 못하는 한계점이 있어 족부 절단의 예후와 위치를 결정하는 데 큰 도움이 되지 못할 수 있다는 단점이 있다. 하지만 본 연구는 하지 혈관 조영술과 ABI를 모두 시행하여 양호한 혈관 상태를 확인한 후 수술을 진행하였다. 이는 ABI 단독 평가보다 더욱 객관적인 혈관 평가로 생각되며 치료 전에 반드시 확인해야 할 사항으로 여겨진다.

최근에는 ABI를 보완할 수 있는 검사 방법으로 족지압(toe pressure) 측정법, 경피적 산소분압(transcutaneous oxygen pressure) 측정법이 소개되고 있고 이를 통해 보다 정확히 혈관 상태를 평가하여 예후를 예측할 수 있다고 생각된다.

족부 궤양은 대부분 체중부하를 받는 위치에 발생하게 되어 이식 피부가 견디지 못하므로 족배부를 제외하고 피부 이식은 적용하기 어려우며 피부 이식 공여부의 상처회복 지연이 문제가 된다. 또한 수여부에 골과 건이 드러난 당뇨병성 궤양에서는 이식된 피부의 생착률이 낮기 때문에 적용에 어려움이 있다.²⁾

우리 피판술은 수여부의 혈관 상태가 좋아서 혈관 문합술이 가능해야 하고, 기술적으로 술기가 어려워 수술 시간이 오래 걸리고 이식한 조직이 다시 괴사될 가능성이 높다는 것이 문제이다.¹⁾ 하지만, 국소 피판술은 감염이 동반되어 건이나 근막 등이 노출된 경우에 비교적 크기가 작고 혈행이 잘 유지될 경우에 시행해 볼 수 있으며, 전신 상태가 좋지 않은 당뇨병환자에서 적절한 수술 방법으로 보고된 바 있다.⁶⁾ 족부에서 자주 사용되는 국소 피판술에는 전진 피판, 회전 피판이 대표적이며 그 외에는 섬 피판, 발가락 필레 피판이 사용된다. 본 연구에서 시행된 단일엽 회전 피판술은 혈류 공급이 충분하고 2차적 피부 결손이 발생하지 않으며 공여부와 수여부의 조직간 유사성이 있고 수술 시간이 비교적 짧아 하지 결손부에 다양하게 적용되고 있으며 합병증이 드물다고 알려져 있다.⁴⁾

단일엽 회전 피판은 치료 결과가 좋고 기술적으로도 쉬운 상처 피복법 중 하나로 공여부를 필요로 하지 않기 때문에 공여부 합병증이 발생하지 않는다. 또한 혈관 문합술을 시행하지 않기 때문에 기술적으로 어렵지 않아 수술 시간이 오래 걸리지 않는다. 본 연구의 경우 평균 수술 시간이 20분(범위 10~30분) 이었고 이러한 짧은 수술 시간이 전진 상태가 좋지 않은 환자에서도 수술을 가능하게 하는 중요한 요인이라 생각된다.

Song 등⁶⁾은 국소 피판술을 이용한 당뇨병성 족부 궤양의 치료에서 평균 재원 기간을 13.5주로 보고한 바 있다. 본 연구에서 피판술을 시행한 환자의 평균 입원 기간은 12.2주가 소요되었다. 궤양의 크기 차이 및 다른 치료 방법으로 인해 두 연구를 객관적으로 비교할 수는 없었지만 비슷한 평균 입원기간이 소요되었다.

본 연구는 단일엽 회전 피판술을 이용하여 전족부의 당뇨병성 궤양을 치료하고 모든 피판이 생존하고 체중부하 보행이 가능해져 만족할 만한 결과를 얻었다. 이 술식은 간단한 방법으로 당뇨가 잘 조절되고(당화 혈색소, 6.5% 이하) 혈관 상태가 양호한 전족부 궤양이 있는 경우에 치료 방법 중 하나로 고려해 볼 수 있다고 생각한다.

REFERENCES

1. Seo DK, Lee HS. Management of diabetic foot ulcer. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2014;18:1-7. doi: 10.14193/jkf.2014.18.1.1.
2. Kwon DJ, Lee YB, Ahn HC. Use of acellular allograft dermal matrix (Alloderm®) and split-thickness skin graft for treatment of diabetic foot ulcer. *J Kor Musculoskelet Transplant Soc.* 2007;7:86-91.
3. Wagner FW. A classification and treatment program for diabetes, neuropathic and dysvascular foot problems. *Instr Course Lect.* 1979;28:143-65.
4. Schrudde J, Petrovici V. The use of slide-swing plasty in closing skin defects: a clinical study based on 1,308 cases. *Plast Reconstr Surg.* 1981;67:467-81. doi: 10.1097/00006534-198104000-00008.
5. Kim JM, Kim DY, Woo JT, Kim SW, Yang IM, Kim JW, et al. A clinical study on the diabetic foot lesions. *J Korean Diabetes Assoc.* 1993;17:387-94.
6. Song JY, Kim KS, Ko SH, Choi YS, Chung YR, Kim HD, et al. Reconstruction of diabetic foot ulcers by regional flap surgery. *J Korean Orthop Assoc.* 2003;38:301-4. doi: 10.4055/jkoa.2003.38.3.301.
7. Kadukammakal J, Yau S, Urbas W. Assessment of partial first-ray resections and their tendency to progress to transmetatarsal amputations: a retrospective study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012;102:412-6. doi: 10.7547/1020412.
8. Steed DL, Donohoe D, Webster MW, Lindsley L. Effect of extensive debridement and treatment on the healing of diabetic foot ulcers. *Diabetic Ulcer Study Group. J Am Coll Surg.* 1996;183:61-4.
9. Randon C, Vermassen F, Jacobs B, De Ryck F, Van Landuyt K, Taes Y. Outcome of arterial reconstruction and free-flap coverage in diabetic foot ulcers: long-term results. *World J Surg.* 2010;34:177-84. doi: 10.1007/s00268-009-0250-9.
10. Laing PW, Cogley DI, Klenerman L. Neuropathic foot ulceration treated by total contact casts. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:133-6. doi: 10.1302/0301-620X.74B1.1732242.
11. Nam SC, Han SH, Lim SH, Hong YS, Won JH, Bae JJ, et al. Factors affecting the validity of ankle-brachial index in the diagnosis of peripheral arterial obstructive disease. *Angiology.* 2010;61:392-6. doi: 10.1177/0003319709348295.