

족배부 제1중족골 동맥분포에 관한 연구

연세대학교 의과대학 성형외과학교실

탁 관 철·김 연 수

=Abstract=

ANATOMICAL STUDY ON VARIATIONS OF FIRST DORSAL METATARSAL ARTERY

Kwan Chul Tark, M.D., F.A.C.S., Yeon Soo Kim, M.D.

*Department of Plastic & Reconstructive Surgery
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

The foot has been used as a tissue donor source for reconstruction of defects of other parts. With recent development in microvascular surgery, many of free vascularized complex tissue grafts have been used particularly in hand reconstruction because of the similarity of the anatomy between hand and foot.

Detailed information about the anatomical pattern of the first dorsal metatarsal artery is a prerequisite for a successful composite foot transfer.

The purpose of this study is to report our experience and findings in tissue dissection of first dorsal metatarsal artery. The materials were 26 cases of free flap procedures and 6 cases of cadaver dissection.

Referring to the Gilbert classification, 22 cases were type I(69%), 7 cases were type II (22%), and 2 cases were type III(6.3%).

One case was of atypical type in which the superficial branch that derives from the dorsalis pedis artery does not join the first dorsal metatarsal artery distally, but ends in several cutaneous twigs.

Key Words: First dorsal metatarsal artery, Anatomical study, Variation of arterial distribution.

I. 서 론

수부의 복합 조직 결손시, 그 해부학적 구조와 기

능이 수부와 매우 유사한 족부는 피부판, 감각 피부판, 골판, 건-골-피판등 다양한 형태의 복합 조직을 수부재건을 위해 공여해 줄 수 있게 해준다.

특히 미세수술로써 유리 피판 이식이 가능 하다면, 유리 족지 피판, 족배부 유리 피판, 족배부 감각 복합 유리 피판등 많은 형태의 공여 피판을 작성하여 수부의 재건에 사용할 수 있다.^{1-2,4-9} 그러나 족부 유리 피판의 주된 혈관경인 족배부 제1중족골 동맥은 그 해부학적 분포양상이 다양하여, 족배부 유리 피판의 성공적인 이식을 위해서는 수술전 족배부 제1중족골 동맥의 정확한 해부학적 지식이 요구된다.^{3,10-13} 족부를 공여부로부터 유리 피판술이나 족지 이전술시에 족배부 제1중족골 동맥이 족배 동맥으로부터 표재성으로 나오는 경우는 수술이 용이하나, 그 주행이 족저부로 깊이 진행하는 경우는 박리가 쉽지 않거나, 그 혈행이 너무 미약하여 혈관경으로 쓸 수 없는 경우도 있다. 특히 족지 이전술 시에는 족배부 제1중족골 동맥의 주행이 너무 깊다든지 너무 미약한 경우, 족저부로 접근하여 족저부 동맥(first plantar metatarsal artery)을 이용하는 것이 좋다. 이러한 여러 가지 선행조건들을 감안할 때 수술전, 족배부 제1중족골 동맥 및 족배부 동맥의 분포에 대한 정확한 지식을 갖추고 있어야 한다.

이에 저자들은 족배부 유리 피판(dorsalis pedis free flap), 모족지 이전술(great toe transfer), 제2족지 이전술(second toe transfer), wrap around 수술 등을 시행한 환자들과 6례의 사체에서 족배부 동맥의 해부학적 분포를 관찰하고 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1984년 7월부터 1995년 3월 까지 10년 8개월 간 연세대학교 세브란스병원 성형외과에서 시행한 족배부 수술례는 족배부 유리 피판술(dorsalis pedis free flap) 6례, 골건피 유리 피판술(osteotendocutaneous free flap) 2례, 건피 유리 피판술(tendocutaneous free flap) 5례, 모족지 이전술(great toe transfer) 3례, 제2족지 이전술(second toe transfer) 4례, wrap around operation 6례 였다^{1,2}(Table I).

수술중 관찰한 소견과 6례의 사체해부 소견을 포함하여 족배부 제1중족골 동맥의 해부학적 분포를 Gilbert³ 분류에 따라 관찰하였는데, Type Ia는 족배동맥(dorsalis pedis artery)에서 나오는 족배부

제1중족골 동맥(first dorsal metatarsal a : F.D.M.A)이 제1골간근 배부에 표재성으로 주행하는 것이며(Fig. 1), Type Ib는 족배부 제1중족골 동맥이 제1골간근의 속으로 주행하는 것으로 하였다.

Table I. Cases of F.D.M.A. Analysis

Procedures	No.
Operation Cases	
Dorsalis pedis free flap	6
Great toe transfer	3
Second toe transfer	4
Osteotendocutaneous free flap	2
Tendocutaneous free flap	5
Wrap around operation	6
Cadaver	6
Total	32

F.D.M.A. : first dorsal metatarsal artery

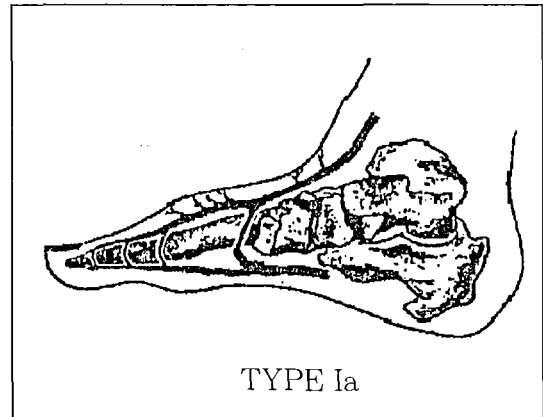


Fig. 1. Type Ia of F.D.M.A. by Gilbert. The dorsal metatarsal artery is very superficial and is only separated from the skin by the small posterior belly of the interosseous muscle.

Type IIa는 제1골간근에 표재성으로 주행하는 족배부 제1중족골 동맥이 있으나 이는 주된 동맥(dominant vessel)이 아니고, 제1족배 골간근 밑에 주된 동맥이 있는 경우이고(Fig. 2), Type IIb는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근 및 중족골간 인대(intermetatarsal ligament)위에 있

고 표재성의 족배부 제1중족골 동맥은 없는 경우이다. Type III는 족배부 제 1중족골 동맥이 제1족배 골간근의 표재성 혹은 제1골간근 속을 주행하기도 하나, 이것은 부행혈로서 존재하며 주된 동맥이 아니고, 족배동맥(dorsalis pedis artery)이 실제로는 주된 동맥인 족저부 제1중족골 동맥(first plantar metatarsal artery)으로 연결되어 제1골간근과 중족골간 인대 (I.M.L) 밑에 존재하는 형이다(Fig. 3).

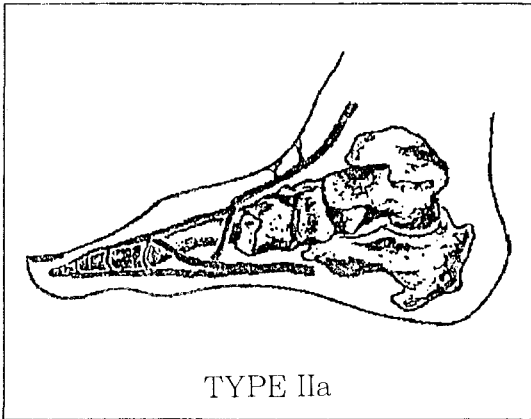


Fig. 2. Type IIa of F.D.M.A. by Gilbert. The artery lies deep under the first interosseous muscle and becomes superficial at the level of the web space, and before plunging into the intermetatarsal space. The dorsalis pedis gives off a small superficial branches that lies on the muscle.

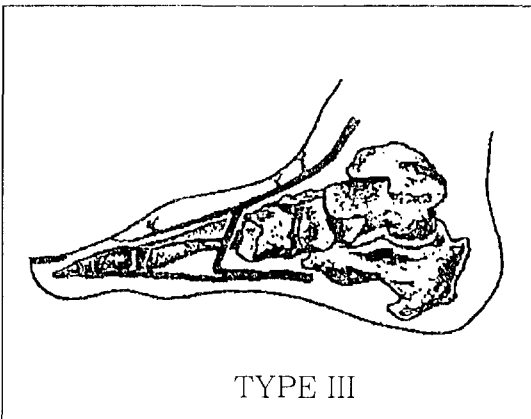


Fig. 3. Type III of F.D.M.A. by Gilbert. The artery is superficial and lies in the interosseous muscle, but the vessel is slender and only supplies the collateral branches to the toes.

Ⅲ. 결 과

Gilbert 분류법에 따라 이들의 수술중 소견과 6례의 사체해부 소견을 종합하여 분석한 결과 Type I이 가장 많아 총 32례중 22례로서 68.8%였으며, 이 중 Type Ia가 12례(37.5%) Type Ib가 10례(31.3%)였다. Type II는 22%로 Type IIa가 4례(12.5%) Type IIb가 3례(9.4%) 이었으며, Type III는 2례(6.3%)이었다. 1례(3.1%)는 atypical type 이었으며, 족배 동맥에서 분지하여 표재성으로 주행하는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근 밑으로 주행하는 주된 동맥과 만나지 않고 점점 가늘어져 서너 개의 잔가지로 나뉘어 피부에 분포하는 형이었다(Table II).

Table II. Type of F.D.M.A. by Gilbert Classification

Type of F.D.M.A.		No.(%)
Type I	Ia	12
	Ib	10
Subtotal		22(68.8%)
Type II	IIa	4
	IIb	3
Subtotal		7(21.9%)
Type III		2(6.3%)
Atypical		1(3.1%)
Total		32(100%)

Ⅳ. 고 찰

수부에 넓은 연조직 결손이 있는 경우, 적당한 연조직과 더불어 감각을 복원해 주는 것이 매우 중요하므로 미세수술법을 이용하여 수부 이외의 부위로부터 감각 피판(sensory flap)을 이전해 덮어 주어야 한다.

일반적으로 수부 재건시 감각 피판이 이상적으로 갖추어야 할 조건은 피판이 얇아야 하며, 피판으로 가는 신경과 혈관의 해부학적 구조가 믿을만 해야 하며 혈관의 직경이 크고 길이가 길어야 하고, 이 점식별(two-point discrimination)이 4-10mm

정도가 될 가능성을 가져야 한다는 것이다. 또한, 공여부의 이환율이 적고 공여부를 쉽게 가릴 수 있는 부위로부터 이전해 와야 한다. 이러한 조건을 가장 충족시킬 수 있는 공여부는 족부이다. 특히, 족부로부터는 족배 동맥(dorsalis pedis artery)과 족배부 제1중족골 동맥(first dorsal metatarsal artery)을 혈관경으로 하는 족배부, 족부의 제1web space, 발가락의 pulp 등에서 다양한 형태와 크기의 유리피판을 이전해 올 수 있는 장점이 있다.

족배동맥을 혈관경으로 하는 족배부 피판은 1973년 O'Brien⁴에 의해서 처음으로 소개된 이래 1975년 McCraw와 Furlow⁵가 dorsalis pedis arterialized flap으로 명명하면서 널리 쓰이게 되었다. 1976년 Daniel⁶과 Ohmori⁷이 수배부의 피부 결손과 감각 손실을 회복하기 위하여 신경을 포함한 족배부 유리 피판술을 보고하였다. 1979년 Taylor⁸은 수배부와 유사한 해부학적 특징으로 건피부 피판의 유리이식을 처음으로 보고하였으며, 1984년에는 Random⁹이 12구의 Cadaver를 이용한 연구를 통해 족배 동맥으로부터 상하외측족동맥(superior and inferior lateral tarsal artery)을 통해 신근건에 혈액 공급이 일어나고 있음을 밝혔다.

족배부 유리피판은 일반적인 유리피판술의 장단점 외에도 많은 장단점을 가지고 있는데, 장점으로는 피부가 수배부의 피부와 비슷하며, 15cm의 긴 혈관경을 가지고 있고, 혈관이 굵고, 여러 정맥이 분포되어 있어 정맥을 선택 사용할 수 있으며, 신경, 건, 골을 포함하는 복합 조직 이식이 가능하다는 점이다.

단점으로는 피판의 크기가 족배부에 한정되어 있고, 공여부의 일차봉합이 불가능하며, 공여부 피부 이식의 괴사 등의 문제점들이 있으며, 족배부 제1중족골 동맥의 해부학적 구조가 다양하여 해부하기가 어려우므로, 수술전에 족배부 제1중족골 동맥의 여러 형태의 분포에 대해 아는 것이 무엇보다 중요하다.

족배부 제1중족골 동맥의 분포에 대해서는 많은 연구가 있었으며 Gilbert³는 1976년 50구의 사체 해부를 통해 족배부 제1중족골 동맥의 주행을 제1

족배 골간근(firstdorsal interosseous muscle)과 중족골간 인대(intermetatarsal ligament)와의 관계에 따라 5가지 형으로 나누었다. Type Ia는 족배 동맥에서 나오는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근 배부에 표재성으로 주행하며, Type Ib는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근의 속으로 주행하는 것이다. Gilbert는 50구의 사체해부에서 Type I이 66%라고 보고하였는데, 저자들의 경우 총 32례중 22례인 68.8%로서 비슷한 분포를 보였다. 이중 Type Ia가 12례(37.5%), Type Ib가 10례(31.3%)였다.

Type IIa는 제1족배 골간근에 표재성으로 주행하는 족배부 제1중족골 동맥이 있으나 이는 주된 혈관(dominant vessel)이 아니고 제1족배 골간근 밑에 주된 혈관이 있는 경우이고, Type IIb는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근 밑, 중족골간 인대 위에 있고 표재성의 족배부 제1중족골 동맥은 없는 경우이다.

Gilbert의 보고와 똑같이 저자들의 경우도 전체의 22%에 달했는데, Type IIa가 4례(12.5%), Type IIb가 3례(9.4%)였다. 저자들의 경우, 특이할 만한 것은 Gilbert가 발견하지 못했던 형태인 atypical Type IIa를 1례(3.1%) 관찰할 수 있었던 점이다. Atypical Type IIa는 제1족배 골간근에 표재성으로 주행하는 족배부 제1중족골 동맥이 아주 미약하여 제1족배 골간근 밑으로 주행하는 주된 혈관과 만나지 않고 점점 가늘어지면서 피부로 분지하는 경우였다.

Type III는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근의 표재성 혹은 가운데에 존재하기도 하나 이것은 부행혈로로서 존재하여 주된 혈관이 아니고, 족배 동맥이 실제로는 주된 족저부 제1중족골 동맥으로 연결되어 제1족배 골간근과 중족골간 인대 하방에 존재하는 형이다. Gilbert는 Type III가 전체의 12%에 달한다고 하였으나, 저자들의 경우는 2례로 6.3%였다.

Gilbert분류법에 따라 관찰한 보고로서, 정영덕¹⁰은 1989년 미세수술기법으로 수부재건을 시행한 16예에서 Type I이 81%, Type II와 III가 각각 19%, 0%를 차지하고 있다고 하였다. 또한, 남상학¹¹은 1994년 35예의 임상수술례를 분석하여

Type I이 57%, Type II와 III가 각각 34.3%, 8.6%를 차지한다고 보고하면서, 족배부 유리피판술을 실패없이 수술하기 위해 술전 혈관조영술을 시행할 것을 주장하였다.

May등¹²은 1977년 50구의 사체해부를 통해 족배부 제2중족골 동맥의 기시부가 제1중족골의 중앙축(mid axis)보다 위에 있는 경우를 Type I이라고 하였으며 78%를 보고하였고, Type II는 제1중족골의 중앙축보다 밑에 있는 경우로 22%를 보고 하였다. Type I에 있어서는 수술시 족배부로 접근하고 Type II는 족저부로 접근하는 것이 좋다고 하였다.

1983년 Leung등¹³은 족배부 제1중족골 동맥을 족배부로부터 기원하는 양상과 제1골간근과 중족골간 인대와의 관계에 따라 7가지 유형으로 분류하면서, Gilbert가 보고한 유형에 포함되지 않는 다양한 형태의 혈관 분포를 보고하였다.

저자들의 임상례에서도 Gilbert의 분류에 속하지 않는 atypical type을 발견할 수 있었던 것처럼 족배부 제1중족골 동맥의 해부학적 구조는 매우 다양하기 때문에, 술전 혈관 조영술로써 이와 같이 여러가지 형태의 변이에 관한 정밀한 자료를 얻는 것은 불가능 하다. 따라서 수술전 Doppler tracing이나 혈관 조영술을 통해 족배 동맥의 주행을 확인하고, 족배부 제1중족골 동맥의 분포에 대한 정확한 해부학적 지식을 가지고, 수술시 족배 동맥과 심족저 동맥(deep plantar artery)을 모두 보존(preservation)해놓고 세심하게 주의하면서 박리해야 하겠다.

V. 결 론

수부와 그 해부학적 구조와 기능이 매우 유사한 족배부로부터는 유리족지피판, 족배부 유리 피부판, 족배부 감각 복합 유리 피판등 많은 공여 피판을 작성하여 수부의 재건에 사용할 수 있다. 그러나 족배부 유리 피판의 혈관경인 족배부 제1중족골 동맥은 그 해부학적 분포양상이 다양하기 때문에 족배부 유리피판의 이식술을 성공적으로 시행하기 위해서는 수술전 족배부 제1중족골 동맥의 정확한 해부학적 지식이 요구된다.

저자들은 6례의 사체해부 소견과 지난 10년간 시행한 족부 및 족배부 유리 피판 이식술 중 족배부 제1중족골 동맥 분포가 확인된 26예의 환자들의 수술소견을 통해 족배부 동맥의 해부학적 분포를 연구하였다. 족배부 복합 유리피판이 13례, 모족지 이진술 9례, 제2족지 이진술 4례였으며 이들의 수술중 소견과 6례의 사체해부 소견을 종합하여 분석한 결과 Gilbert 분류 Type I이 가장 많아 전체의 68.8%였으며 Type II 21.9%, Type III 6.3%이었다. 1례의 atypical Type도 있었는데, 족배 동맥에서 분지하여 표재성으로 주행하는 족배부 제1중족골 동맥이 제1족배 골간근밑으로 주행하는 주된 동맥과 만나지 않고 점점 가늘어져 서너개의 잔가지로 나뉘어 피부에 분포하는 형이었다.

References

1. 탁관철, 윤정섭, 신극선 : 유리 피판 이식술 83례의 분석, 대한성형외과 학회지 20 : 155, 1993
2. 탁관철, 이진희, 이영호 : 족배부 유리 건-피부판을 이용한 수배부 복합결손 재건 대한성형외과 학회지 23 : 538, 1996
3. Gilbert A : *Composite tissue transfers from the foot. : Anatomic basis and surgical technique. In Daniller AJ, Strauch B eds : Symposium on Microsurgery. The C V Mosby Co., St Louis, 1976*
4. O'Brien BM, MacLeod AM, Hayhurst JW, Morrison WA : *Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg 52 : 271, 1973*
5. McCraw JB, Furlow LT : *The dorsalis pedis arterilized flap. A clinical study. Plast Reconstr Surg 55 : 117, 1975*
6. Daniel RK, Terzis J, Midgely RD : *Resoration of sensation to an anesthetic hand by a free neurovascular flap from the foot. Plast Reconstr Surg 57 : 275, 1976*
7. Ohmori K, Harii K : *Free dorsalis pedis sensory flap to the hand, with microvascular*

- anatomosis. Plast Reconstr Surg* 58 : 546, 1976
8. Taylor GI, Townsend P : *Composite free flap and tendon transfer : An anatomical study and clinical technique. Br J Plast Surg* 32 : 170, 1979
 9. Random VR, Bartolome JF, Albert J : *Transfer of vascularized extensor tendons from the foot to the hand with a dorsalis pedis flap. Plast Reconstr Surg* 76 : 421, 1985
 10. 정영덕, 김우경, 김수신, 백세민 : 족부를 공여 부로한 수지 재건술에 대한 임상적 고찰, 대한성형외과 학회지 16 : 292, 1989
 11. 남상학, 임재호, 이종문, 박승하, 김우경 : 족배부 제 1중족골 동맥분포에 대한 고찰, 대한성형외과 학회지 21 : 678, 1994
 12. May JW Jr, Chait LA, Cohen BE, O'Brien BMG : *Free neurovascular flap from the first web of the foot in hand reconstruction. J Hand Surg* 2 : 387, 1977
 13. Leung PC, Wong WL : *The vessels of the first metatarsal web space-an operative and radiographic study. J Bone Joint Surg* 65A : 235, 1983