

미세혈관수술 후 발생한 혈류장애의 수술적 처치

김정현 · 김진수 · 이동철 · 기세희 · 노시영 · 양재원

광명성애병원 성형외과

Surgical Treatment of Vascular Complications after Microvascular Surgery

Jung Hyun Kim, M.D., Jin Soo Kim, M.D., Ph.D.,
Dong Chul Lee M.D., Sae Hwi Ki, M.D.,
Si Young Roh, M.D., Jae Won Yang M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery,
Kwangmyung Sung-Ae General Hospital, Kyungki-do, Korea

Despite the major advances in the microvascular surgery with success rates of up to 98%, failure and vascular complications still remain even in the experienced hands. Failure of blood to flow across an anastomosis is usually caused by three factors: (1) Technical errors; (2) Undetected damage more proximally or via vasospasm; or (3) A clot or a thrombus. The success of a microvascular surgery depends on the severity of the vascular injury and, proper debridement of an injured vessel, and the failure rate of microvascular anastomosis in cases of trauma is higher as the thrombogenic possibility is increased by the endothelial damage. From January to November in 2003, 460 patients were underwent microvascular surgery(270 replantations and 190 free flap transfers) and re-operations were performed in 15 cases. Cases were reviewed by clinical and operative records. In these cases, causes of post-operative circulation insufficiency were identified as 9 vascular spasms and 6 thromboses at the previous anastomotic site. The average of re-operative success rate was 73%(60% in replantations and 100% in free flaps). In conclusion, through precise postoperative monitoring and assessment, immediate surgical re-exploration could be performed when a vascular complication is suspicious, the success rate of microvascular surgery would be increased more.

Key Words: Microvascular surgery, Vascular complication, Spasm, Thrombosis

Received April 29, 2005

Revised June 7, 2005

Address Correspondence: Jin Soo Kim, M.D., Ph.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kwangmyung Sung-Ae General Hospital, 389 Chulsan 3-dong, Kwangmyung-si, Kyungki-do 423-711, Korea. Tel: 02) 2680-7238 / Fax: 02) 2615-7218 / E-mail: pskm@unitel.co.kr

I. 서론

미세수술은 발전을 거듭하면서 수술의 성공률도 저자에 따라 91%에서 98%까지 보고되고 있지만, 혈관 합병증 등으로 인한 수술실패의 위험성은 여전히 남아 있으며 이러한 수술실패의 주요한 원인은 근위부 혈관의 손상으로 인한 혈관연축(vascular spasm)과 문합부 또는 혈관 clamp를 물려 두었던 부위에서의 혈전형성, 그리고 혈관문합 시술기상의 실수로 인해 발생한다고 알려져 있다.^{1,6} 미세수술 술기와 혈관손상의 정도에 따라 성공률에 차이가 있으며 미세수술을 성공하기 위해서는 손상된 혈관을 제거하고 정상혈관을 문합하여, 혈관연축 또는 혈전형성과 같은 혈관문합의 부작용을 최소화하는 것이 가장 중요하다. 압력 손상인 경우에 혈관을 포함한 조직의 손상이 광범위하여 손상 받은 조직의 변연절제가 불충분한 경우가 많아 혈관연축과 혈전형성의 발생이 많고 혈행의 감소 및 혈전증을 유발한다.^{6,7} 저자들은 미세수술 후 혈류순환부전을 보인 경우에서 수술적 처치를 필요로 했던 증례를 통해 원인과 처치를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

미세혈관수술 후에 발생한 혈관합병증에 대해 조사하기 위해 2003년 1월부터 11월까지 미세혈관수술을 시행한 460명의 환자를 대상으로 하여 그 중 혈류장애로 인해 재수술을 시행받은 15례의 임상기록 및 수술기록을 분석하였다. 혈류장애의 원인 중 정맥혈관의 이상으로 정맥울혈을 초래했던 경우는, 주로 정맥혈관 문합부위가 혈종이나 과도한 피부봉합으로 인한 압박에 의해서 초래되므로 혈종을 제거하거나 피부봉합사의 부분적 발사를 시행하여 해결하거나 필요하다면 실혈요법과 치료용 거머리 등의 구제요법을 시행하였으며 정맥울혈로 인해 재수술을 시행한 증례는 없었다. 시간에 따른 혈관합병증의 원인을 알아보기 위해 미세혈관 수술 후 혈류장애 소견을 확인하기까지의 시간, 혈류장애 소견을 확인 후 재수술을 시작하기까지의 시간을 평가하였고 수술기록지와 수술 중 사진을 참

고하여 혈류장애의 원인을 혈관연축과 혈전형성으로 분류하였다. 재수술시 수술소견에서 혈관연축과 혈전소견의 모두 보이지 않았던 1례와 혈관연축의 소견과 혈전의 소견이 동시에 보였던 2례처럼 명확하게 혈관연축이나 혈전소견을 육안으로 판단하기 어려웠던 경우는 의심되는 혈관의 단면을 열어서 뚜렷한 혈전 소견 없이 혈관내벽에서 미세한 혈전(microthrombus)만 보이는 경우는 혈관연축에 의한 이차적인 혈전증으로 판단하여 혈관연축으로 분류하였고, 반대로 혈전형성이 주된 원인으로 보이면 혈관연축을 동반하였더라도 혈전증으로 분류하였다.

III. 결 과

460명 중 수부의 재접합술은 270명이었고 유리피판술을 시행받은 환자는 190명으로 재접합술의 성공은 236례(87.4%)였으며, 유리피판술은 187례(98.4%)에서 성공하였다. 미세혈관수술후 동맥혈관의 혈류장애로 인해 재수술을 시행한 예는 15례로, 재접합술이 10례였고 유리피판술은 5례로 재수술률은 재접합술의 경우 3.7%였고 유리피판술은 2.6%였다(Table I). 술후 감시와 평가에서 이미 비가

Table I. Success Rate and Re-operation Rate

| | Replantations | Free flaps |
|-------------------------|---------------|-------------|
| Total cases | 270 | 190 |
| Success rate (No.) | 87.4% (236) | 98.4% (187) |
| Re-operation rate (No.) | 3.7% (10) | 2.6% (5) |

Table II. Case Analysis of Re-Operations

| No. | Sex | Age | Operation | Detected time(min.) | Ischemic time(min.) | Cause | Re-operation | Result |
|-----|-----|-----|-----------|---------------------|---------------------|------------|---------------|---------|
| 1 | F | 50 | LAFF | 1070 | 1010 | Thrombosis | vein graft | Success |
| 2 | M | 34 | R3F | 4820 | 160 | Spasm | vein graft | Success |
| 3 | M | 34 | R5F | 1435 | 270 | Thrombosis | vein graft | Success |
| 4 | M | 46 | L1F | 45 | 580 | Spasm | reanastomosis | Fail |
| 5 | M | 45 | LAFF | 1170 | 130 | Thrombosis | reanastomosis | Success |
| 6 | M | 28 | R1F | 470 | 90 | Thrombosis | vein graft | Success |
| 7 | F | 50 | R2F | 2430 | 270 | Thrombosis | vein graft | Fail |
| 8 | M | 44 | R3F | 2580 | 670 | Spasm | vein graft | Success |
| 9 | M | 4 | R4F | 2420 | 290 | Spasm | vein graft | Success |
| 10 | F | 33 | 2nd TPFF | 20 | 460 | Thrombosis | vein graft | Success |
| 11 | M | 53 | L1F | 100 | 525 | Spasm | vein graft | Fail |
| 12 | M | 35 | Lt. wrist | 2290 | 80 | Spasm | vein graft | Success |
| 13 | M | 40 | 2nd TPFF | 10 | 160 | Spasm | vein graft | Success |
| 14 | F | 42 | 2nd TPFF | 20 | 200 | Spasm | vein graft | Success |
| 15 | M | 51 | R5F | POD#5 | 140 | Spasm | vein graft | Fail |

LAFF=lateral arm free flap, 2nd TPFF=2nd toe pulp free flap.
R3F=Rt. 3rd finger Replantation, L1F=Lt. 1st finger Replantation.

역적인 변화가 초래되었던 경우에는 재수술을 시행하지 못하였으며, 정맥혈관의 이상으로 인한 정맥울혈이 의심되는 경우에는 혈관의 압박을 없애기 위해 발사(stitch-out)를 시행하거나 실험요법을 시행한 후 수술여부를 결정하였으며 재수술을 필요로 하는 경우는 없었다. 성별은 남자 11명, 여자는 4명으로 평균연령은 42세였으며 미세혈관수술 후 혈류이상 소견이 처음 발견되기까지의 평균시간은 18시간 40분이었고, 혈류이상 소견을 발견한 시점에서 재수술을 시행하기까지의 허혈시간은 평균 4시간 30분이었다. 최초 수술 후 재수술까지 소요된 전체시간은 평균 23시간 10분이었다. 재수술시의 수술소견으로는 혈관연축이 9례였고 혈전형성으로 인한 경우는 6례였으며 재수술의 방법으로는 13례에서 정맥이식술을 시행하였고 2례에서 직접적인 혈관의 재문합술을 시행하였다(Table II). 재수술의 성공률은 평균 73%로 재접합술인 경우는 60%, 유리피판술인 경우는 100% 성공하였고 동맥혈관의 혈류장애의 원인에 따른 재수술의 성공률은 혈관연축인 경우가 66%였고 혈전인 경우는 83%였다(Table III).

증례 1

우측 제 1, 3, 4수지의 완전 절단상으로 재접합술 시행한 44세 남자로, 술후 2일째(43시간째) 제 3수지의 혈류이상 소견을 보여 재수술을 시행하였다. 술중 소견에서 제 3수지의 온손가락동맥(common digital artery)이 정상혈관에 비해 창백하면서 잘록한 분절을 이루는 혈관연축소견이 관찰되었으며, 혈관연축이 일어난 혈관을 근위부쪽으로 충분히 제거하고 정상혈류를 확인한 후 온손가락 동맥에서 자쪽(ulnar) 및 노쪽

(radial)으로 분지하는 손가락동맥(digital artery)으로 연결할 수 있게 Y자 형태의 정맥을 같은 쪽 아래팔(forearm)에서 채

취하여 혈관문합술을 시행하였고 이후 특별한 문제없이 생존 하였다(Fig. 1).

Table III. Causes of Vascular Complication

| | Replantations | Free flaps | Success rate of Re-ops.(No.) |
|------------------------------|---------------|------------|------------------------------|
| Arterial spasm | 7 | 2 | 66% (6) |
| Arterial Thrombosis | 3 | 3 | 83% (5) |
| Success rate of Re-ops.(No.) | 60% (6) | 100% (5) | |

*ops.=operations

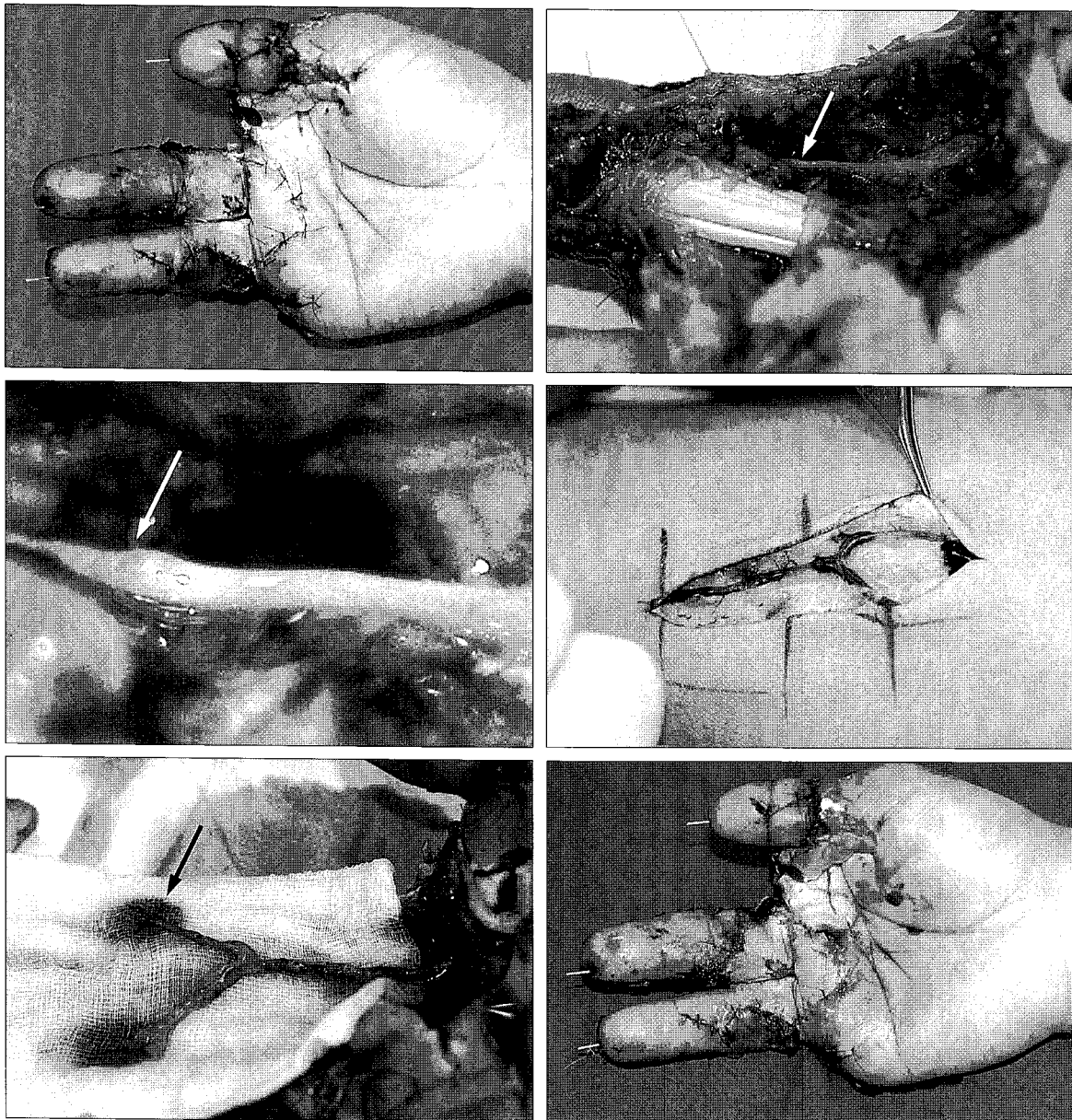


Fig. 1. Case1. (Above, left) Preoperative view of 44-years-old male with circulation insufficiency on middle finger. (Above, right) Intraoperative view with spastic common digit artery. (Center, left) closed view of spastic segment(arrow). (Center, right) 'Y-shaped' vein graft: harvested from forearm. (Below, left) Good arterial spurt after vein graft(arrow). (Below, right) Immediate postoperative view with fresh bleeding from pulp.

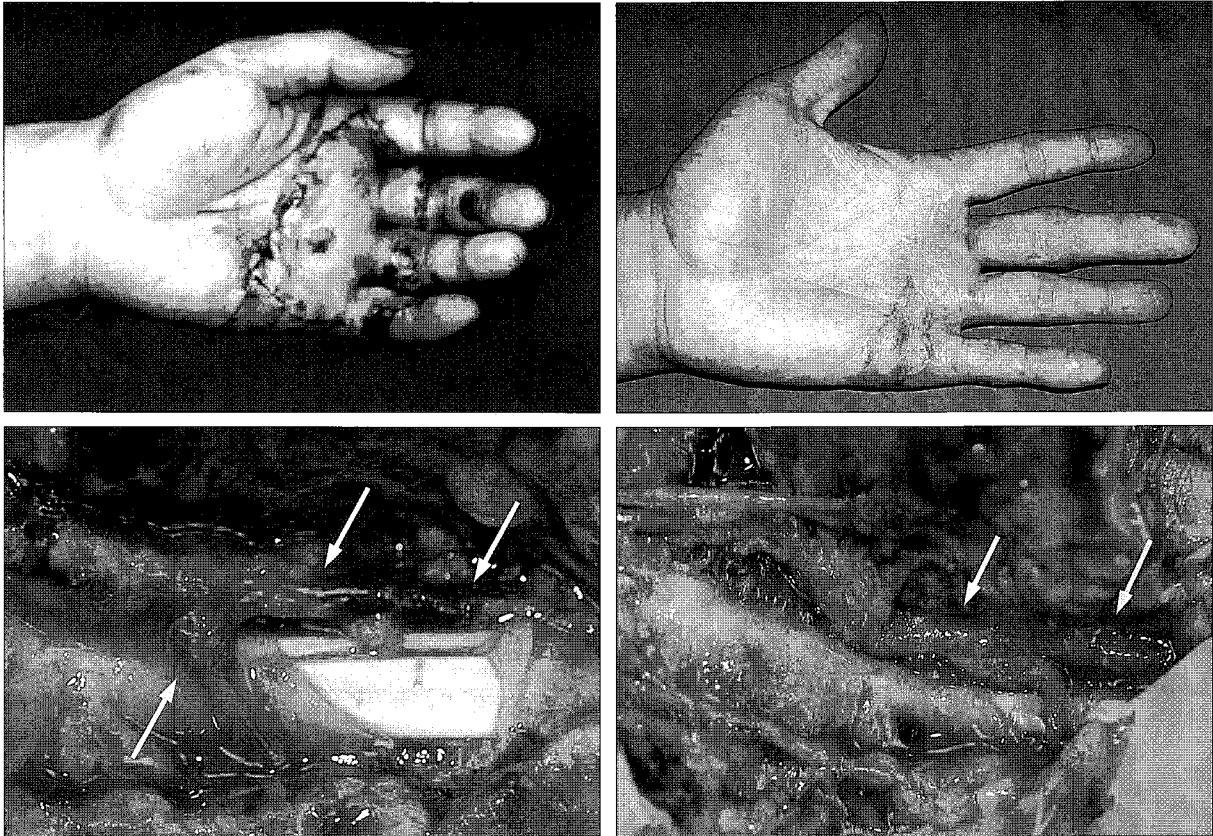


Fig. 2. Case 2. (Above, left) Preoperative view of 30-years-old male with decreased circulation of right little finger after replantation. (Above, right) Postoperative (12 months) view. (Below, left) Intraoperative view of common digit artery with thrombus. (Below, right) Intraoperative view after 'Y-shaped' vein graft (arrow).

증례 2

30세 남자 환자로 좌측 제 3, 4, 5수지의 재접합술을 시행 받은 후, 수술 당일(술후 6시간째)에 제 5수지의 혈류이상소견이 관찰되어 재수술을 시행하였고 혈전으로 차있는 혈관을 확인하였다. 정상적인 혈류를 보이는 부위까지 혈관을 제거하고 Y자 형태의 정맥이식술을 시행 후 정상 혈액순환을 확인하였다(Fig. 2).

증례 3

외측위팔피판(Lateral arm free flap) 시행 후 수술 당일에(8시간째) 혈류이상을 소견 보였던 43세 남자 환자로 코담배갑(Snuff box)부위의 유리피판과 수혜부 혈관의 혈관문합부위에서 혈전에 의한 전형적인 잘록한 형태(sausage sign)를 보였고 제거한 혈관단면에서도 혈전을 확인할 수 있었다. 혈전으로 차있는 혈관을 부분제거(segmental resection) 후 수혜부 혈관으로부터 박동하는 정상 혈류를 확인하고 heparin을 함유한 생리식염수로 세척하여 미세한 혈전(microthrombus)을 제거한 후 직접 재문합술을 시행하였으며 외측위팔피판은 결손 없이 생존하였다(Fig. 3).

IV. 고 찰

미세수술은 발전을 거듭하여 재접합술과 유리피판술의 수술성공률은 유리피판술의 경우에는 저자에 따라서는 98.8%까지도 보고한 바 있으나 숙련된 시술자에서도 수술 실패와 혈관합병증은 발생한다.¹⁴ 미세수술의 실패의 원인으로서는 환자의 혈관질환, 과다응고상태(hypercoagulability), 저혈압과 같은 전신 상태와 부정확한 미세수술 술기와 부적절한 혈관의 선택, 혈전형성(thrombus formation) 그리고 혈관연축(vasospasm) 등이 있다. 미세수술의 부작용을 피하기 위해서는 단지 수술 술기의 습득뿐 아니라 술전 적절한 피판의 선택, 수혜부 혈관의 검토, 환자의 전신 상태에 대한 이해와 수술 전후의 수액요법 및 혈액학의 이해, 손상의 형태와 부위, 마취의 종류 및 마취상태 등의 다양한 요인을 고려하여야 한다.^{2,6}

미세수술 시 일차적인 혈전 형성과정은 혈관벽의 손상이 혈소판의 응집을 촉진하여 시작되고 가장 흔한 혈전형성 부위는 문합시에 생기는 봉합사의 바늘구멍이며, 이차적으로 생기는 혈전증은 혈중, 부종으로 눌리는 경우, 문

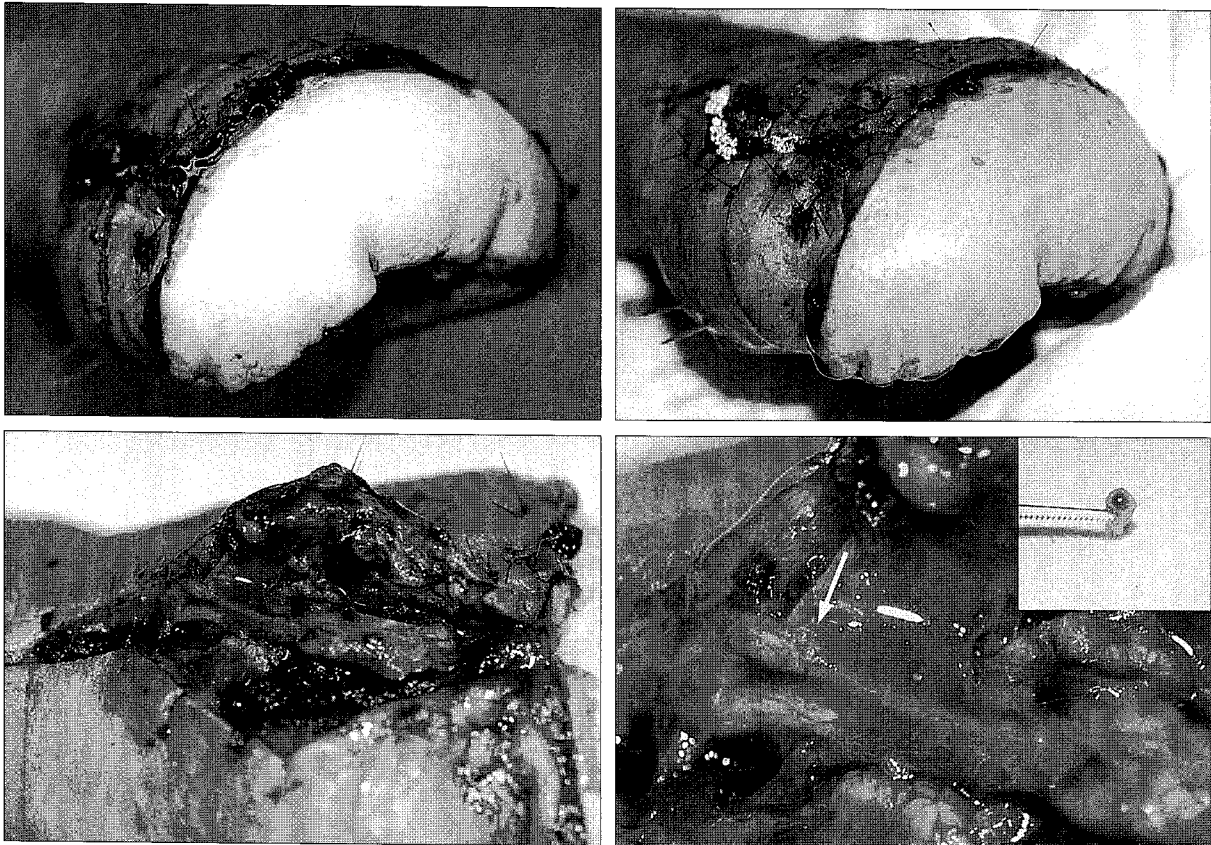


Fig. 3. Case 3. (Above, left) Preoperative view of 43-years-old male with lateral arm free flap. (Above, right) Immediate postoperative view with a good circulation. (Below, left & right) Intraoperative view: 'sausage sign' at the previous anastomosis site and cross-section with thrombus.

합한 혈관이 꼬이거나 긴장(tension)이 과한 경우, 또는 미세색전(microemboli) 등에 의해 초래된다. 또 다른 혈전형성의 위험인자로는 심한 경화성 혈관, 이전에 손상 받았던 혈관, 혈관연축, 정맥이식술, 저혈압 및 혈액질환, 암 등과 술전 감염이나 술전 손상 등 이라고 알려져 있다.²⁶

혈관연축은 혈관문합 후 혈행의 감소 및 혈전증을 유발하여 유리피판술 등의 미세수술 실패의 주요인 중 하나로 특히 압제손상 시 혈관 내피세포의 손상으로 인해 PGI₂ 및 기타 혈관확장물질들이 감소하여 혈관연축의 빈도는 더 증가하는 것으로 알려져 있다.^{7,8} 이번 연구에서는 재접합술인 경우에는 혈관연축이 많았고(10례 중 6례) 유리피판술인 경우에는 혈전증이 많았는데 이는 재접합술인 경우 수상 당시에 결찰손상 또는 광범위한 손상으로 인한 근위부 혈관의 손상 때문에 혈관연축이 빈발한 것으로 생각되며 전체 빈도수에서 혈관연축이 혈전증보다 더 많지만 이는 재접합술의 모집단이 보다 크기 때문이며 같은 수의 모집단을 가정하고 비율을 보면 미세혈관수술에서 혈관연축과 혈전증은 비슷한 비율로 발생했다고 할 수 있다. 혈관연축으로 인한 재수술의 성공률이 혈전형성으로 인한 재수

술의 성공률보다 낮은 원인으로서는 혈관연축의 경우 일차 손상의 범위가 넓고 수술 시 혈관의 크기, 절단된 원위부의 상태를 고려하면 정상 혈관까지 충분히 제거하기가 어려운 경우가 많고, 충분히 제거하더라도 길이가 긴 혈관이식을 시행하여야 하며 이식 후 혈관에서 다시 혈관연축이 발생하는 경우가 많기 때문으로 생각된다.

미세혈관수술 후 혈관이상소견이 관찰되기까지의 시간에 따른 빈도수 분포를 보면 수술직후(100분 이내)에서는 혈관연축이 주로 발생하였고 수술 후 8시간에서 24시간 이내에는 혈전증이 주로 발생하였는데 이는 문합부위에서 술기상의 문제이거나 혈중으로 인한 압박에 의해 발생하는 것으로 설명된 바 있었다.^{4,6}

술후 감시는 의료진이 능숙하다면 피부색깔, 온도, 모세혈관 재충만시간 등의 주관적 검사로도 비교적 정확하게 판단할 수 있으며 특히 술후 24시간 내 혈류장애를 보이는 경우가 많으므로 보다 세밀한 감시가 필요하다. 일단 혈류장애의 소견이 관찰되면 즉각적인 대처가 필요하며 혈관확장제의 국소적 적용, 혈관문합부위의 보온(warming), 교감신경차단 등이 도움이 될 수도 있다. 하지만 시술자가

이전 수술에서의 혈관문합 시 혈관상태 및 수술 상태를 고려하여 재수술이 필요하다고 판단되면 가능한 조속히 재수술을 결정하여 시행하는 것이 바람직하다. 이번 연구에서 혈류이상소견이 발견되고 재수술을 시작하기까지의 허혈시간은 수술결과가 성공이었던 경우가 평균 3시간 20분이었고 실패했던 경우가 평균 6시간 40분으로, 모집단의 수가 적어서 통계적으로 의미가 있다고 하기는 어렵지만 결과에 대한 시간적 차이를 보이므로 조기에 재수술을 시행하는 것이 성공률에 영향을 미칠 수 있다고 사료된다.

V. 결 론

이번 저자들의 임상경험에 의한 미세혈관수술 후 재수술의 성공률은 평균 73%로 혈관장애의 원인이 혈관연축인 경우의 재수술 성공률은 66%였고 혈전인 경우는 83%였다. 동맥혈전의 경우는 봉합부위의 혈관손상과 혈관봉합의 기술적인 문제가 주요 원인으로 생각되며 발견 시 조기에 수술적인 확인 및 재수술을 시행하는 것이 성공률을 높일 수 있다고 사료된다. 혈관연축은 일차수술 시 손상 받은 혈관을 충분히 제거하지 못하여 생기는 것으로 일차수술 시 외상영역(zone of trauma)를 벗어나 건강한 혈관을 문합하여 예방할 수 있을 것으로 생각되며 술후 혈관연축이 발생하였다면, 손상으로 인한 혈관연축의 부위나 혈전으로 차있는 혈관을 정상 혈관까지 충분히 제거하고 정맥이식술 등을 이용한 재수술을 시행한다면 미세혈관수술의 성공률을

향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. Salemark L: International Survey of Current Microvascular Practices in Free Tissue Transfer and Replantation Surgery. *Microsurgery* 12: 308, 1991
2. Olsson E, Rikala MS, Bohling T, Seljavaara SA, Lassila R: Immunohistochemical evaluation of failed vessel anastomoses in clinical microsurgery. *Br J Plast Surg* 53: 567, 2000
3. Suominen S, Seljavaara SA: Free Flap Failures. *Microsurgery* 16: 396, 1995
4. Lidman D, Daniel RK: Evaluation of Clinical Microvascular Anastomoses-Reasons for Failure. *Annals of Plastic Surgery* 6: 215, 1981
5. Komuro Y, Sekiguchi J, Nomura S, Ohmori K, Takasugi Y, Arai C: Blood Coagulation Activity During Microsurgery. *Annals of Plastic Surgery* 40: 53, 1998
6. Pederson WC, Sanders WE: Principles of Microvascular Surgery. In Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC(eds): *Green's operative hand surgery*. 4th ed, Philadelphia, Churchill Livingstone, 1999, p 1094
7. Chung YJ, Sohn BK, Park HS, Park SH: The Antivasospasmic Effect of Arterial Freezing on Acute Damaged Endothelium. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 107: 696, 1999
8. Bertelli JA, Mira JC: Vascular Freezing-A New Method for Immediate and Permanent Vasospasm Relief: An Experimental Study in the Rat. *Plast Reconstr Surg* 93: 1041, 1994