

## 미세혈관문합술의 연습 모델로서 글리세롤 처리된 위대망동맥의 활용

박찬영<sup>1</sup> · 장 학<sup>1</sup> · 정진행<sup>2</sup> · 허은주<sup>1</sup> · 민경원<sup>1</sup> · 유문원<sup>3</sup> · 양한광<sup>3</sup>

서울대학교 의과대학 성형외과학교실, 성형재건연구소<sup>1</sup>, 병리과학교실<sup>2</sup>, 외과학교실<sup>3</sup>

### Gastroepiploic Artery Preservation with Glycerol as a Training Model for Microvascular Anastomosis

Chan Young Park, M.D.<sup>1</sup>, Hak Chang, M.D.<sup>1</sup>,  
Jin Haeng Chung, M.D.<sup>2</sup>, Eun Ju Heo, M.D.<sup>1</sup>,  
Kyung Won Minn, M.D.<sup>1</sup>, Moon Won Yoo, M.D.<sup>3</sup>,  
Han Kwang Yang, M.D.<sup>3</sup>

Department of <sup>1</sup>Plastic and Reconstructive Surgery, <sup>2</sup>Pathology, and <sup>3</sup>Surgery, Research Institute of Plastic and Reconstructive Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** We investigate the possibility of vessel preservation with glycerol and evaluate the potential of preserved gastroepiploic artery as a tool for the microsurgical practice.

**Methods:** In 5 early gastric cancer patients, IRB(No. C-0603-040-170), we gained gastroepiploic artery specimens(5 segments, about 10 cm) after gastrectomy. Each segment was rinsed in a normal saline and subsequently placed in a bottle, containing 50 mL anhydrous glycerol (87%). The bottles were refrigerated at 4°C, the longest preservation time being 5 months.

**Results:** At first glance, no fragmentation was detected and the surface of vessel seemed mild sclerotic. In histological examination, vascular structures remained intact though preservation with glycerol led to a mild atrophy of the smooth muscle in the tunica media. Especially, we found out the elastic fibers and endothelial lining of the intima were preserved until 5 months. Adequate status for using microsurgical practice was also maintained and leakage test was performed successfully with gentian violet ink.

Received May 13, 2008

Revised June 11, 2008

Accepted June 20, 2008

**Address Correspondence:** Hak Chang, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Seoul National University Hospital, 28 Yeongeong-dong, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea. Tel: 02) 2072-2375 / Fax: 02) 3675-7792 / E-mail: hchang@snu.ac.kr

\* 본 논문은 2007년 제63차 대한성형외과학회 추계학술대회에서 포스터 발표되었음.

\* 본 논문은 과학기술부/한국과학재단 우수 연구센터 육성사업의 지원으로 수행되었음(R11-2005-065).

**Conclusion:** Based on the results obtained in this study, the gastroepiploic artery preservation with glycerol as a training model for microvascular anastomosis is a technically very simple procedure and useful for the novice microsurgeon.

**Key Words:** Gastroepiploic artery, Vessel preservation, Glycerol, Microvascular anastomosis

### I. 서론

미세혈관문합술 술기를 익히는데 있어 가장 중요한 것은 직접 혈관문합을 반복적으로 시행해보는 것이다. 그러나 현실적으로 실제 환자를 대상으로 연습하는 것은 불가능하므로, 대개는 라텍스(latex) 장갑이나 실리콘 관 등을 주로 이용하고 있으며, 쥐, 토끼, 닭 같은 소동물의 혈관이나 인체 태반을 이용하여 교육 및 연습을 하기도 한다.<sup>1,5</sup>

합성물질의 경우 비용이 저렴하여 구하기 쉽고, 보관이 용이하여 언제든지 사용할 수 있지만, 혈관문합 시 생체 혈관과의 차이가 크고, 조직 박리와 외막(tunica adventitia) 제거 등의 술기를 연습할 수 없다는 한계가 있다. 또한 소동물을 이용한 혈관문합 연습은 윤리적인 문제를 무시할 수 없고, 준비하는데 비용과 시간이 많이 들며, 장기간 보관하기 힘들다는 단점이 있다.<sup>6</sup>

저자들은 미세혈관문합술 연습의 대안으로 위 절제술 후 버려지는 조직에서 위대망동맥(gastroepiploic artery)을 채취하여, 사용하는 방법을 고려하던 중, 혈관을 장기간 보존하는데 글리세롤(glycerol)을 이용한 방법이 이미 여러 실험을 통해 증명되었음을 알게 되었다.<sup>7,8</sup> 저자들은 글리세롤에 보존된 혈관의 병리조직학적 검사와 실제 문합술 연습을 통해, 이 방법이 혈관의 장기 보존을 가능하게 하여, 언제든지 편리하게 미세혈관문합술 연습에 사용할 수 있는 새로운 대안으로 생각되어 보고하는 바이다.

### II. 신고안

가. 대상

의학연구윤리심의위원회의 심의(IRB No. C-0603-040-

170)를 거쳐, 환자 동의를 얻은 조기 위암 환자 5명의 위 절제술 후 조직에서 위대망동맥만을 채취하였다.

나. 방법

외과의의 협조 하에 위 절제술 후 떨어져 나온 조직에서 위대망동맥만을 조심스럽게 박리하였다. 위대망동맥을 채취할 수 있는 한 최대한 길고, 온전하게 유지되도록 하였으며, 이 과정은 미세혈관수술의 조직 박리 훈련을 염두에 두면서 진행하였다. 채취된 위대망동맥은 총 5개로 길이는 평균 약 10 cm, 내경은 약 1.5 - 2.5 mm 정도 되었다(Fig. 1).

박리 후 생리식염수로 채취한 혈관 내 혈액 및 응고혈을 제거하고, 정맥 카테터를 이용하여 87% 무수(anhydrous) 글리세롤 용액을 혈관 내로 주입하였다. 이렇게 처리된 위대망동맥은 장기 보존을 위해 무수 글리세롤 50 mL와 함께 멸균통에 담아 4°C 냉장 보관하였으며, 이때 최대한 조직 전체가 글리세롤 용액에 잠길 정도가 되도록 하였다.

각 환자마다 채취한 위대망동맥은 글리세롤 처리를 하기 전, 그리고 보존 후 1개월, 3개월, 5개월에 각각 병리조직학적 검사를 하고, 9-0 단일봉합세사를 이용하여 단단문합술 연습을 시행하였다(Fig. 2-4).

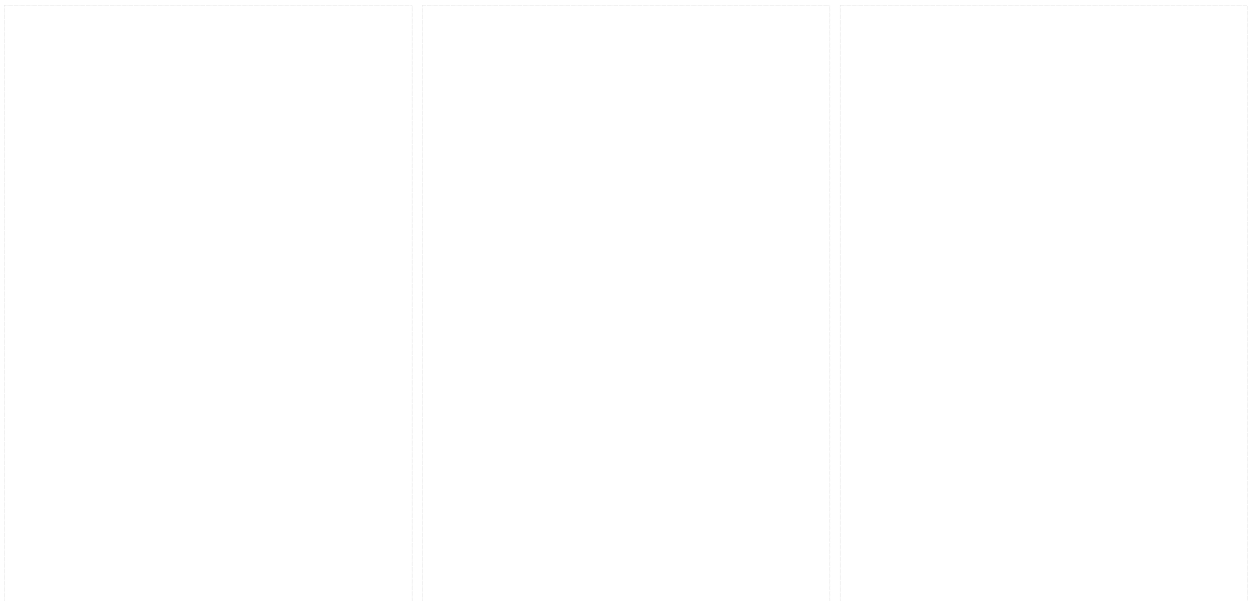


Fig. 1. Harvest of gastroepiploic artery. (Left) Stomach specimen after gastrectomy. (Center) Dissection of gastroepiploic artery. (Right) Gastroepiploic artery segment(about 10 cm).

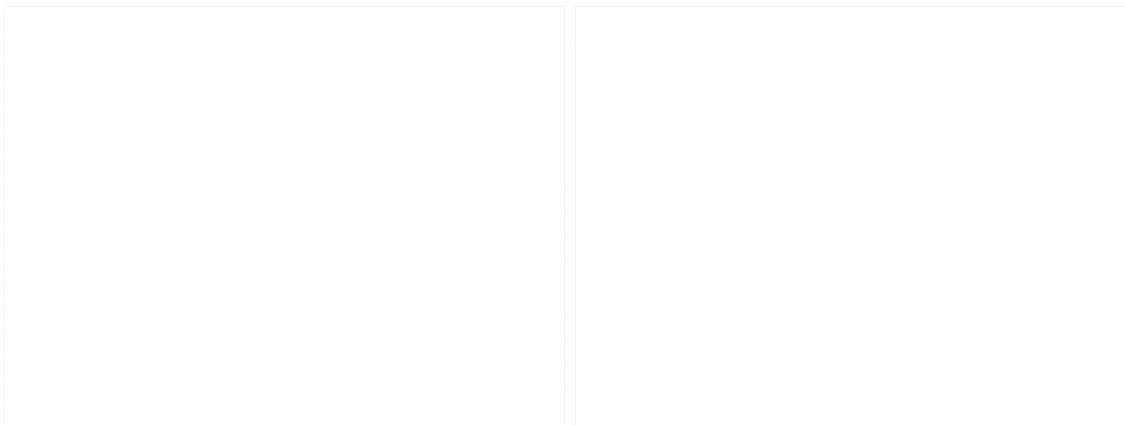
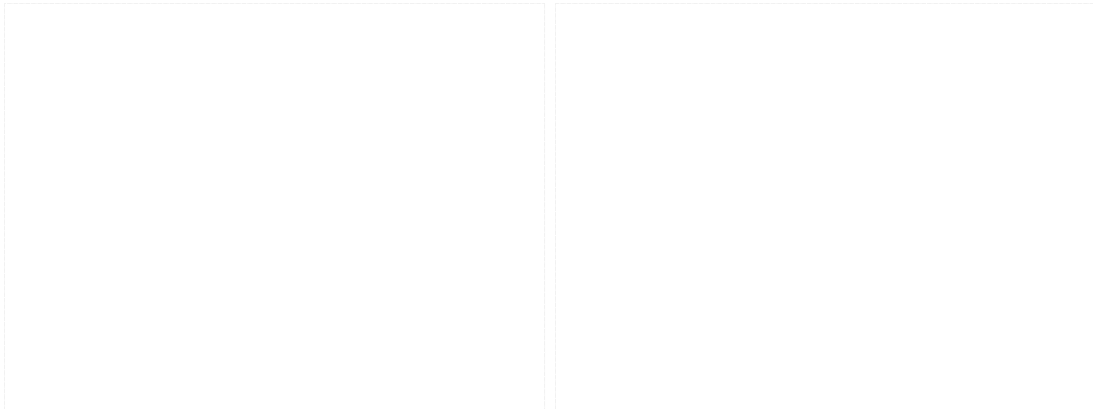
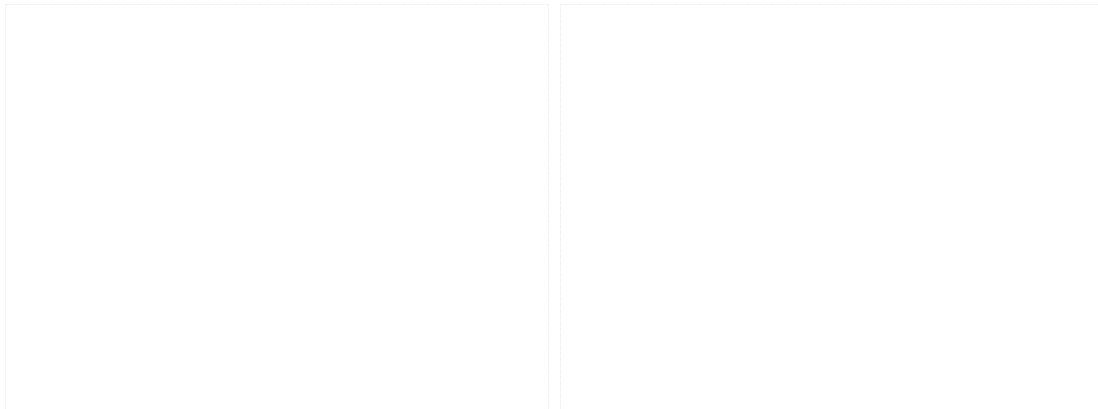


Fig. 2. Histology of gastroepiploic artery. (Left) Pretreatment vessel(Hematoxylin and Eosin stain, x 40). (Right) 5 months preservative vessel(Hematoxylin and Eosin stain, x 40).



**Fig. 3.** Histology of gastroepiploic artery. (Left) Pretreatment vessel(Elastic stain, ×100). (Right) 5 months preservative vessel(Elastic stain, ×100).



**Fig. 4.** Microanastomosis practice, 5 months preservative vessel. At first glance, no fragmentation was detected and the surface of vessel seemed mild sclerotic. (Left) Adequate status for using microsurgical practice was also maintained. (Right) Leakage test was performed successfully with gentian violet ink.

### III. 고 찰

육안상으로 채취한 혈관들은 보존 후 3개월부터 외막에 경미한 경화성 변화를 보였지만, 균열이나 단절이 발생하지는 않았다. 병리조직학적 검사에서 보존 시기에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. Hematoxylin and Eosin 염색에서 보존 시기가 길어짐에 따라 중간막(tunica media) 평활근의 위축이 관찰되었지만, 전체적인 혈관의 형태와 내막(tunica intima), 중간막, 외막의 혈관벽 구조는 그대로 유지되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 Elastic 염색에서는 보존 시기에 관계없이 혈관 내막의 상피세포층과 탄력 섬유층이 잘 보존되어 있음을 확인하였다.

보존 기간이 5개월을 지나면서 봉합 시에 느껴지는 혈관 강직도의 증가가 있었으나, 그 외의 보존 혈관에서는 문합 연습을 하는데 실제 혈관과 큰 차이가 없었으

며, 수술용 잉크를 이용한 문합 부위의 누수 검사에도 문제가 없었다. 따라서 위대망동맥을 혈관문합 연습에 활용함에 있어서, 봉합 시 혈관 강직도의 증가가 없는 3-5개월 이내의 글리세롤 보존 혈관이 적절할 것으로 판단하였다. 또한 위절제술을 시행받은 5명의 환자들에서 위대망동맥 채취로 인해 암병기(cancer stage)가 저평가(underestimate)되는 경우는 없었다.

미세혈관문합술의 연습 모델로 적합하기 위해서는 우선 실제 수술과 유사한 환경에서 반복적인 연습이 가능해야 하며, 기구 조작과 조직 박리, 누수 검사 등의 과정이 실제와 다름이 없어야 할 것이다. 또한 비용이 적게 들며, 오랜 보관이 가능하고 어느 장소에서나 연습할 수 있도록 이동에 문제가 없어야 한다. 마지막으로 연습자의 실력 향상을 기록, 판단할 수 있는 체계적인 방법이 어야 한다.<sup>6</sup>

미세혈관수술 분야가 발달하기 초창기부터 초보자를

위한 문합술의 연습 모델이 많이 개발되어 왔다. 특히 라텍스(latex) 장갑이나 실리콘 관 등은 비용이 저렴하여 구하기 쉽고, 보관이 용이하여 언제든지 사용할 수 있다는 장점이 있어, 소동물의 혈관을 이용하기 전 단계로 많이 사용되어 왔다. Crosby 등은 이전 방법을 개량하여, 3차원 구조의 라텍스 관(tube)을 다양한 직경으로 제작하였고, 단단문합 뿐만 아니라 단편문합과 편편문합까지 실제와 비슷한 연습 모델로 사용할 수 있게 하였다.<sup>1</sup>

그러나 기구 조작 면에서 생체 혈관과의 차이가 크고, 조직박리와 외막(tunica adventitia) 제거 등의 술기를 연습할 수 없다는 한계가 있어, 어느 정도 미세혈관문합술을 익힌 술자들의 경우, 소동물의 혈관을 이용한 연습 모델이 적합하다. 소동물의 혈관은 인체 혈관과 직경 및 기구 조작 등에서 큰 차이가 없으며, 혈류 검사나 누수 여부를 알아보는데 용이하다. 이러한 장점을 바탕으로 쥐의 대퇴 혈관은 미세혈관문합 연습 모델의 표준으로 가장 많이 이용되고 있으며,<sup>6</sup> 그 외에도 Bao는 직경이 0.2-1 mm로 다양한 쥐의 꼬리 혈관을 연습 모델로 삼았다.<sup>2</sup> Hino<sup>3</sup>와 권순성 등<sup>4</sup>은 시중에서 손쉽게 구할 수 있는 닭 날개의 혈관을 미세혈관문합 연습에 사용하였으며, Waterhouse 등은 인체 태반의 혈관을 연습 모델로 보고한 바 있다.<sup>5</sup>

그러나 이상적인 연습 모델로서 소동물의 혈관을 이용하는 방법은 윤리적인 문제와, 준비 비용 및 시간, 그리고 장기간 보관하기 힘들다는 단점을 극복해야 한다.

글리세롤을 이용해 생체 조직을 장기간 보관하는 방법은 이미 여러 보고를 통해 검증된 바 있다. 글리세롤은 조직 세포의 구조를 그대로 유지한 채 세포 내 수분만이 글리세롤로 치환되는데, 생리식염수에 담가놓으면 세포의 글리세롤이 다시 수분으로 치환되면서 원래와 같은 성상을 보이게 된다. 특히 Wolff 등은 쥐의 복부 대동맥과 대퇴 동·정맥을 글리세롤에 장기간 보존 후 재

이식하는 실험을 통해 글리세롤의 혈관 보존 능력이 감압동결건조법과 냉장보관법에 비해 우수하다는 결론은 보고하였으며,<sup>7</sup> Bishop 등은 글리세롤에 보존한 쥐와 염소의 정맥을 동맥 부위에 이식하고 조직학적으로 확인한 뒤, 글리세롤을 이용한 정맥 보존법으로 동맥을 대체할 수 있는 가능성을 검증한 바 있다.<sup>8</sup>

저자들은 위 절제술 시 위대망동맥은 어차피 절제되어야 하는 부분으로 사전에 환자의 동의를 받고, 외과의의 도움을 받아 채취 시 주의를 요한다면, 실험동물의 사용을 줄이고, 인체의 혈관을 이용한 실제적인 연습을 할 수 있는 장점이 있다고 판단되기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## REFERENCES

1. Crosby NL, Clapson JB, Buncke HJ, Newlin L: Advanced non-animal microsurgical exercises. *Microsurgery* 16: 655, 1995
2. Bao JY: Rat tail: a useful model for microvascular training. *Microsurgery* 16: 122, 1995
3. Hino A: Training in microvascular surgery using a chicken wing artery. *Neurosurgery* 52: 1495, 2003
4. Kwon SS, Jeong JH, Chang H, Minn KW: Training of microanastomosis with chicken wing brachial artery. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 34: 274, 2007
5. Waterhouse N, Moss AL, Townsend PL: The development of a dynamic model for microvascular research and practice using human placenta: a preliminary report. *Br J Plast Surg* 38: 389, 1985
6. Lannon DA, Atkins JA, Butler PE: Non-vital, prosthetic, and virtual reality models of microsurgical training. *Microsurgery* 21: 389, 2001
7. Wolff KD, Dienemann D: Vessel preservation with glycerol: an experimental study in rats. *J Oral Maxillofac Surg* 48: 914, 1990
8. Bishop AJ, Glasby MA, Houlton JE: A morphological assessment of vein allografts preserved in glycerol and used for arterial replacement. *J Cardiovasc Surg* 28: 491, 1987