

## 생체부분간이식에서 간동맥 재건의 미세혈관문합술의 경험: 생체부분간이식 100예 경험

대구가톨릭대학교 의과대학 외과학교실

김민수 · 한영석 · 최동락 · 김주동

### Experience with Microsurgical Reconstruction of the Hepatic Artery in 100 Living Donor Liver Transplantation

Min Su Kim, M.D., Young Seok Han, M.D., Dong Lak Choi, M.D. and Joo Dong Kim, M.D.

Department of Surgery, Catholic University of Daegu School of Medicine, Daegu, Korea

**Background:** In living-donor-liver transplantation, microsurgical reconstruction of the hepatic artery is essential and this is challenging issue because of the small diameter of the vessels in the partial liver graft. We present our experiences for hepatic arterial reconstruction with focusing on the technical aspects.

**Methods:** From May 2005 through December 2009, 100 patients received right hemiliver grafts (n=86) or left hemiliver grafts (n=14). Hepatic artery anastomosis was performed using microsurgical techniques. All the anastomoses were successfully accomplished by a single transplantation surgeon who worked under a microscope. Our classical method for arterial reconstruction in living donor liver transplantation (LDLT) consists of the interrupted end-to-end anastomosis between the hepatic artery of the graft and the most accessible hepatic artery of the recipient.

**Results:** We could confirm the patency of the reconstructed artery during the early post-transplantation period. Ninety five patients had the hepatic arteries reconstructed by the conventional twist technique. We used the right gastroepiploic artery in one patient because of the intimal dissection of the hepatic artery, and we used an interposition graft, with using the greater saphenous vein, in 2 patients. technical complication was occurred in only 1 patient. The hepatic artery pseudoaneurysm was confirmed at 4 weeks after transplantation. Arterial steal syndrome was detected in 2 patients and this was treated by angiographic techniques.

**Conclusions:** Meticulous intraoperative microsurgical techniques and careful postoperative evaluation are very important in the hepatic artery reconstruction of LDLT. An experienced transplantation microscopy surgeon is also needed for creating safe anastomosis and achieving a lower complication rate.

**Key Words:** Living donors, Liver transplantation, Hepatic artery, Thrombosis, Microsurgery, Reconstructive surgical procedures  
**중심 단어:** 생체장기제공자, 간이식, 간동맥, 혈전증, 미세수술, 재건수술절차

## 서 론

생체부분간이식에서 혈관재건과 관련된 합병증은 4~25%까지 알려져 있다. 그 중 간동맥혈전증(hepatic artery thrombosis)은 9~18%로 가장 흔하게 보고되고 있으며, 그에 따른 사망률 역시 50%로 치명적이라고 할 수 있다

책임저자 : 한영석, 대구시 남구 대명4동 3056-6번지  
대구가톨릭대학교 의과대학 외과학교실, 704-727  
Tel: 053-650-4230, Fax: 053-650-4950  
E-mail: hyskhk@cu.ac.kr

접수일 : 2010년 9월 1일, 심사일 : 2010년 9월 23일  
게재승인일 : 2010년 10월 12일

(1,2). 간동혈전증이 발생할 경우 이식편의 패혈성 간내괴사가 발생할 수 있으며, 장기적으로 담관허혈에 따른 이식편내 전반적인 담관협착을 유도할 수 있다. 이러한 간동맥 재건과 관련된 합병증은 짧고 직경이 작은 이식편내 간동맥을 사용한다는 점, 이식편의 우 또는 좌엽의 해부학적 변이가 다양하다는 점, 이식편 및 수용자의 간동맥 상태가 불랄할 수 있다는 점, 이식편과 수용자의 간동맥 직경이 다르다는 점, 그리고 재건을 위한 시야가 매우 깊다는 점 등이 원인이 될 수 있다. 저자들은 생체부분간이식에서 경험한 간동맥재건의 경험을 보고하며, 특수한 상황에서의 다양한 재건 방법들을 제시하고 그에 따른 합병증을 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

2005년 5월부터 2009년 12월까지 시행한 생체부분간이식 중 단일 술자가 시행하였으며, 이식 후 초기 합병증을 확인하기 위해 2주 이상 영상의학적 추적검사가 가능했던 100명을 대상으로 하였다. 제공자의 기증 전 검사로 3차원의 복부전산화단층촬영(abdominal 3-dimensional computed tomography, CT)과 도플러초음파검사(doppler ultrasonography)를 시행하였으며, 제공자 간동맥의 해부학적 변형(anatomical variation)으로 공여를 하지 못한 경우는 없었다. 제공자의 간우엽을 86예, 좌엽을 14예 이식편으로 사용하였다. 대상환자의 영상의학적 추적검사로 도플러초음파를 술 중, 술 후 1일째, 4일째, 7일째 시행하였으며, 신장기능의 이상이 없다면 CT를 술 후 14일째 시행하였다. 간동맥재건은 100예 모두 미세현미경(model S-8, Zeiss, Oberkochen, Germany) 시야에서 시행하였다. 문합을 시행하기 위해 미세현미경 시야에서 간동맥 주위를 정리한 후 문합을 시도하였으며 문합을 시도한 간동맥의 직경은 평균 1.83 mm (1~3 mm)였다. 간동맥 문합 시 8-0 봉합사(Ethilon 8-0, New Jersey, USA)에 의한 단속봉합을 기본으로 하며, 혈관의 직경이 1.5 mm 이하이며 혈관내막이 약한 경우 9-0 또는 10-0 봉합사를 선택적으로 사용하였다.

### 1) 수술술기

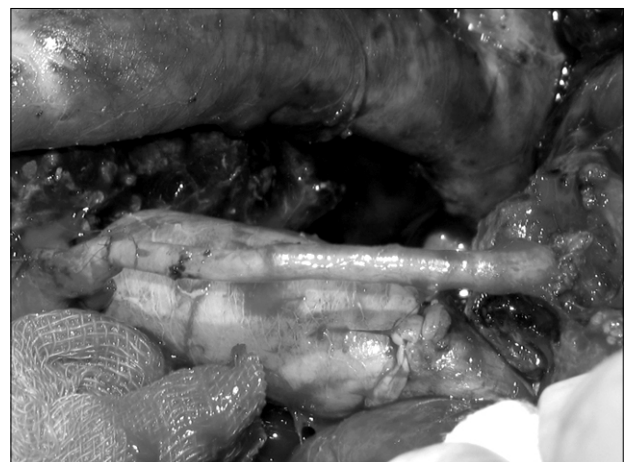
(1) **문합방법(anastomosis technique):** 동맥간문합 시 고식적인 꼬임방법(conventional twist technique)과 세발 봉합방법(tripod suture)을 사용하였다. 고식적인 꼬임방법은 95예에서, 세발봉합방법은 5예에서 사용하였다. 세발 봉합방법의 사용은 이식편으로 제공자의 좌엽을 사용한 14예 중 3예에서, 우엽을 사용한 86예 중 2예에서 시행하였으며 5예 모두에서 간이식편의 간동맥이 매우 짧게 절단되어 미세현미경용 두 팔 불독클램프(microsurgical double arm bulldog clamp)를 사용할 수 없는 경우에 이용하였다.

(2) **봉합방법(suture technique):** 환자 중 87예는 앞, 뒷면 모두 고식적인 단속봉합(interrupted suture)을 시행하였고, 10예에서는 앞면은 연속봉합(continuous suture)을 뒷면은 단속봉합을 시행하였으며, 3예에서는 앞, 뒷면 모두 연속봉합을 시행하였다. 연속봉합이 포함된 모든 예는 문합을 위한 두 동맥의 내막(intima)이 양호하고 직경의 차이가 없는 경우에 한하여 시행하였으며, 뒷면만 연속봉합을 시행한 경우 봉합시간은 평균 17분(15~20분)이었으며, 두면 모두 연속봉합을 시행한 경우에는 평균 16.7분(15~20

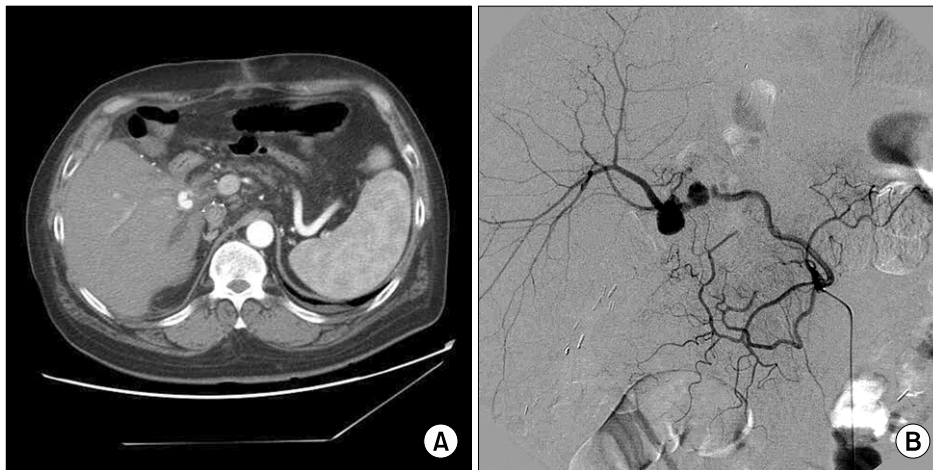
분)이었다.

(3) **문합동맥간의 직경이 다른 경우:** 문합 시 두 동맥간의 직경이 차이가 있는 경우, 비스듬하게 절단하거나 미세수술용 확장 겸자(microsurgical dilator)를 이용하면 극복이 가능했다. 그러나, 직경의 차이가 1.5배 이상인 경우는 나비모양(sphenoid)의 문합을 시행하였다(3,4).

(4) **대체동맥의 사용 경험:** 사례에서 대체동맥을 이용한 간동맥 재건술을 시행하였다. 대체동맥으로 1예에서 우위대망동맥(right gastroepiploic artery)을 사용하였으며, 2예에서 간치혈관(interposition graft)을 사용하였다(Fig. 1). 우위대망동맥을 사용한 예는 좌, 우 간동맥과 고유간동맥(proper hepatic artery) 모두에서 내막박리(intima dissection)가 심하여 유입혈관으로 사용이 어려운 경우였다. 그리고 간치혈관을 사용한 예 중 첫째는 내막박리가 고유간동맥 부위까지 심해서 대체동맥을 사용해야 하는 상황에서 우위대망동맥의 박동 및 혈류량이 만족스럽지 않아 간치혈관을 사용하였으며, 간치혈관으로는 좌측 대복제정맥(great saphenous vein) 중 혈관판막(valve)가 없는 무릎 상방의 3×6 mm 혈관을 사용하였다. 두 번째 환자는 간절제술을 이미 받은 상태로 간문부의 심한 손상으로 간동맥을 확보할 수 없는 상태였으며, 대망 또한 복벽과 심한 유착으로 우위대망동맥의 박리가 어려운 환자였다. 수용자의 총간동맥과 우엽이식편의 간동맥 사이에 연결을 하였으며, 술 후 영상의학적 추적검사에서 혈류가 잘 유지되는 것을 확인할 수 있었다.



**Fig. 1.** Interposition graft. Interposition graft using greater saphenous vein between graft hepatic artery and common hepatic artery.



**Fig. 2.** Pseudoaneurysm of hepatic artery anastomosis site. (A) CT finding. (B) Angiographic finding.

## 결 과

모든 재건된 간동맥은 술 중 그리고 술 후 시행한 도플러초음파 및 CT에서 동맥 내 혈류 이상은 없었다. 합병증은 기술적 문제에 의해 발생한 간동맥문합부의 거짓동맥류(pseudoaneurysm) 1예와 기술적 문제와 관련이 없는 동맥성 도류증후군(arterial steal syndrome) 2예가 있었다.

거짓동맥류환자는 49세의 남자로서 술 후 4주째 시행한 혈액검사서 aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT)의 상승이 확인되었으며, 도플러초음파에서 간이식편내 간동맥의 resistive index (RI)는 0.72로 이상소견이 없었으나, CT에서 간동맥문합부에 1.5 cm 크기의 거짓동맥류가 확인되었다(Fig. 2). 환자는 AST/ALT가 정상화되었고 출혈 및 활력징후의 이상소견이 발생하지 않아 경과관찰 중 술 후 8주째 시행한 CT에서 거짓동맥류 내에 혈전이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 동맥성 도류증후군을 가진 첫째 환자는 술 후 2주째 비장동맥으로 도류가 발생한 상태로 영상의학적 중재적 시술에 의한 비장동맥 코일링(coiling)에 의해 치료되었으며, 두 번째 환자는 유입혈관으로 부좌간동맥(accessory left hepatic artery)을 사용하였고 역시 2주째 비장동맥 및 총간동맥과 위십이지장동맥(gastroduodenal artery)으로의 도류가 확인되었고 중재적 시술에 의한 위십이지장동맥과 비장동맥코일링, 혈관확장제에 의한 부좌간동맥확장을 통해 치료되었다.

## 고 찰

1990년대 간이식에서 미세수술(microsurgery)의 도입(5)은 간동맥혈전증의 발생을 7.4~26%에서 2% 이하로 낮추는 역할을 하였다(6-8). 즉, 생체부분간이식에서 숙

련된 미세수술술기는 합병증의 발생을 줄이는 중요한 요인이 되었다. 그러나, 간이식에서 미세수술의 시행은 일반적인 미세수술과 차이가 있다. 첫째, 문합을 시행해야 할 혈관들이 매우 깊고 제한된 위치에 있다는 점, 둘째, 호흡 및 맥박에 심하게 영향을 받는다는 점(9), 셋째, 간주위 해부학적 구조의 변이가 심하다는 점 등이다. 그리고 일반적인 미세수술과 달리 문합을 위한 미세수술용 두 팔 불독클램프의 사용이 어려운 경우가 있을 수 있으며, 문합부를 수평이 아닌 수직 등의 다양한 각도에서 시행해야 하는 경우가 발생할 수 있기 때문에 상황에 따른 응용능력이 필요한 경우가 발생할 수 있다. 따라서 일반적인 미세수술을 시행하는 미세수술의보다는 간이식만을 전문으로 시술하는 미세수술의가 필요할 것으로 보이며 그에 따른 교육이 필요하다고 판단된다(10).

간동맥의 성공적인 미세문합수술을 위해서는 기술적으로 섬세하고 비외상의 혈관조작이 필요하며, 혈관 주위의 적절한 정리 및 혈관연축(vessel spasm)의 완화와 문합부가 새는 것을 방지하는 것이 중요하다. 또한 문합 중 혈관폐쇄 및 혈전의 예방을 위해서는 전벽을 봉합하는 동안 후벽을 뜨지 않는 것이 중요하다. 저자들은 간동맥문합 시 8-0 봉합사에 의한 단속봉합을 기본으로 하며, 혈관의 직경 및 혈관내막의 상태를 고려해서 9-0 또는 10-0 봉합사를 선택하고 있고, 연속봉합을 또한 시도하고 있다. 혈관내막에 이상이 없고, 문합을 위한 동맥간에 직경의 차이가 없다면 연속봉합도 유용한 기술이 될 것으로 보인다(11).

수용자 간동맥의 내막박리가 심할 경우, 유입동맥으로 우위대망동맥(12,13)과 간치혈관을 사용할 수 있다. 우위대망동맥은 간동맥혈전증에서 유용한 유입동맥으로 사용된 보고가 있는데 반해, 간치혈관의 경우 간동맥혈전증 발생위험이 높을 수 있다고 보고되고 있다(7,8). 저자들

은 대복제정맥을 간치혈관으로 사용하였으며, 간동맥혈전증은 발생하지 않았다. 더 많은 연구의 필요성이 요구되지만 내막박리가 심할 경우 안전하고 효과적인 선택으로 고려해볼 수는 있겠다.

술 중 그리고 술 후 간동맥문합부에 대한 추적검사는 문합부 내 혈전형성을 확인하고 조기에 중재술을 통한 이식편의 구제에 매우 중요한 역할을 담당한다. 도플러 초음파검사는 비용-효율면에서 매우 유용한 검사이며, 간동맥내 혈류의 유지 및 속도를 확인하는 중요한 수단이다. 또한 신장기능과 무관하게 검사가 가능하기 때문에 이식 초기 신장기능의 이상 시에도 응급 또는 정기적으로 추적검사가 가능한 장점을 가지고 있다(14). 따라서, 저자들은 이식 초기 간동맥 및 기타 문합혈관의 상태를 파악하기 위한 선별검사로 도플러초음파를 술 후 1일째, 4일째, 7일째 시행하고 있으며, 간기능을 포함한 혈액검사에서도 이상소견을 보이는 경우 도플러초음파검사를 가장 먼저 시도하고 있다. 그리고, 술 후 14일째 또는 도플러초음파에서 이상소견이 보인다면 CT를 시행하고 있다. CT는 간동맥문합부의 초기 합병증을 조기 진단하는데 매우 유용하다고 할 수 있다(15,16). 도플러초음파 및 CT에서 이상소견을 보일 경우, 혈관촬영(angiography)은 확진 및 중재적 시술을 통한 치료를 위해 1차적으로 시행할 수 있는 중요한 수단이 된다(15,17).

저자들은 100예의 생체부분간이식에서 간동맥문합부의 기술적 문제에 의한 합병증은 1예로 간동맥문합부의 거짓동맥류였다. 환자의 간기능이 안정화되었고, 간이식편내 간동맥 혈류가 확인되었으며, 환자의 전신상태가 양호하여 경과관찰을 시도하였고 환자는 진단 4주 후 시행한 CT에서 거짓동맥류 내에 혈전이 형성되고 우회혈류에 의해 이식편의 혈류 공급이 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 간동맥문합부의 혈전형성에 따른 장기추적은 필요할 것으로 보인다. 기능적 문제인 2예의 동맥성 도류증후군은 간동맥혈허에 의해 간동맥혈전증과 비슷한 임상양상을 보였다. CT 및 도플러초음파검사와 임상양상을 고려하여 의심을 하여야 하며, 혈관촬영에 의한 중재적 시술이 확진을 위해 반드시 필요하며 동시에 매우 안전하고 유용한 치료 방법이 될 수 있다(18-20).

## 결론

결론적으로 생체부분간이식에서 간동맥의 미세수술은 섬세한 기술 및 해부학적 지식을 갖춘 전문의에 의해 해부학적 변이가 심한 간이식편과 수용자의 간동맥에서 가장 적합한 혈관 및 가장 적절한 문합방법을 선택하고 섬

세한 혈관조작을 시행함으로써 간동맥문합부 합병증을 최소화할 수 있으며, 이식 초기 비침습적 추적검사를 정기적으로 시행함으로써 간동맥문합부의 합병증을 조기 진단하고 치료를 선택할 수 있다.

## REFERENCES

- 1) Ikegami T, Hashikura Y, Nakazawa Y, Urata K, Mita A, Ohno Y, et al. Risk factors contributing to hepatic artery thrombosis following living-donor liver transplantation. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2006;13:105-9.
- 2) Matsuda H, Yagi T, Sadamori H, Matsukawa H, Shinoura S, Murata H, et al. Complications of arterial reconstruction in living donor liver transplantation: a single-center experience. *Surg Today* 2006;36:245-51.
- 3) Harashina T, Irigaray A. Expansion of smaller vessel diameter by fish-mouth incision in microvascular anastomosis with marked size discrepancy. *Plast Reconstr Surg* 1980;65:502-3.
- 4) Testa G, Losanoff JE, Gangemi A, Benedetti E. Excellent outcome using an alternative technique for arterial reconstruction in living-related liver transplant: sphenoid anastomosis. *Transpl Int* 2007;20:392-4.
- 5) Mori K, Nagata I, Yamagata S, Sasaki H, Nishizawa F, Takada Y, et al. The introduction of microvascular surgery to hepatic artery reconstruction in living-donor liver transplantation-its surgical advantages compared with conventional procedures. *Transplantation* 1992;54:263-8.
- 6) Marcos A, Ham JM, Fisher RA, Olzinski AT, Posner MP. Surgical management of anatomical variations of the right lobe in living donor liver transplantation. *Ann Surg* 2000;231:824-31.
- 7) Mazzaferro V, Esquivel CO, Makowka L, Belle S, Kahn D, Koneru B, et al. Hepatic artery thrombosis after pediatric liver transplantation-a medical or surgical event? *Transplantation* 1989;47:971-7.
- 8) Tzakis AG, Gordon RD, Shaw BW Jr, Iwatsuki S, Starzl TE. Clinical presentation of hepatic artery thrombosis after liver transplantation in the cyclosporine era. *Transplantation* 1985;40:667-71.
- 9) Ulusal BG, Cheng MH, Ulusal AE, Lee WC, Wei FC. Collaboration with microsurgery prevents arterial complications and provides superior success in partial liver transplantation. *Microsurgery* 2006;26:490-7.
- 10) Xu W, Kim BW, Bae BK, Wang HJ, Kim MW. Effect of microsurgery training program for hepatic artery reconstruction in liver transplantation. *Korean J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2010;14:25-9. (허위광, 김봉완, 배병구, 왕희정, 김명욱. 간이식에 있어서 간동맥 재건을 위한 미세혈관수술교육의 효과: 미세수술교육부터 임상적용까지. *한국간담췌외과학회지* 2010;14:25-9.)
- 11) Yang Y, Yan LN, Zhao JC, Ma YK, Huang B, Li B, et al. Microsurgical reconstruction of hepatic artery in A-A LDLT: 124 consecutive cases without HAT. *World J*

- Gastroenterol 2010;16:2682-8.
- 12) Itabashi Y, Hakamada K, Narumi S, Toyoki Y, Totsuka E, Umehara Y, et al. A case of living-related partial liver transplantation using the right gastroepiploic artery for hepatic artery reconstruction. *Hepatogastroenterology* 2000; 47:512-3.
  - 13) Tannuri U, Maksoud-Filho JG, Silva MM, Suzuki L, Santos MM, Gibelli NE, et al. An alternative method of arterial reconstruction in pediatric living donor liver transplantation with the recipient right gastroepiploic artery. *Pediatr Transplant* 2006;10:101-4.
  - 14) Someda H, Moriyasu F, Fujimoto M, Hamato N, Nabeshima M, Nishikawa K, et al. Vascular complications in living related liver transplantation detected with intraoperative and postoperative Doppler US. *J Hepatol* 1995;22:623-32.
  - 15) Kayahan Ulu EM, Coskun M, Ozbek O, Tutar NU, Ozturk A, Aytekin C, et al. Accuracy of multidetector computed tomographic angiography for detecting hepatic artery complications after liver transplantation. *Transplant Proc* 2007;39:3239-44.
  - 16) Kim SY, Kim KW, Kim MJ, Shin YM, Lee MG, Lee SG. Multidetector row CT of various hepatic artery complications after living donor liver transplantation. *Abdom Imaging* 2007;32:635-43.
  - 17) Chen HL, Concejero AM, Huang TL, Chen TY, Tsang LL, Wang CC, et al. Diagnosis and interventional radiological treatment of vascular and biliary complications after liver transplantation in children with biliary atresia. *Transplant Proc* 2008;40:2534-6.
  - 18) Lima CX, Mandil A, Ulhoa AC, Lima AS. Splenic artery steal syndrome after liver transplantation: an alternative technique of embolization. *Transplant Proc* 2009;41:1990-3.
  - 19) Sevmis S, Boyvat F, Aytekin C, Gorur SK, Karakayali H, Moray G, et al. Arterial steal syndrome after orthotopic liver transplantation. *Transplant Proc* 2006;38:3651-5.
  - 20) Shimizu K, Tashiro H, Fudaba Y, Itamoto T, Ohdan H, Fukuda S, et al. Splenic artery steal syndrome in living donor liver transplantation: a case report. *Transplant Proc* 2007;39:3519-22.