

생체 간이식 공여자의 수술 전 이식간 용적과 해부학적 구조에 대한 영상학적 검사의 유용성

연세대학교 의과대학¹ 외과학교실 및² 장기이식센터

주만기^{1,2} · 김명수^{1,2} · 최기흥¹ · 장혜경^{1,2} · 안형준² · 김유선^{1,2} · 최진섭^{1,2} · 김순일^{1,2}

The Efficacy of Pre-transplant Radiologic Evaluation for Graft Volume and Anatomy in Living Donor Liver Transplantation

Man Ki Ju, M.D.^{1,2}, Myoung Soo Kim, M.D.^{1,2}, Gi Hong Choi, M.D.¹, Hye Kyung Chang, M.D.^{1,2}, Hyung Jun Ahn, M.D.², Yu Seun Kim, M.D.^{1,2}, Jin Sub Choi, M.D.^{1,2} and Soon Il Kim, M.D.^{1,2}

¹Department of Surgery and ²Severance Hospital Transplantation Center, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: For securing donor safety in living donor liver transplantation (LDLT), we must know the anatomy of hepatobiliary and vascular structures as well as donor-recipient hepatic volume profile. The purpose of this study was to ascertain the role of donor-recipient evaluation by using pre-operative radiologic studies. **Methods:** Prospective pre-operative analyses of 94 LDLT candidate pairs (74 recipients and 94 donors) were performed. Tomographic images were reconstructed by 3-dimensional images and used as a resource of calculation of liver volume profile and anatomic structure evaluation. **Results:** The percentage of anatomical variation in portal, hepatic vein, hepatic artery and bile duct were 20.2, 41.5, 21.3 and 33.0%, respectively. Among 94 cases, 52 (55.4%) potential donors were unacceptable for LDLT due to a various reasons. The leading cause of unacceptability of donor was anatomical variation (n=24, 25.5%) such as anatomical variation of middle hepatic vein drainage patterns (n=20, 21.3%). Too small residual volume of donor (n=17, 18.1%) and 'small-for-size' (n=5, 5.3%) were also considered critical causes of unacceptable donor. Only 19 out of 94 cases underwent suc-

cessful living donor right hepatic lobe transplantation. **Conclusion:** Pre-transplant evaluations of liver volume and anatomic structure by using three-dimensional imaging study and computerized volume measurement system is useful for performing safe LDLT. (J Korean Soc Transplant 2007;21: 128-134)

Key Words: Liver transplantation, Anatomy, Volumetry
중심 단어: 생체간이식, 해부학적 구조, 용적

서 론

이식 장기 부족을 극복하기 위해 생체 공여자를 통한 부분 간이식은 계속하여 증가하고 있다.(1) 생체 간이식이 시작된 초기에는 주로 공여자의 좌엽을 사용하였으며 이는 수여자가 소아인 경우 충분한 이식간 용적과 공여자의 안정성을 확보할 수 있었다.(2) 그러나 수여자가 성인인 경우에는 공여자의 좌엽만으로는 이식간 용적이 부족하여 성인 간의 생체 간이식은 주로 공여자의 우엽을 이용하고 있는 추세이다.(3) 전체 간 용적의 60% 이상을 차지하는 우엽을 사용하는 생체 간이식을 시행함에 있어서 우선적으로 생각하여야 할 문제는 공여자의 안전성 확보이다.(4) 공여자의 안전과 수여자의 이식 후 간 기능 부전의 예방을 위하여서는 영상학적 검사를 통해 공여자 및 수여자 간담도계의 정확한 해부학적 구조에 대하여 파악하고 이를 바탕으로 절제가 가능한 가상의 이식편을 설정한 후 이식간의 크기를 수술 전에 미리 측정하여 공여자 및 수여자에게 안전한지 판단하는 것이 중요하다.(5) 이를 위하여 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)이나 자기공명촬영(magnetic resonance imaging, MRI)을 이용하여 간 용적을 구하는 용적 측정 프로그램이 개발되어 이식 전 검사에 사용되고 있다.(6)

이에 저자들은 공여자의 우엽을 이용한 성인 대 성인 생체 간이식을 준비 중인 수여자-공여자 쌍을 대상으로 수술 전 영상학적 검사로 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명촬영을

책임저자 : 김순일, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
연세대학교 의과대학 외과학교실, 120-752
Tel: 02-2228-2118, Fax: 02-313-8289
E-mail: soonkim@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문은 연세대학교 의과대학 외과학교실 (故)황규철 교수 간 이식 연구기금의 지원으로 이루어졌음.
안형준의 현소속: 관동대학교 의과대학 외과학교실

통해 해부학적 구조를 파악하고 이식간의 용적 및 중량을 측정하여 공여자의 안전성 및 수여자의 이식 타당성을 판정하고 일련의 수술 전 검사의 유용성을 살펴보고자 한다.

방 법

1) 대상

2005년 9월부터 2006년 10월까지 생체 간이식을 위해 공여자 검사를 시행한 환자 중 우엽 혹은 확대 우엽을 이용한 간 이식을 계획한 20세 이상의 공여자 94예를 대상으로 하였다.

2) 방법

(1) 신체검사 및 표준 간용적 측정: 대상자 모두에서 신장과 체중을 측정하였고 이를 바탕으로 표준체표면적(body surface area, BSA; [체중(kg)×신장(cm)/3,600]^{1/2}) 및 표준간용적(standard liver volume, SLV; 706.2×BSA (m²)+2.4)을 구하였다.

(2) 해부학적 구조: 해부학적 구조와 간 용적에 관한 정보를 얻기 위해 공여자에서 자기공명촬영을 시행하였다. 자기공명촬영을 통해 획득한 단면 사진을 VoxelPlus[®] 2 (메디시스, Seoul, Korea) 프로그램을 통해 3차원 영상으로 재구성하였고 이를 바탕으로 해부학적 구조를 파악하였다. 중간 간정맥 구조의 분류는 Marcos 등(7)이 정한 기준에 따라

분류하였다. 또한, 간절제 시 절단되는 간정맥의 직경을 측정하여 5 mm 이상일 경우 수술 시 문합이 필요할 것으로 분류하였다. 간문맥, 간동맥 및 담도의 구조는 가장 보편적으로 사용된 분류(8-11)를 따랐다.

(3) 수술 전 간용적의 측정: VoxelPlus[®] 2 프로그램을 통하여 공여자의 총간용적과 이식 간 용적을 측정하여 잔여간용적비율(residual volume ratio, RVR)을 구하였다. 측정된 이식간 용적(mL)은 이식 간 중량(g)으로 1 : 1의 비율로 환산하여 수여자 체중에 대한 이식간 중량 비율(graft to recipient weight ratio, GRWR)을 계산하였다.

(4) 통계: 모든 결과는 평균±표준편차로 표시하였다. 각 군 간 평균값의 차이는 ANOVA로 차이를 검증하였고 명목 변수의 빈도비교는 Chi-square test로 검정하였다. 모든 통계 처리는 SPSS 13.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 유의수준이 0.05 이하인 경우에 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1) 임상적 특징

수여자의 평균 연령은 51.0±6.1세이며 공여자는 33.0±10.9세였다. 공여자-수여자의 관계는 혈연 관계가 61명(64.9%)으로 비혈연 관계가 보다 많은 비율을 차지하였고 그 중 부모-자식간인 경우가 50예(52.6%)로 가장 많았다(Table

Table 1. Clinical characteristic of donor-recipient candidates

	N	Minimum	Maximum	Mean±SD	
Recipient	74	Age (years old)	28	67	51±6.1
		Weight (kg)	48.0	95.0	67.2±9.6
		Height (cm)	150.0	183.0	167.4±6.8
		BMI (kg/m)	17.8	30.2	23.9±2.7
Donor	94	Age (years old)	18	57	33±10.9
		Weight (kg)	45.0	102.0	67.4±15.7
		Height (cm)	152.0	193.0	168.2±14.2
		BMI (kg/m)	17.9	34.5	27.9±3.5
		BSA (m ²)	1.36	2.40	1.760±0.180
Relation; Related : Unrelated		61 : 33 (64.9% : 35.1%)			
Volume profile of donor					
Standard liver volume (ml)	94	969.4	1,701.7	1,245.51±127.1	
Total liver volume (ml)	94	876.0	1,933.0	1,253.38±206.3	
Graft volume (ml)=Weight (kg)	94	552.0	1,411.0	828.42±141.6	
Residual liver volume (ml)	94	264.0	631.0	425.98±86.2	
Residual liver volume ratio (%)	94	24.5	40.8	33.93±3.6	
Graft to recipient weight ratio	94	0.7	2.2	1.25±0.2	

Table 2. Frequency of anatomical variation of hepatic vascular & biliary structure

Description		N (%)
Hepatic artery		
Type A	Typical	74 (78.7)
Type B	Rt. form SMA	8 (8.5)
Type C	Lt. from LGA	8 (8.5)
Type D	From GDA/CA	1 (1.1)
Type E	Others	3 (3.2)
Portal vein		
Type A	Bifurcation	75 (79.8)
Type B	Trifurcation	13 (13.8)
Type C	Rt. ant/Rt. post+Lt.	3 (3.2)
Type D	Others	3 (3.2)
Middle hepatic vein		
Type A	Thick veins draining segments IVa and V are branches with equal size and almost equal drainage areas.	55 (58.5)
Type B	Segment V vein is small and short. Segment IVa veins are thin and have relatively larger drainage area than segment V veins.	22 (23.4)
Type C	Early proximal branching occurs and some medium sized branches are present in both segment IVa and V.	17 (18.1)
Bile duct		
Type A	Bifurcate	63 (67.1)
Type B	Trifurcate	14 (14.9)
Type C	Rt. to CHD	7 (7.4)
Type D	Rt. to Lt. duct	7 (7.4)
Type E	Others	3 (3.2)
Total		94 (100)

Rt = right; Lt = left; SMA = superior mesenteric artery; LGA = left gastric artery; GD = gastroduodenal artery; ant = anterior; post = posterior; CHD = common hepatic duct.

1). 수여자의 원인 질환으로는 B형 간염에 의한 간경화 44예(59.4%)와 간세포암 24예(32.4%)로 대부분을 차지하였다.

2) 해부학적 구조

(1) **간동맥:** 총간동맥에서 좌우간동맥이 기시하는 정상구조를 가진 경우는 74예(78.7%)였다. 우간동맥이 상장간동맥에서 기원하는 경우와 좌간동맥이 좌위동맥에서 기시하는 치환동맥이 각각 8예씩 있었다(Table 2).

(2) **간문맥:** 정상적인 이분지를 보이는 경우가 75예(79.8%)로 가장 많았으며 3분지를 보이는 경우가 13예(13.7%), 우

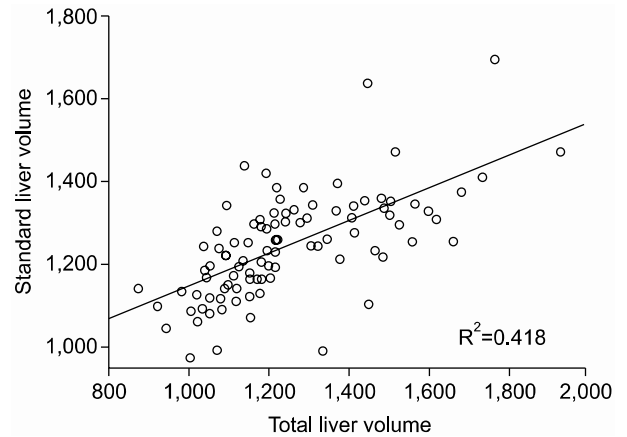


Fig. 1. Relationship of standard liver volume and estimated liver volume of donor.

측 분지가 전방과 후방의 2개의 분지로 나누어지면서 후방 분지가 총간문맥에서 기시하는 경우가 3예(3.2%) 있었다 (Table 2).

(3) **중간 간정맥 구조:** Marcos 등의 분류 중 type A가 55예(58.5%)로 가장 많은 비율을 차지하였다(Table 2).

우엽 절제 시 예상 단면에 5번 및 8번 분절 간정맥이 포함되는 경우 정맥이 직경이 5 mm 이상인 경우는 5번 분절 간정맥이 75예(79.8%), 8번 분절 간정맥이 38예(40.4%)에서 있었다. 우측 하부 간정맥은 19예(20.2%)의 환자에서 보였으며 이중 5 mm 이상의 직경을 보인 경우는 1예가 있었다.

(4) **담도:** 전형적인 이분지를 보이는 경우가 63예(67.0%)였으며 우측 담도가 총간담도와 좌측 담도로 배액 되는 변형이 각각 7예에서 있었다(Table 2).

3) 수술 전 예측한 간 용적 및 중량

공여자의 체중, 신장을 이용하여 계산한 표준간용적(SLV)은 평균 1,245.5±127 mL이었다. 영상학적 검사로 측정된 공여자의 총간용적(total liver volume, TLV)은 평균 1,253.3±2063 mL이었으며 이식간 용적(graft volume, GV)은 평균 828.4±141.0 mL이었다. 표준 간 용적과 영상 검사를 통해 측정된 총간용적 간에는 유의한 상관관계를 보였다($P < 0.0001$, $R^2 = 0.418$, Fig. 1). 우엽절제를 가정하였을 때 공여자의 잔존 간용적비는 30% 미만인 14예(14.9%), 30~35% 사이가 42예(44.7%) 그리고 35% 이상이 38예(40.4%)이었다. 이식간의 무게를 1 mL당 1 g으로 환산하여 계산한 수여자 체중에 대한 이식간 중량 비율은 평균 1.25±0.2%이었다(Table 1).

4) 생체 간이식의 적합성 판단

94예의 환자쌍 중 43 (45.7%)예에서 간우엽을 이용한 생체 간이식이 가능한 것으로 판단되었으나 나머지 51 (54.3%)예에서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다(Fig. 2). 간 실

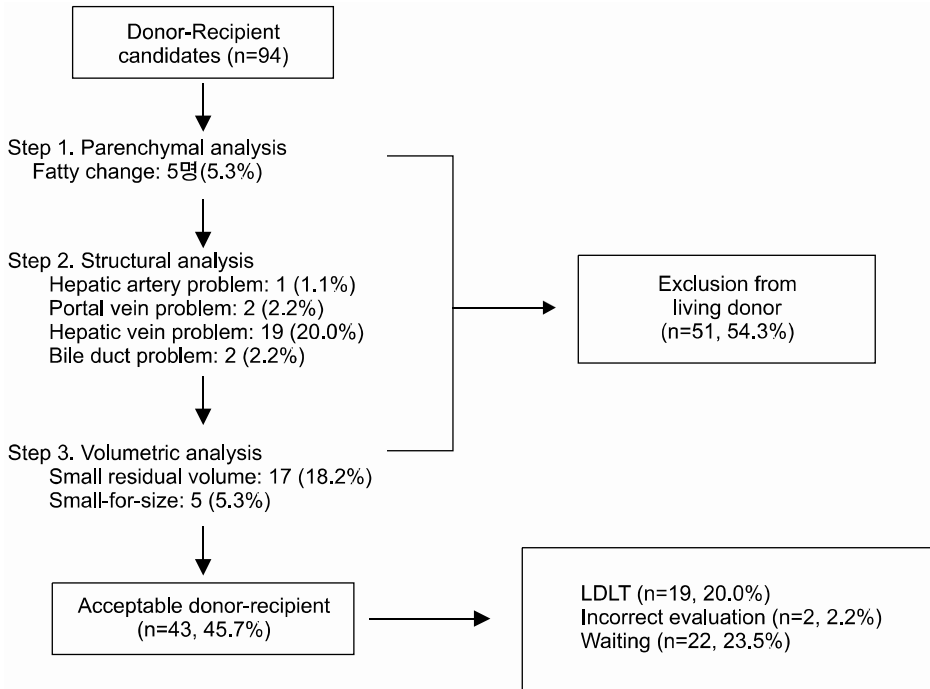


Fig. 2. Process of recipient-donor pre-operative evaluation in living donor liver transplantation.

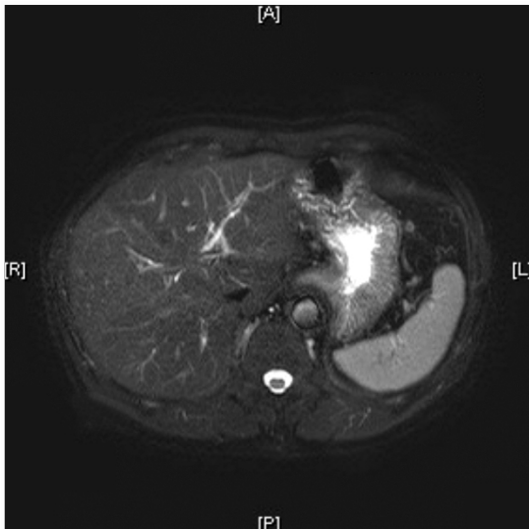


Fig. 3. The figure shows moderate to severe fatty change (40% by indirect method using MRI) of liver without focal lesion.

질이 MRI를 통한 간접측정 방법에서 지방화가 30% 이상으로 측정된 경우도 5명(5.3%)에서 있었다(Fig. 3). 해부학적 구조 이상 중 간문맥 이상은 문맥의 해면체상 변화(cavernous transformation)를 보인 1예와 우측 전후방 분지가 간외에서 분지되어 공여자의 안전성 확보가 어려운 경우였다(Fig. 4). 간정맥 문제로 생체 간이식이 부적합하다고 판단된 19예는 17예에서 중간간정맥이 type C 형태를 보였고 나머지 2예는 type B 형태였으나 작은 분지가 많아 정맥문합

이 어렵다고 판정하였다(Fig. 5). 좌간동맥이 우간동맥에서 기시하여 부적합 판단을 받은 경우가 1예 있었고 담도에 이상이 있어 부적합 판단을 받은 2예에서 있었다(Fig. 6).

간용적 때문에 생체 간이식이 부적절하다고 판단된 경우 중 잔존간용적이 부족한 경우가 17예(18.1%)이었고, 수여자 체중 대비 이식간의 중량 비율이 1.0% 이하로 이식간 용적이 부족한 경우가 5명(5.3%)였다. 수술 전 검사상 적합하다고 판단된 환자 중 21예에서 연구 기간 중 수술을 시행하였으나 2예에서는 수여자의 개복 후 간세포암의 병기가 진행된 것으로 판단되어 이식수술을 진행하지 못하였다.

고찰

생체 간이식을 결정함에 있어 적절한 크기의 간을 남겨 공여자의 수술 후 안전성을 확보하는 것이 가장 중요한 문제이나 수여자에게도 충분한 용적의 간이 이식되어야 하는 모순적인 상황이 생기게 되었다. 대부분의 성인에 있어 간 우엽은 전체 간 용적의 60% 정도를 차지하며 이는 성인 간 수여자 대부분에게 충분한 이식 간 용적을 제공한다. 하지만 공여자의 나이, 지방간 여부 및 잔여 간 용적 등에 따라 유동성이 있다. 따라서 이식 전에 수여자 및 공여자의 정확한 해부학적 구조를 확인하고 공여자의 간 용적과 이식할 간 용적을 계산하여 수여자와 공여자 모두에게 합당한지를 파악하는 것이 생체 간이식 준비의 필수 사항으로 인정되었다.(12)

이번 연구에서는 MRI 상에서 지방간 정도가 30% 이상으로 판독된 경우 공여자에서 제외하였으며 연구 대상자 중



Fig. 4. Variation of portal vein; Right anterior (white arrow) and posterior (black arrow) branch from main portal vein trunk (A), Cavernous transformation (B).

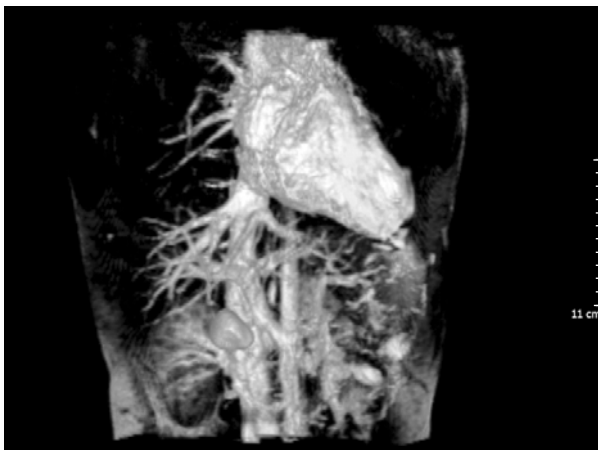


Fig. 5. Type C middle hepatic vein variation: Many anastomosis were needed for middle hepatic vein tributaries reconstruction.

5예(5.3%)에서 지방간으로 인해 공여자에서 제외되었다. 평균 연령이 수여자에서 51세이고 공여자에서 33세로 많은 차이가 나는 것은 부모-자식간의 기증이 많은 것과 수여자와 그 가족들이 공여자 선택에 있어 나이가 많은 공여자를 꺼리기 때문이다.(13) 공여자 중 남자의 비율이 63.8%로 높은 것은 신체 조건상, 신장과 체중이 남자가 여자에 비해 더 커서 보다 많은 간용적을 얻는 데 유리하여 일차적으로 남성 공여자를 선택하기 때문이다.(14)

수술 전 영상 검사로 예측한 해부학적 변이는 대체적으로 다른 연구 결과에서 보고한 것과 비슷한 결과를 보였다.(15,16) 간동맥의 경우 상장간막 동맥이나 좌위 동맥에서 기시하는 치환간동맥을 사전에 파악하는 것이 중요한데 본 연구에서도 16예(17.0%)에서 치환동맥을 보였다. 이런 변이를 가지고 있는 환자의 경우 간 하부 및 간문부 박리 시 조심스러운 진행이 필요하다.(17,18) 그러나 생체 간이식을 위한 공여자 선택에 있어서 간동맥의 변이는 특별한 영향을

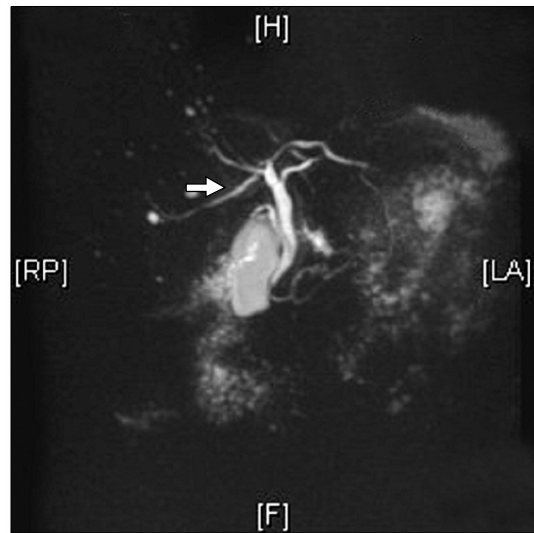


Fig. 6. Variation of bile duct; Right posterior duct (arrow) meets left hepatic duct and drains into common hepatic duct.

미치지 않았다.

간문맥은 수여자 문맥의 혈전 유무가 수술을 결정하는데 중요한 요소로 작용한다. 간이식 시행 초기에는 문맥 혈전증이 있는 경우 이식의 금기 사항으로 여겨졌으나 최근에는 다양한 수술 기법을 통해 그 한계를 극복하고 있다.(19) 공여자의 문맥 구조 이상으로 수술 부적합 판정을 받은 2예중 1예는 Type B의 형태로 우측전방분지와 후방분지를 좌간문맥과 분리하는데 기술적 문제가 예상되었고, 1예는 간문맥이 해면체상 변화를 보여 제외하였다.

생체 간 이식에 있어 중간 간정맥 구조, 특히 5번 분절과 8번 분절 간정맥의 구조와 배액 양상에 따라 간정맥 재건의 방법과 문합의 수가 정해지기 때문에 중간 간정맥 분지에 대한 사전 파악이 매우 중요하다. 본 연구에서는 4번 분절과 5번 분절 정맥 분지가 비슷한 직경과 면적을 중간 간정

맥으로 배액하는 type A가 가장 많은 비율을 차지하였다.(15) 문합의 기준은 영상학적 검사상 직경 5 mm 이상으로 정하였다.(20) 그러나 영상학적 검사로 측정된 직경은 촬영 당시 간혈류량, 호흡 또는 단층촬영 사진의 간격에 따라 달라질 수 있으며,(21) 간정맥의 직경이 실제 유출을 담당하는 간 분절의 크기와 비례하는 것은 아니기 때문에 간정맥 직경 자체보다는 중간 간정맥의 해부학적 구조와 연계하여 문합 여부를 결정하는 것이 바람직하다. 또한 문합이 필요한 두 분절의 정맥 분지를 결찰하였을 경우 이식간에 울혈이 생겨 간 실질 용적에 손해를 보는 경우가 생길 수 있고 이는 이식 후 수여자에게 심각한 간 기능 부전을 야기할 수도 있으므로 수술 전 세심한 분석이 필요하다.(8,22,23)

담도계 역시 형태에 따라 담도 문합의 방법이 달라질 수 있기 때문에 해부학적 구조 파악에 보다 많은 주의가 필요하다.(20) 본 연구에서도 우측 후방 담도가 좌측 담도로 배액되는 형태의 담도계 변이를 보여 공여자로 부적합하다고 판정된 경우가 2예가 있었고, 실제 수술 시에 담도계 변이로 1개 이상의 담도 문합을 시행한 경우도 2예에서 경험하였다.

공여자의 안전성을 확보하기 위해서는 일반적으로 30% 이상의 잔존 간 용적을 요구하고 있으나 본 센터에서는 공여자의 안전성 확보를 최우선으로 하여 35% 이상의 잔존 간 용적을 확보하는 것을 기준으로 삼고 있는 상태이다.(24) 이와 더불어 수여자의 수술 후 적절한 간 기능의 회복과 유지를 위해서는 수여자의 체중 대비 이식간 중량비가 1.0% 이상 혹은 수여자 표준간용적(SLV)의 30% 이상의 용적을 제공하여야 한다.(25) 본 연구에서도 공여자의 잔존 간 용적이 30% 이하로 적거나, 수여자의 체중 대비 이식간 중량비가 1.0% 이하로 낮은 경우를 생체 간이식의 부적격으로 판정한 결과, 적지 않은 비율(22예/94예, 23.5%)에서 공-수여자간의 용적 부적합으로 생체 간이식 수술을 진행하지 않았다.

수술 전 영상 검사를 통한 공여자의 해부학적 구조와 이식간의 용적측정은 수술 여부를 결정하는 중요한 판단기준으로, 공여자 및 수여자 양측 모두의 안전성 확보와 성공적인 간 이식을 위해 수술을 결정하기 전에 세심하게 시행되어야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) www.konos.go.kr: 장기이식 통계.
- 2) Trotter JF, Wachs M, Everson GT, Kam I. Adult-to-adult transplantation of the right hepatic lobe from a living donor. *N Engl J Med* 2002;346:1074-82.
- 3) Pan GD, Yan LN. Problems in adult living donor liver transplantation using the right hepatic lobe. *Hepatobiliary Pancreas Dis Int* 2006;5:345-9.

- 4) 조성호, 황 신, 이승규, 박광민, 이영주, 안철수, 최동락, 주선형, 전장용, 박동은, 민병철. 성인간 생체 부분 간이식수술에서의 간공여자의 안전성. *대한외과학회지* 2001;60:314-9.
- 5) Hiroshige S, Shimada M, Harada N, Shiotani S, Ninomiya M, Minagawa R, Soejima Y, Suehiro T, Honda H, Hashizume M, Sugimachi K. Accurate preoperative estimation of liver graft volumetry using three-dimensional computed tomography. *Transplantation* 2006;75:1561-4.
- 6) Hiroshige S, Nishizaki T, Soejima Y, Hashimoto K, Ohta R, Minagawa R, Shimada M, Honda H, Hashizume M, Sugimachi K. The beneficial effects of 3-dimensional visualization on hepatic vein reconstruction in living donor liver transplantation using right lobe graft. *Transplantation* 2001;72:1993-6.
- 7) Marcos A, Orloff M, Miele L, Olzinski AT, Renz JF, Sitzmann JV. Functional venous anatomy for right-lobe grafting and techniques to optimize outflow. *Liver Transpl* 2001;7:845-52.
- 8) Macdonald DB, Haider MA, Khalili K, Kim TK, O'Malley M, Greig PD, Grant DR, Lockwood G, Cattral MS. Relationship between vascular and biliary anatomy in living liver donors. *Am J Roentgenol* 2005;185:247-52.
- 9) Atri M, Bret PM, Fraser-Hill MA. Intrahepatic portal variation: prevalence with US. *Am J Surg* 2003;4:85-90.
- 10) Choi JW, Kim TK, Kim KW, Kim AY, Kim PN, Ha HK, Lee MG. Anatomic variation in intrahepatic bile ducts: an analysis of intraoperative cholangiograms in 300 consecutive donors for living donor liver transplantation. *Korean J Radiol* 2003;4:85-90.
- 11) Michels NA. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am J Surg* 1966;112:337-47.
- 12) Rinella ME, Alonso E, Rao S, Whittington P, Fryer J, Abecassis M, Superina R, Flamm SL, Blei AT. Body mass index as a predictor of hepatic steatosis in living liver donors. *Liver Transpl* 2001;7:409-14.
- 13) Oh CK, Sanfey HA, Pelletier SJ, Sawyer RG, McCullough CS, Pruett TL. Implication of advanced donor age on the outcome of liver transplantation. *Clin Transplantation* 2000;14:386-90.
- 14) Marcos A, Fisher RA, Ham JM, Olzinski AT, Shiffman ML, Sanyal AJ, Luketic VA, Sterling RK, Olbrisch ME, Posner MP. Selection and outcome of living donor for adult to adult right lobe transplantation. *Transplantation* 2000;69:2410-5.
- 15) Onodera Y, Omatsu T, Nakayama J, Kamiyama T, Furukawa H, Todo S, Nishioka T, Miyasaka K. Peripheral anatomic evaluation using 3D CT hepatic venography in donors: significance of peripheral venous visualization in living-donor liver transplantation. *Am J Roentgenol* 2004;183:1065-70.
- 16) Inomata Y, Uemoto S, Asonuma K, Egawa H. Right lobe graft in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2000;69:258-64.
- 17) Song SY, Chung JW, Lim HG, Park JH. Nonhepatic arteries originating from the hepatic arteries: angiographic analysis in

- 250 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17:461-9.
- 18) Tan HP, Marcos A. Hepatic arterial anatomy for right liver procurement from living donors. *Liver Transpl* 2004;10:134-5.
- 19) Robles R, Fernandez JA, Hernandez Q, Marin C, Ramirez P, Sanchez Bueno F, Lujan JA, Rodriguez JM, Acosta F, Parrilla P. Eversion thromboendovenectomy in organized portal vein thrombosis encountered during liver transplantation. *Transplant Proc* 2003;35:1915-7.
- 20) 서경석. 외과적 해부학. In: 박용현, 김선희, 이진욱, 서경석 편집. *간담췌외과학*. 제2판. 서울, 의학문화사; 2006. p.3-17.
- 21) Taniguchi M, Furukawa H, Shimamura T, Suzuki T, Oota M, Onodera Y, Todo S. Hepatic venous reconstruction of anterior sector using three-dimensional helical computed tomography in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2006;81:797-9.
- 22) Cattral MS, Greig PD, Muradali D, Grant D. Reconstruction of middle hepatic vein of a living-donor right lobe liver graft with recipient left portal vein. *Transplantation* 2001;71:1864-6.
- 23) Lee KW, Lee DS, Lee HH, John JW, Choi SH, Heo JS, Lee SK, Kim SJ. Interposition vein graft in living donor liver transplantation. *Transplant Proc* 2004;36:2261-2.
- 24) Itamoto T, Emoto K, Mitsuta H, Fukuda S, Ohdan H, Tashiro H, Asahara T. Safety of donor right hepatectomy for adult-to-adult living donor liver transplantation. *Transpl Int* 2006;19:177-83.
- 25) Kiuchi T, Kasahara M, Uryuhara K, Inomata Y, Uemoto S, Asonuma K, Egawa H, Fujita S, Hayashi M, Tanaka K. Impact of graft size mismatching on graft prognosis in liver transplantation from living donors. *Transplantation* 1999;67:321-7.
-