

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

연세대학교 대학원

의 학 과

주 만 기

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

지도 김 대 성 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007년 1월 5일

연세대학교 대학원

의 학 과

주 만 기

# 주만기의 석사 학위논문을 인준함

심사위원\_\_\_\_\_인

심사위원\_\_\_\_\_인

심사위원\_\_\_\_\_인

연세대학교 대학원

2007년 1월 2일

## 감사의 글

막연하게만 느껴지던 배움의 길이 이렇게 하나의 구체화된 논문으로 나올 수 있다는 것 자체가 너무 기쁘고 감사한 일입니다. 지난 일 년여 간 이 논문을 준비하면서 참으로 많은 분들의 도움과 격려가 있었습니다. 능력이 부족한 저에게 아낌없는 배려로 이 논문의 시작과 끝을 볼 수 있도록 많은 지도편달과 애정을 보여주신 김대성 교수님의 은혜에 정말로 감사드립니다. 또한 처음부터 끝까지 논문의 완성도를 높이기 위하여 끊임없이 아낌없는 조언과 세심한 지도를 해주신 김명수 교수님과 백순구 교수님에게도 감사드립니다. 오직 외과의사만이 천직이라 하며 저를 외과의사의 길로 이끌어 주신 노병선 교수님과 부족한 저를 이렇게 미약한 능력이거나 가진 의사로 만들어 주신 강성준 학장님, 우수영 원장님, 조남천 원장님, 김익용 교수님, 배금석 교수님 그리고 한애리 교수님 이하 모든 연세대학교 원주의과대학 외과학 교실 및 의국 모든 선생님과 후배 의사들에게 감사를 드립니다. 아울러 저에게 학위를 준비하는데 있어 많은 배려와 격려는 물론 부족한 저에게 세브란스 병원이라는 훌륭한 병원에서 이식외과라는 새로운 학문의 세계로 이끌어 주고 계시는 연세대학교 의과대학 외과학 교실의 김유선 교수님과 김순일 교수님에게도 깊은 감사를 드립니다.

오늘의 제가 있기까지 모든 사랑과 배려로 저를 키워 주신 부모님과 가족들에게 감사하다는 말을 전합니다. 무엇보다 믿음직스럽지 못한 저를 뒤에서 항상 도와주시고 지금은 저의 아들까지 키워주시느라 바쁘시고 힘드신 부모님의 노고에 정말 무한한 감사를 드리고 보다 발전하는 모습을 보여드리는 것이 조그마한 보답이라고 생각하며 항상 열심히 맡은 일에 전념 할 것을 약속드립니다.

마지막으로 힘든 생활 속에서도 오직 저 하나만을 믿고 저를 위해 희생해가며 저의 뒷바라지를 위해 힘쓰는 저의 소중한 아내에게 무한한 존경과 감사를 전하며 저의 작은 결실인 이 논문의 기쁨을 같이 하려고 합니다.

2006.12.30

# 차 례

그림 차례	ii
표 차례	iii
국문 요약	1
I. 서론	3
II. 대상 및 방법	5
1) 대상	5
2) 방법	5
III. 결과	12
1) 신체검사와 표준 간용적	12
2) 해부학적 구조	12
3) 수술 전후 간 용적 및 중량	16
4) 생체 간이식의 적합성 판단	18
5) 영상학적 검사를 통해 측정된 중량 및 해부학적 구조와 실제 수술 결과와의 비교	22
IV. 고찰	26
V. 결론	30
참고 문헌	31
영문 요약	34

## 그림 차례

그림 1. Marcos 등에 의한 중간 간정맥 구조의 분류 . . . . .	6
그림 2. 간문맥 구조의 분류 . . . . .	6
그림 3. 간동맥 구조의 분류 . . . . .	7
그림 4. 담도 구조의 분류 . . . . .	8
그림 5. 5번과 8번 분절 간정맥 직경 측정 . . . . .	9
그림 6. VoxelPlus <sup>®</sup> 2를 이용한 간의 단면적 측정 . . . . .	10
그림 7. 간문맥 구조의 변이 : Type C . . . . .	13
그림 8. 간동맥의 정상구조 . . . . .	14
그림 9. 담도 구조의 변이 : Rt. posterior duct drains into common hepatic duct . . . . .	15
그림 10. 표준 간 용적과 예측 간 용적과의 관계 . . . . .	17
그림 11. 간문맥의 이상 . . . . .	19
그림 12. 간동맥의 이상 . . . . .	20
그림 13. 담도의 이상 . . . . .	20
그림 14. 간정맥의 이상 . . . . .	21
그림 15. 간실질의 이상 . . . . .	21
그림 16. 예측중량과 실측중량 간의 오차 범위 . . . . .	23
그림 17. 예측중량과 실측중량 간의 상관관계 . . . . .	24

## 표 차례

표 1. 생체 간이식 희망 공여자-수여자의 임상적 특징 . . . . .	12
표 2. 간문맥 형태에 따른 빈도 . . . . .	13
표 3. 간동맥 형태에 따른 빈도 . . . . .	14
표 4. 담도의 형태에 따른 빈도 . . . . .	15
표 5. 중간 간정맥 형태에 따른 빈도 . . . . .	16
표 6. 간이식 희망자의 예측 용적 및 중량 . . . . .	17
표 7. 생체 간이식 적합성 판단 결과 . . . . .	18
표 8. 수술 시행 환자의 임상적 특성 . . . . .	22
표 9. 5번 분절 정맥 문합 여부의 예측과 실제 수술 . . . . .	25
표 10. 8번 분절 정맥 문합 여부의 예측과 실제 수술 . . . . .	25

## 국문 요약

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

뇌사자를 통한 장기이식이 매우 부족한 현실 속에 생체 공여자를 통한 부분 간이식은 계속하여 증가하고 있는 추세이다. 이러한 생체 부분 간이식 시행 시 공여자의 안전을 확보 하면서 충분한 이식편 용적을 확보하는 것은 중요하다. 이를 위하여 수술 전에 공여간의 혈관 및 담도의 해부학적 구조를 정확하게 파악하고 필요한 용적과 중량을 예측하는 것이 필수적이며, 이를 바탕으로 생체 간이식의 가능성을 결정하여야 할 것이다. 본 연구는 2005년 9월부터 2006년 10월까지 생체 간이식을 위해 세브란스병원 장기이식센터에서 검사를 시행한 94쌍의 수여자-공여자를 대상으로 수술 전 영상학적 검사를 통해 해부학적 구조와 용적 및 중량을 측정하였고 이를 생체 간이식 시행여부를 결정하는 판단 근거로 삼고자 하였다. 우엽을 이용한 성인 대 성인 생체 간이식을 대상으로 하였으며, 모든 공여자에게서 자기공명단층촬영(MRI)을 시행하여, 공여자의 간동맥, 간정맥, 문맥 및 담도를 해부학적인 형태에 따라 분류하였다. 중간 간정맥의 우측을 따라서 가상 절제 후 VoxelPlus<sup>®</sup>2 (메디시스, Seoul, Korea) 프로그램을 이용하여 전간용적 및 이식간으로 사용될 우엽의 용적을 측정하였다. 5번과 8번 분절에서 중간 간정맥으로 유출 되는 정맥분지의 직경을 측정한 후, 이식시 문합을 시행할 지에 대한 여부를 직경 5 mm를 기준으로 판정하였다. 좌우간동맥이 총간동맥에서 기시하는 전형적인 해부학적 구조를 보인 경우는 74명(78.7%)이었고, 전형적인 간문맥계를 보이는 경우는 75명(79.8%), 그리고 전형적인 이분지의 담도 구조를 보인 경우가 63명(67%)으로 나타났다. 중간 간정맥 분지는 5번 분절이 75명(79.8%), 8번 분절이 38명(40.4%)에서 문합이 필요한 직경 5mm 이상을 보였다. VoxelPlus<sup>®</sup>2를 이용하여 측정한 총 간 용적은 평균 1,253.5±206ml 이었으며 신장과 체중을 이용하여 측정한 표준 간 용적과 유의한 상관관계를 보였다.( $p < 0.0001$ ) 같은 방법으로 측정한 이식간 용적은 평균 828.4±141ml 이었다. 94쌍의 대상자중 43예에서 생체 간이식이 가능한 것으로 판단되었으며 이중 19예에서 연구기간 중 간이식 수술을 시행하였다. 공여자로서 부적합하다고 판단한 51명 중 해부학적 구조의 이상이 24명(46.9%)이고 간 용적의 부족으로 인한 경우가 22명(43.2%)의 비율을 차지하였다.



영상검사를 통해 측정된 용적과 실제 이식간 중량 사이에는 유의한 수준의 선형 상관관계를 보였다( $p < 0.001$ ,  $R^2 = 0.83$ ). 중간 간정맥의 5번 분절과 8번 분절의 문합 여부에 대한 수술 전 양성 예측도는 82.4%와 36.4%이었다. 따라서 수술전 영상학적 검사를 통한 해부학적인 구조 파악과 간 용적의 측정은 수여자와 공여자 양측 모두의 안전성 확보와 성공적인 간 이식에 효과적이며 필요한 검사로 생각된다.

---

핵심 되는 말 : 생체간이식, 간정맥, 간 용적

## I. 서론

간이식은 말기 간 질환 환자의 가장 확실한 치료 방법으로 그 위치를 굳혀가고 있다<sup>1</sup>. 하지만 우리나라와 같이 장기기증이 사회적으로 보편화 되어 있지 않은 나라에서는 뇌사자를 통한 장기 이식이 매우 부족한 상태이다. 최근에는 뇌사자를 통한 간이식을 대신하여 생체공여자를 통한 부분 간이식이 증가하고 있다<sup>2</sup>.

생체 간이식이 시작된 초기에는 주로 공여자의 좌엽을 사용하였으며 이는 수여자가 소아인 경우 충분한 이식간 용적과 공여자의 안정성을 확보할 수 있었다. 그러나 수여자가 성인인 경우에는 좌엽만으로는 이식간 용적이 부족하여 성인 간의 생체 간이식은 주로 공여자의 우엽을 이용하고 있는 추세이다<sup>3</sup>. 이렇게 전체 간 용적의 60% 이상을 차지하는 우엽을 사용하여 생체 간이식을 시행함에 있어서 우선적으로 생각하여야 할 문제는 공여자의 안전성 확보이다<sup>4</sup>.

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 이식편을 설정한 후 이식간의 용적과 중량을 수술 전에 미리 측정하는 것이중요하다<sup>5</sup>.

공여자의 안전성을 확보하기 위해서는 일반적으로 30% 이상의 잔존 간 용적을 요구하고 있으나 최근에는 많은 이식기관에서 35% 이상의 잔존 간 용적을 확보하는 것을 기준으로 삼고 있는 상태이다. 이와 더불어 수여자의 수술 후 적절한 간 기능의 회복과 유지를 위해서는 이식간이 수여자 표준 간 용적(Standard Liver Volume ; SLV)의 30% 이상의 용적을 제공하여야 한다<sup>6</sup>.

간담도계의 해부학적 구조 중 간동맥이나 간문맥의 구조는 수술을 결정하는데 큰 영향을 미치지 못한다. 하지만 간정맥의 경우 중간 간정맥이 수여자에게 이식되는 간의 5번과 8분 분절의 배액과 공여자 잔여 간의 4번 분절의 배액을 모두 담당하기 때문에 그 구조의 보존 및 적절한 재건술이 필수적이다. 또한 중간 간정맥은 다양한 해부학적 변이를 가지고 있기 때문에 수술 전 간정맥 구조에 대한 정확한 정보 없이 수술을 시행하는 경우 심각한 출혈이나 이식간 울혈 등의 합병증 등을 유발 할 수 있다<sup>6</sup>.

최근에는 공여자의 수술 전 진단법으로 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography ; CT)나 자기공명촬영(Magnetic Resonance Imaging ; MRI)를 통하여 간의 해부학적 구조와 변형을 확인함은 물론 이러한 단층영상을 이용하여 간 용적을 구하는 용적 측정 프로그램이 개발되어 이식 전 검사에 사용되고 있다<sup>7</sup>.

이에 연구자는 우엽을 이용한 성인 대 성인 생체 간이식을 준비 중인 수여자-공여자 쌍을 대상으로 수술 전 영상학적 검사로 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명촬영을 통해 해부학적 구조를 파악하고 이식간의 용적 및 중량을 측정하여 공여자의 안정성 및 수여자의 이식 타당성을 판정하고, 실제 간이식이 이루어진 예를 대상으로 영상학적 측정치와 실제 이식간 중량 및 수술결과의 상관관계를 비교 분석 하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1) 대상

2005년 9월부터 2006년 10월까지 생체 간이식을 위해 공여자 및 수여자 검사를 시행한 환자 중 우엽 혹은 확대 우엽을 이용한 간 이식을 계획한 20세 이상의 공여자-수여자 94쌍(공여자 94명, 수여자74명)을 대상으로 하였다.

### 2) 방법

#### 1. 신체검사 및 표준 간용적 측정

대상자 모두는 신체검사를 통해 신장, 체중 등을 측정하였고 이를 바탕으로 표준체표면적(Body Surface Area, BSA; 체중(kg)x신장(cm)/3600)을 구하였고 다시 Urata formula ( $706.2 \times \text{BSA}(\text{m}^2) + 2.4$ )를 이용 하여 표준 간 용적을 구하였다.

#### 2. 해부학적 구조

해부학적 구조와 간 용적에 관한 정보를 얻기 위해 수여자에서는 전산화 단층 촬영과 공여자에서는 자기공명촬영을 시행하였다. 전산화 단층 촬영과 자기공명촬영을 통해 획득한 단면 사진을 VoxelPlus<sup>®</sup>2 (메디시스, Seoul, Korea) 프로그램을 통해 3차원 영상으로 재구성하였고 이를 바탕으로 해부학적 구조를 파악하여 분류하였다.

Marcos 등의 분류에 따라 중간 간정맥의 구조는 Type A를 5번과 4번 분절 간정맥이 거의 비슷한 직경으로 비슷한 면적의 배액을 담당하는 경우로, Type B는 5번 분절 간정맥은 짧고 가늘며 4번 분절 간정맥이 보다 많은 면적의 배액을 담당하는 경우로, Type C는 짧고 가는 여러 개의 중간 간정맥 분지를 갖는 경우로 분류 하였다.(그림 1)

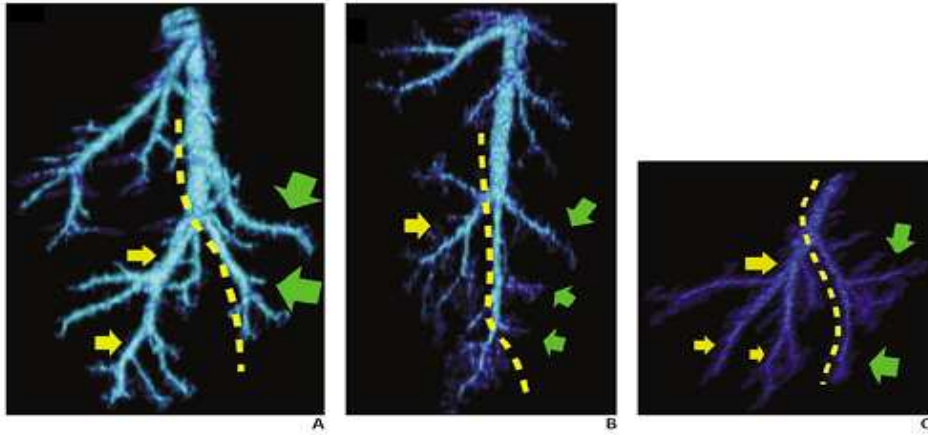


그림 1. Marcos 등에 의한 중간 간정맥 구조의 분류<sup>8</sup>

간문맥은 전형적인 이분지(Type A), 삼분지(Type B) 그리고 우측 후방분지가 먼저 나오는 경우(Type C)로 분류 하였다(그림 2).

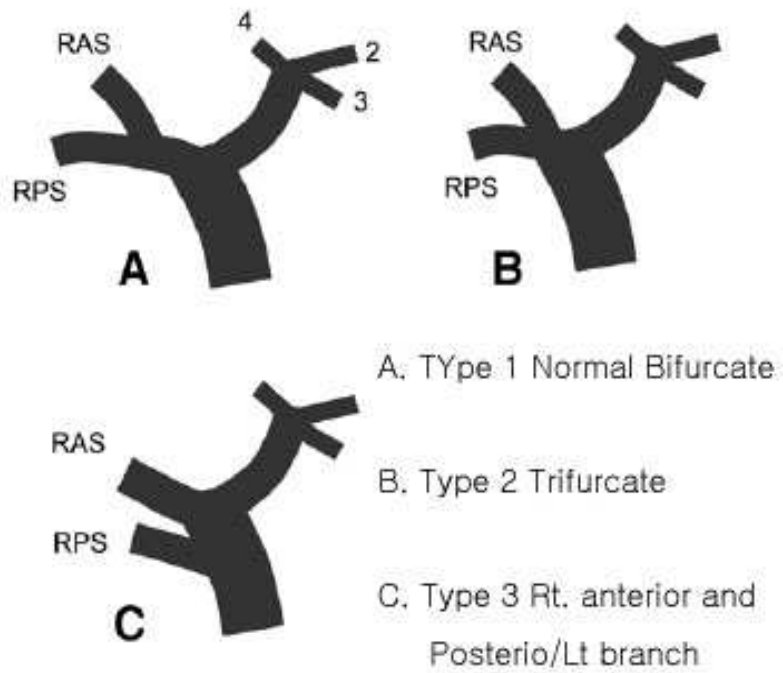


그림 2. 간 문맥 구조의 분류<sup>9</sup>

RAS:Right anterior segment, RPS:Right posterior segment

간동맥의 해부학적 구조의 분류는 복강동맥총에서 총간동맥이 기시하는 경우 (Type A), 좌간동맥이 좌위동맥에서 기시하는 경우(Type B), 우간동맥이 상부장간막 동맥에서 기시하는 경우(Type C)와 그 밖의 변이로 구분하였다(그림 3).

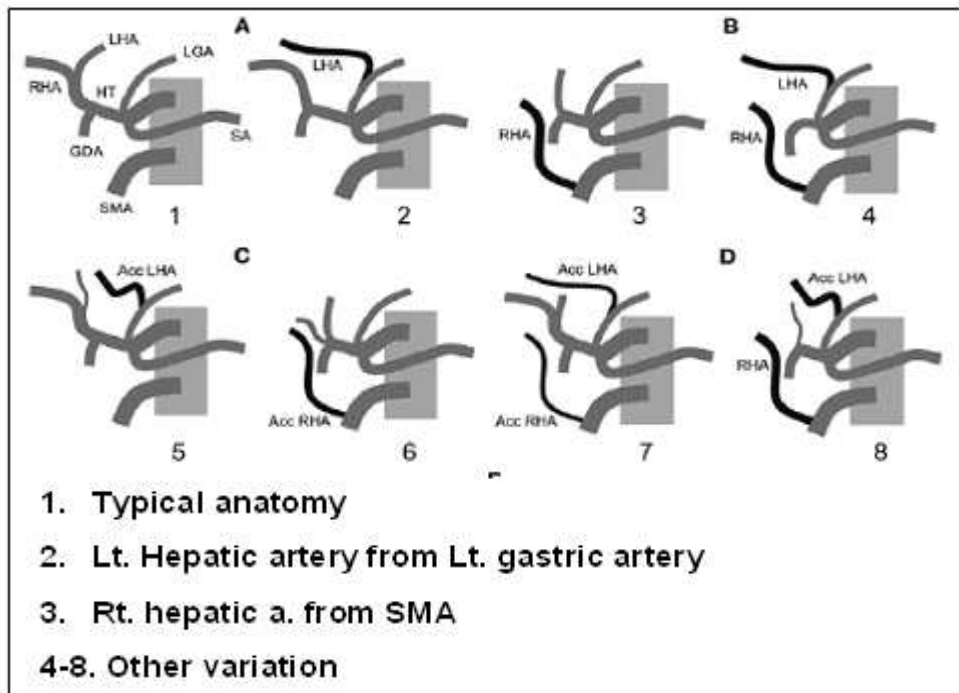
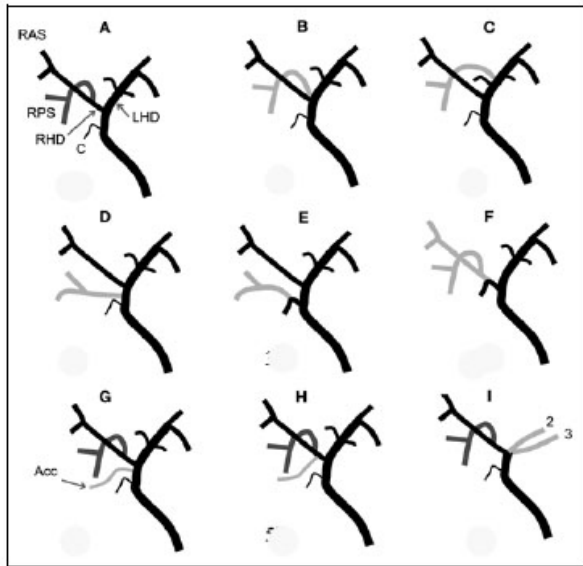


그림 3. 간동맥 구조의 분류<sup>9</sup>

RHA:Right hepatic artery, LHA:Left hepatic artery, ACC:Accessory

담도는 전형적인 이분지를 보이는 경우(Type A), 삼분지를 보이는 경우(Type B), 우측 담도가 각각 좌측 담도(Type C)와 총간담도로 배액 되는 변형(Type D)으로 나누었다(그림 4).



- A. Typical anatomy**
- B. Trifurcation**
- C. Rt. Posterior duct to Lt. hepatic duct**
- D. Rt. Posterior duct to Common hepatic duct**
- E-I. Other variation**

그림 4. 담도 구조의 분류<sup>9</sup>

;RAS:Right anterior segment. RPS:Right posterior segment, RHD:Right hepatic duct, LHD:Left hepatic duct, C:Cystic duct

간절제시 절단되는 간정맥의 직경을 측정하여 5mm 이상일 경우 수술 시 문합이 필요 할 것으로 분류하였다(그림 5).



그림 5. 5번과 8번 분절 간정맥 직경 측정

### 3. 수술 전후 간용적의 측정

VoxelPlus<sup>®</sup>2 (메디시스, Seoul, Korea) 프로그램을 통하여 총간용적과 이식 간 용적을 측정 하였다. 자기공명촬영을 통해 얻은 간의 단면 사진에서 보이는 간의 경계를 따라 구획을 정하여 단면적을 측정하였고(그림 6) 이 단면적의 합으로 총 간용적 및 이식 간 용적을 계산하였다. 측정된 이식간 용적(ml)은 이식 간 중량(g)으로 1:1의 비율로 환산하였다. 잔여 간 용적 비율 (Residual Volume Ratio ,RVR)은 예측된 총간용적에 대한 잔존 간용적 (총간용적-이식간용적)의 백분율로 표시 하였다. 수여자의 체중에 대한 이식간 중량 비율(Graft to Recipient Weight Ratio , GRWR)은 수여자 체중(kg)에 대한 이식간 중량(g)의 %로 표시 하였다.



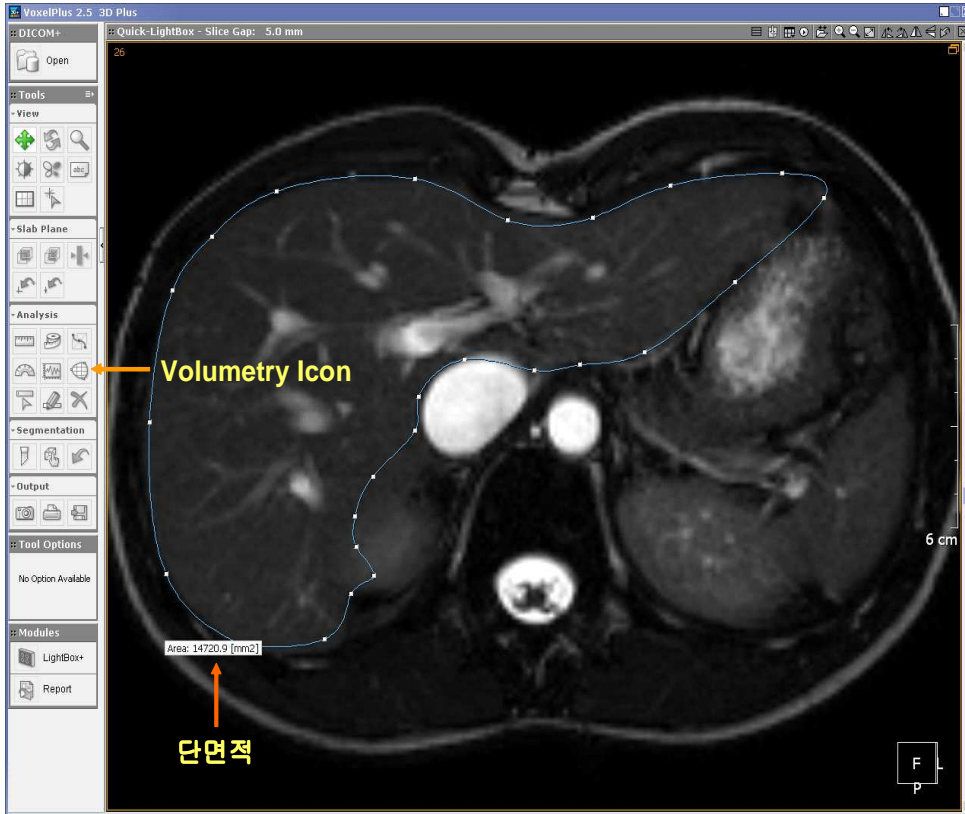


그림 6. VoxelPlus<sup>®</sup>2를 이용한 간의 단면적 측정

#### 4. 영상학적 검사를 통한 해부학적 구조와 실제 구조의 비교

검사를 시행한 환자 중 실제 수술을 진행한 환자들을 대상으로 이식 전 분류하였던 해부학적 분류 중 중간 간정맥 분지에 대한 문합여부를 확인하였으며 영상학적 검사를 통한 문합여부 예상 결과 비교하였다.

#### 5. Data 분석

모든 표는 평균±표준편차로 표시하였다. 영상학적 측정치와 실제 이식간 중량

및 수술결과는 측정치/실측치의 비율로 표시하였다. 각 구간 평균값의 차이는 t-test나 ANOVA로 차이를 검증하였고 명목변수의 빈도비교는 Chi-square test로 검증 하였다. 모든 통계 처리는 SPSS 13.0(SPSS Inc. Chicago, IL, U.S.A.)을 이용하였으며 유의수준이 0.05 이하인 경우에 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

### III. 결과

#### 1) 신체검사와 표준 간용적

수여자의 평균 연령은  $51.0 \pm 6.1$ 세였으며 남자가 52명으로 70.2%를 차지하였다. 평균 체중은  $67.2 \pm 6.1$ kg이었고 신장은  $167.4 \pm 6.8$ cm였다. 공여자의 평균 연령은  $33 \pm 10.9$ 세였으며 남자가 60명으로 63.8%를 차지하였다. 공여자의 평균 체중은  $67.4 \pm 15.7$ kg이고 신장은  $168.2 \pm 14.2$ cm였다. 공여자의 신장과 체중을 이용하여 산출한 체질량지수(BMI)는 평균  $28.0 \pm 3.5$ kg/m<sup>2</sup>이었고 표준 체표면적(BSA)은  $1.76 \pm 0.8$ m<sup>2</sup>이었다. 공여자-수여자 관계로는 자식인 경우가 50명(52.6%)로 가장 많았고 형제가 12명 (12.8%), 친척이 19명(20.2%)이었으며 배우자 8명, 타인의 경우가 6명(6.4%) 이었다..(표 1)

표 1. 생체 간이식 희망 공여자-수여자의 임상적 특징

		대상(명)	최저치	최고치	평균	표준편차
수여자	연령(years)	74	28	67	51	6.1
	체중(kg)	74	48.0	95.0	67.2	9.6
	신장(cm)	74	150.0	183.0	167.4	6.8
	체질량지수(kg/m)	74	17.8	30.2	23.9	2.7
공여자	연령(years)	94	18	57	33	10.9
	체중(kg)	94	45.0	102.0	67.4	15.7
	신장(cm)	94	152.0	193.0	168.2	14.2
	체질량지수(kg/m)	94	17.9	34.5	27.9	3.5
	표준체표면적(m <sup>2</sup> )	94	1.36	2.40	1.760	0.180
		관계	빈도(명)		비율(%)	
공여자-수여자 관계	자식			49	52.1	
	형제			12	12.8	
	혈연관계(기타)			19	20.2	
	비혈연관계(부부)			8	8.5	
	비혈연관계(지원자)			6	6.4	

#### 2) 해부학적 구조

##### 1. 간문맥

정상적인 이분지를 보이는 경우가 75명(79.8%)로 가장 많았으며 3분지를 보이는

경우가 13명(13.7%), 우측 분지가 전방과 후방의 2개의 분지로 나누어지면서 후방 분지가 총간문맥에서 기시하는 경우가 3명(3.2%) 있었고 그 밖의 형태가 3명(3.2%) 있었다.(그림 7, 표 2)

표 2. 간문맥 형태에 따른 빈도

분류	빈도(명)	비율(%)
Normal bifurcate	75	79.8
Trifurcate	13	13.8
Rt posterior and anterior /Lt. branch	3	3.2
Others	3	3.2
Total	94	100.0

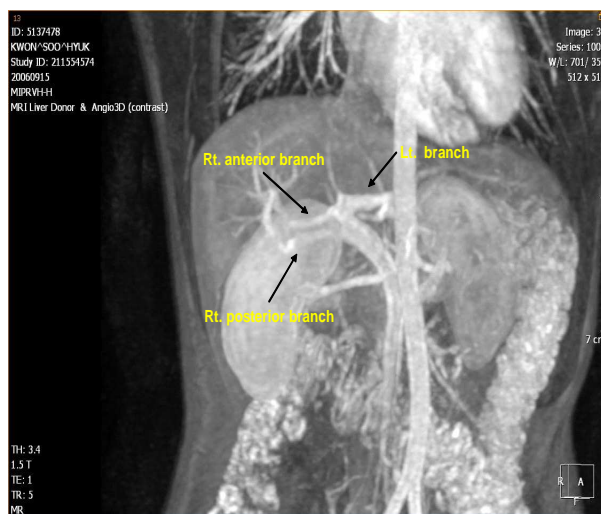


그림 7. 간문맥 구조의 변이 : Type C

## 2. 간동맥

총간동맥에서 좌우 간동맥이 기시하는 정상 구조를 가진 경우가 74명(78.7%)였

으며 상부장간맥 동맥에서 우측 간동맥이 기시하는 경우와 좌위동맥에서 좌측 간동맥이 기시하는 경우가 각각 8명(8.5%)에서 관찰되었다. 위십이지장 동맥에서 간동맥 전체가 기시하는 경우가 1명(1.1%)있었고 기타가 3명(3.2%) 있었다(그림 8, 표 3).

표 3. 간동맥 형태에 따른 빈도

분류	빈도(명)	비율(%)
Typical	74	78.7
Rt from SMA	8	8.5
Lt from LGA	8	8.5
Others	4	4.3
Total	94	100.0

SMA:Superior mesenyeric artery, LGA:Left gastric artery

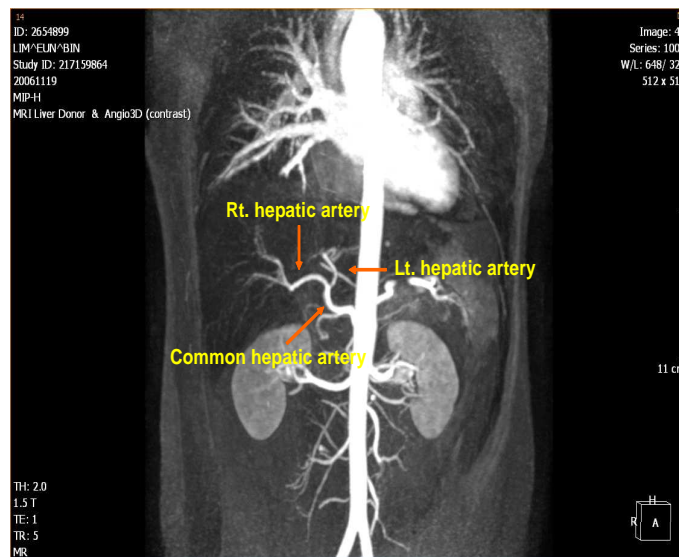


그림 8. 간동맥의 정상구조

### 3. 담도

전형적인 이분지를 보이는 경우가 63명(67.0%)였으며 삼분지가 14명(14.9%)이었다. 우측 담도가 각각 총간담도와 좌측 담도로 배액 되는 변형이 각각 7명에서 있었다. (그림 9, 표 4)

표 4. 담도의 형태에 따른 빈도

분류	빈도(명)	비율(%)
Typical	63	67.0
Trifurcate	14	14.9
Rt to Common hepatic duct	7	7.4
Rt to Lt duct	7	7.4
Others	3	3.2
Total	94	100.0

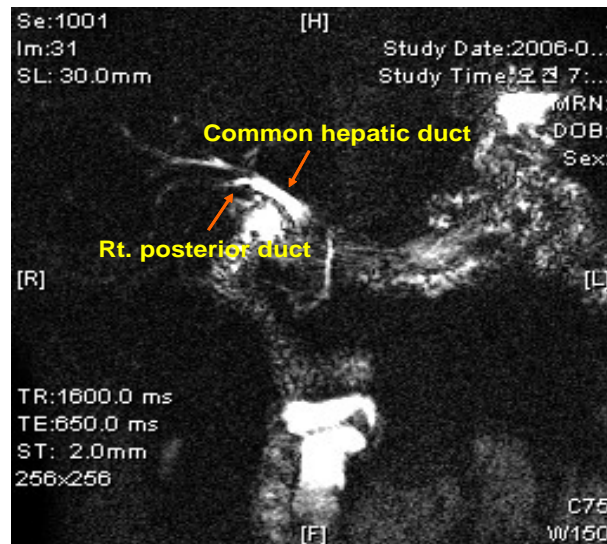


그림 9. 담도 구조의 변이 : 우측 후방담도가 총간담도로 배액

#### 4. 중간 간정맥 구조

Marcos 등의 분류에 따라 분류 하였을 때 type A가 55명(58.5%)로 가장 많은 비율을 차지하였고 Type B와 C가 각각 22명(23.4%)와 17명(18.1%)에서 있었다.(표 5)

표 5. 중간 간정맥 형태에 따른 빈도

분류	빈도(명)	비율(%)
Type A	55	58.5
Type B	22	23.4
Type C	17	18.1%
Total	94	100.0

정맥의 직경이 5mm 이상인 경우는 5번 분절 간정맥이 75명(79.8%), 8번 분절 간정맥이 38명(40.4%)이었다. 우측 하부 간정맥은 총 19명(20.2%)의 환자에서 보였으며 이중 5mm 이상의 직경을 보인 경우는 1명이 있었다.

### 3) 수술 전후 간 용적 및 중량

공여자의 체중, 신장을 이용하여 계산한 표준 간 용적(Standard Liver volume; SLV)은 평균  $1245.5 \pm 127$ ml 였고 최소 969.4ml에서 최대 1701.7ml 까지 계산되었다. 영상검사로 측정된 공여자의 총간용적(Total Liver Volume; TLV)은 평균  $1253.3 \pm 2063$ ml 였고 최소 876.0에서 최대 1933.0ml였다. 이식간 용적(Graft Volume; GV)은 평균  $828.4 \pm 141$ ml로 공여자의 잔존 간용적비는 평균 33.9%였다. 이식간의 무게를 1ml당 1g으로 환산하여 계산한 GRWR은 평균  $1.25 \pm 0.2$ 이었다.(표 6)

표 6. 간이식 희망자의 예측 용적 및 중량

	대상	최저치	최고치	평균	표준편차
Standard Liver Volume(ml)	94	969.4	1701.7	1245.51	127.1
Total Liver Volume(ml)	94	876.0	1933.0	1253.38	206.3
Graft Volume(ml)=Weight(kg)	94	552.0	1411.0	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

표준 간 용적과 영상 검사를 통해 측정된 총간용적 간에는 유의한 상관관계를 보였다.( $p < 0.0001$ ,  $R^2 = 0.418$ , 그림10)

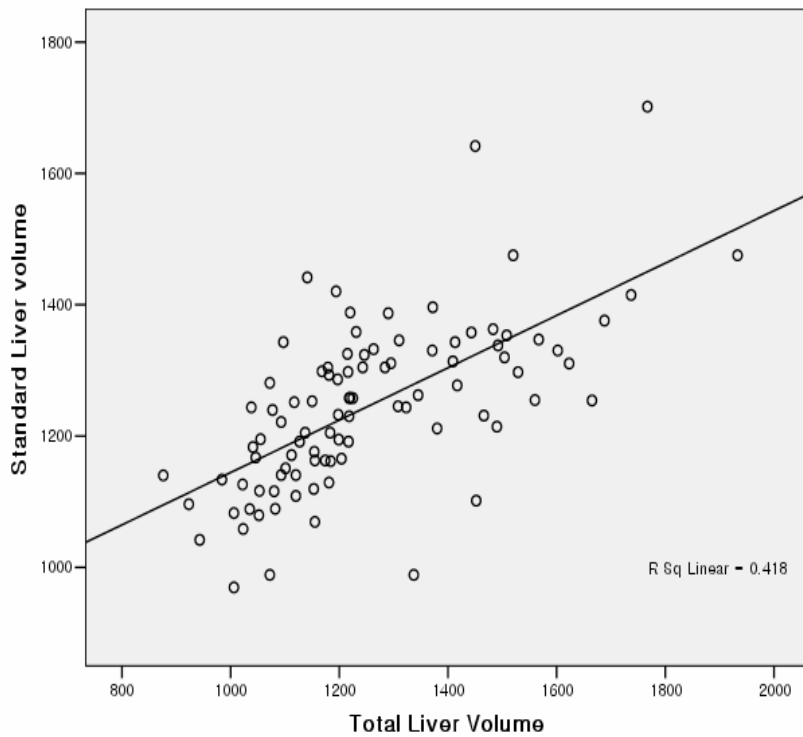


그림 10. 표준 간 용적과 예측 간용적과의 관계



#### 4) 생체 간이식의 적합성 판단

94명의 환자중 43명에서 간우엽을 이용한 생체 간이식이 가능한 것으로 판단되었다. 생체 간이식이 부적절하다고 판단한 근거는 공여자의 안전성, 즉 잔존간 용적 부족으로 인한 경우가 17명(18.1%)이었고, 수여자 체중 대비 이식간의 중량 비율이 1 이하인 경우로 이식간 용적이 부족한 경우가 5명(5.3%) 순이었다. 해부학적 구조 이상으로 수술에 기술적인 문제가 있거나 공여자 및 수여자의 안전을 보장하지 못한 경우는 간문맥의 문제가 2명(2.1%), 간동맥 1명(1.1%), 담도 2명(2.1%) 그리고 간정맥에 문제가 있는 사람이 19명(20%)이었다. 공여자 간의 지방화로 인한 경우가 5명(5.3%)이었다. 이외에 수술 전 검사에서 간이식이 가능하였으나 수여자나 공여자의 중도 포기, 전, 추적 관찰 중 실종이나 사회사업과 승인 실패 등의 의학적 원인이 아닌 다른 원인으로 이식을 시행하지 못한 경우가 15명(19.9%) 있었다.(표 7)

표 7. 생체 간이식 적합성 판단 결과

		빈도(명)	비율(%)	총비율(%)
생체 간이식 부적합	지방간	5	9.9	5.3
	간정맥	19	37.2	20.2
	간동맥	1	1.9	1.1
	간문맥	2	3.9	2.1
	담도	2	3.9	2.1
	잔존 간용적 부족	17	33.3	18.1
	이식 간용적 부족	5	9.9	5.3
	Total	51	100.0	54.2
	생체 간이식 적합	이식 시도	21	48.8
중세 악화		3	7.0	3.2
중세 호전		4	9.2	4.3
수여자 포기		8	18.4	8.5
공여자 포기		2	4.7	2.1
전원		1	2.4	1.1
추적관찰 실패		1	2.4	1.1
타 공여자 선택		1	2.4	1.1
사회사업과 미통과		2	4.7	2.1
Total		43	100.0	45.8
총합	94		100.0	

전체 94명의 환자 중 비의학적 원인과 부정확한 진단이 내려진 경우를 제외 하고 해부학적 이상 및 안전성 문제로 수술을 시행하지 못한 실질적인 이식부적합 군은 51명(54.2%)이었다(그림 11-15).



그림 11. 간문맥의 이상 : 간문맥이 해면체상 변화를 보여 간문맥 문합 불가함.



그림 12. 간동맥의 이상 : 총간동맥이 상장간막동맥에서 유래하는 치환동맥임.

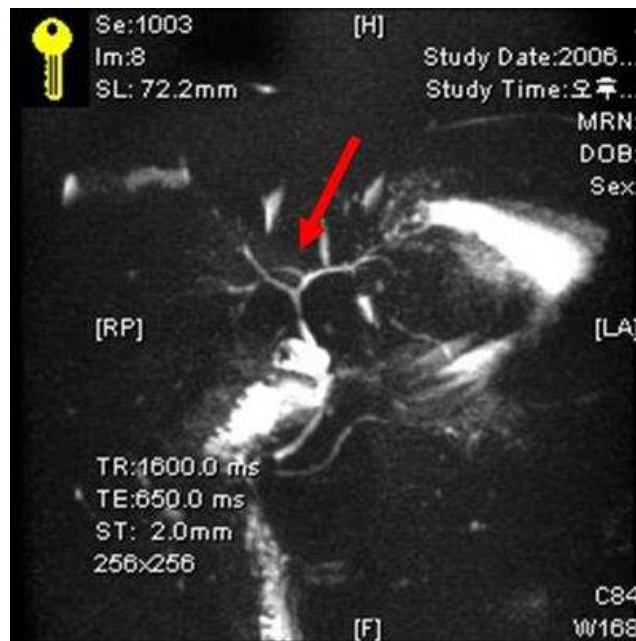


그림 13. 담도의 이상 : 우측후방 담도가 좌측 담도로 배액됨.

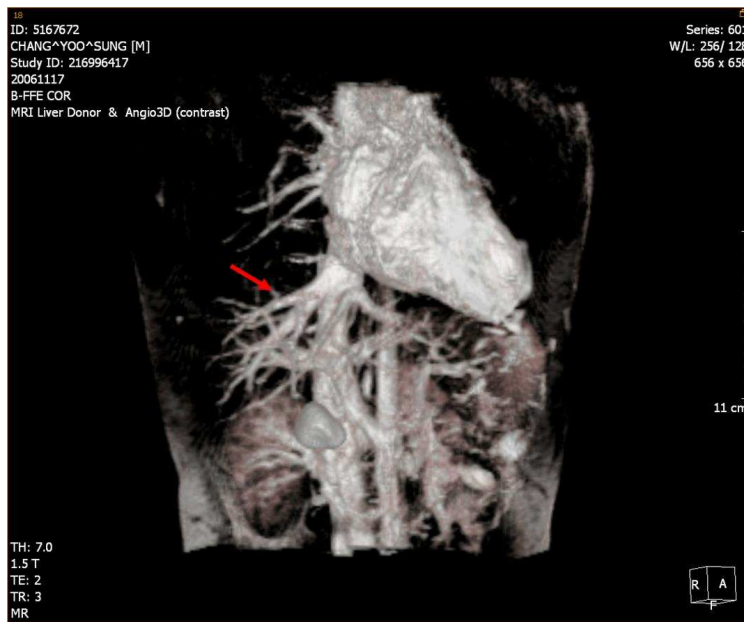


그림 14. 간정맥의 이상 : 다수의 중간 간정맥 가지로 많은 수의 문합이 필요함.

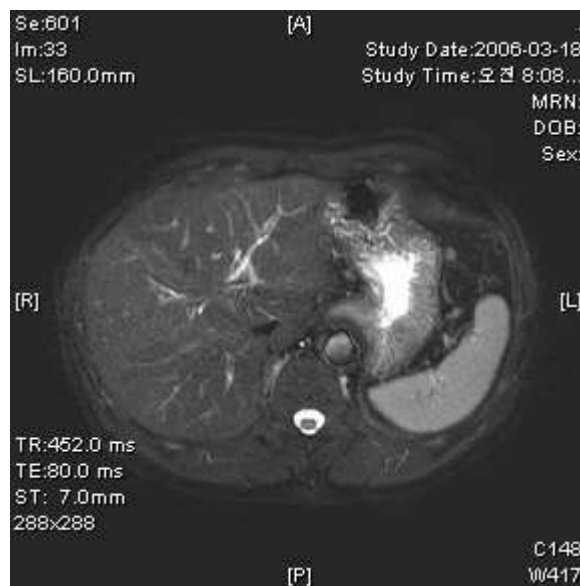


그림 15. 간실질의 이상 : 심한 지방간 변성을 보임.

수술 전 검사상 적합하다고 판단된 환자중 21예에서 수술을 시행하였으나 2예에서는 예측된 간세포암의 병기가 진행되어 이식수술을 진행하지 못하였고 따라서 실제 간이식 수술을 시행한 환자는 19명이었다.

## 5) 영상학적 검사를 통해 측정된 중량 및 해부학적 구조와 실제 수술 결과와의 비교

### 1. 수술 시행 환자의 임상적 특징

실제 간이식 수술을 시행한 19쌍의 환자들의 임상적 특징은 다음과 같다.(표 8)

표 8. 수술 시행 환자의 임상적 특성

		대상	최저치	최고치	평균	표준편차
수여자	연령(years old)	19	43.00	59.00	51.47	4.45
	성별 (남:여)	16:3				
	체중(Kg)	19	55.00	80.00	64.00	7.49
	신장(cm)	19	155.00	173.00	165.42	5.75
	체질량지수(kg/m <sup>2</sup> )	19	19.72	26.92	23.35	2.00
공여자	연령(years)	19	18.00	52.00	33.05	11.46
	성별 (남:여)	14:5				
	체중(Kg)	19	52.00	76.00	66.73	7.44
	신장(cm)	19	158.00	184.00	169.57	6.78
	체질량지수(kg/m <sup>2</sup> )	19	19.37	29.31	23.20	2.27
		19	1.51	1.94	1.77	0.12
		빈도(명)		비율(%)		
원인질환	간세포암		9		47.4	
	간경화 (B형간염)		6		31.6	
	간경화 (알콜)		1		5.3	
	간경화 (약물)		1		5.3	
	담도경화증		2		10.4	
공여자-수여자 관계	자식		10		52.6	
	형제		1		5.3	
	혈연관계(부부)		2		10.5	
	비혈연관계(기타)		6		31.6	

수여자의 평균 나이는 51±4.4세 였으며 남자가 16명(84.25%)를 차지 하였다. 평균 체중은 64.0±7.4kg 신장은 165.4±5.7cm이었다. 공여자의 평균 나이는 33±11.4세

였고 남자가 14명(73.7%)를 차지하였다. 평균 체중과 신장은 각각  $66.7\pm 7.4\text{kg}$ ,  $169.5\pm 6.78\text{cm}$ 이었다.

수여자의 원인 질환으로는 간세포암이 9명(47.4%)로 가장 많았으며 그 다음으로 B형 간염에 의한 간경화증이 6명(31.6%)이었고 그 밖에 알콜과 약물에 의해 유발된 간경화증과 담도경화증으로 간이식수술을 받았다.

수여자 공여자 관계를 보면 부모-자식간의 이식이 10명(52.6%)로 가장 많았으며 형제간이 1명(5.3%), 배우자간이 2명(10.5%) 그리고 기타가 6명(31.6%)이었다.

## 2. 영상학적 검사로 측정된 이식 간 중량과 실측치간의 비교

이식간 중량의 평균 실측치는  $794.31\pm 147.54\text{kg}$ 으로 예측치  $828.42\pm 141.64\text{g}$ 와는 평균  $4.5\pm 7\%$ 의 오차를 보였다. 실측치와 측정치 간의 오차가 10% 이내인 경우는 70.9%였고 21.1%만이 10~15% 사이의 오차를 보였다.(그림 16)

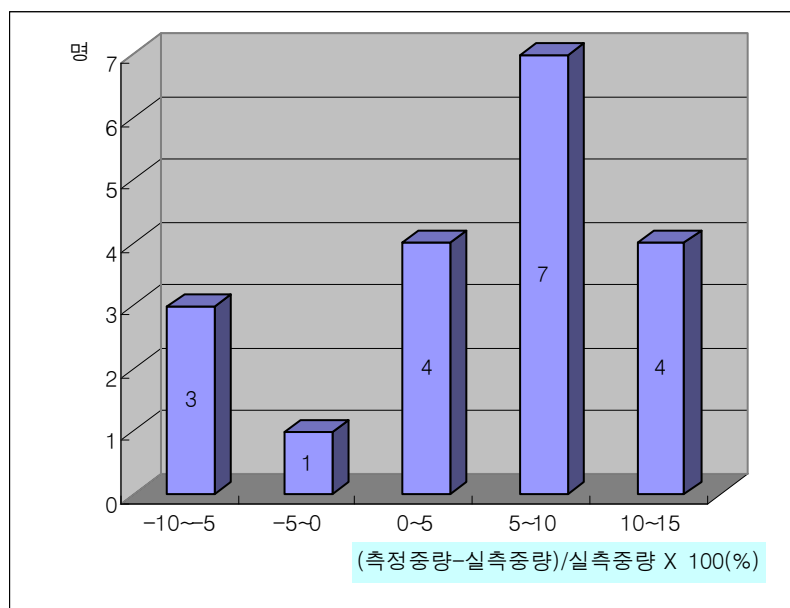


그림 16. 측정중량과 실측 중량간의 오차 범위

영상검사를 통한 측정치와 실측치간에는 선형 회귀분석상 양의 상관관계 ( $p < 0.0001$ ,  $R^2 = 0.83$ )를 보였다(그림 17).

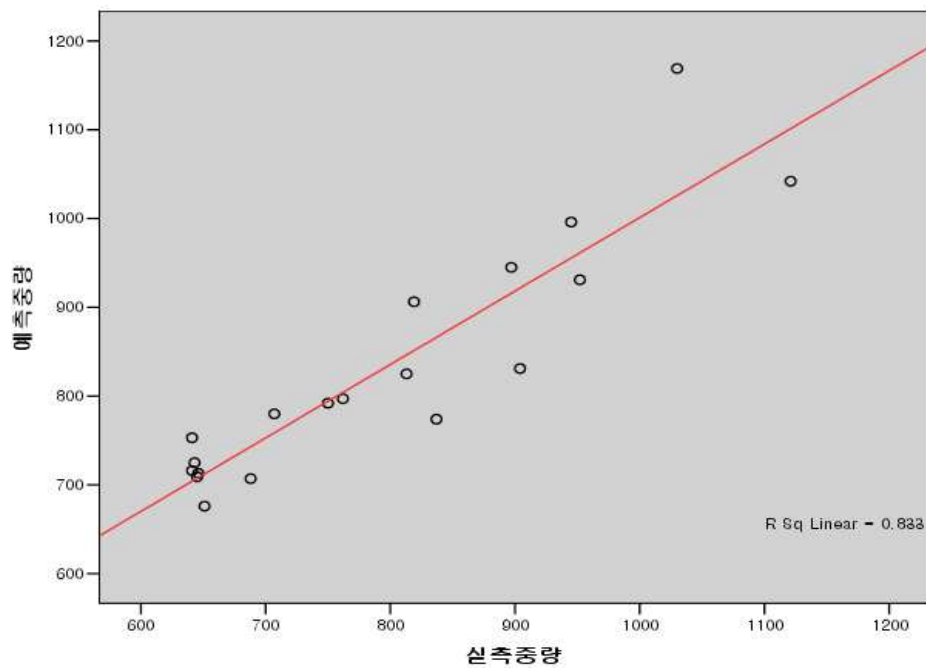


그림 17. 예측중량과 실측중량간의 상관관계

### 3. 해부학적 구조의 예측과 실제

수술을 시행한 19명의 환자 중 영상학적 검사에서는 5번 분절과 8번 분절 간정맥의 문합이 필요한 경우가 각각 16명과 7명이었고 우측 하부 간정맥은 1명에서 문합을 필요 할 것으로 예상되었다. 실제 수술시 5번 분절 간정맥을 문합한 경우는 17명으로 문합 여부에 관한 양성 예측도는 82.4%를 나타내었다. 또한, 5번 정맥분지 문합여부에 대한 민감도는 89.5%이고 특이도는 100%를 나타내었다(표 9).

8번 분절 간정맥의 경우 실제 수술 시에 수술 전 예측한 것 보다 많은 11명에서 문합을 시행하였고 양성 예측도는 36.4%에 불과 하였으며 민감도와 특이도는 각각 57.9%와 100%를 나타내었다(표 10). 우측 하부 간정맥의 경우 1명에서 문합이 필요할것으로 예측하였으나 실제 수술에서는 2명에서 문합을 시행 하였고 양성 예측도는 50%였다.

표 9. 5번 분절 정맥 문합 여부의 예측과 실제 수술

5번 분절 정맥 분지 문합		실제 수술	
		미시행	시행
예측수술	문합 불필요	0	3
	문합 필요	2	14
Total		2	17

표 10. 8번 분절 정맥 문합 여부의 예측과 실제 수술

8번 분절 정맥 분지 문합		실제 수술	
		미시행	시행
예측수술	문합 불필요	5	7
	문합 필요	3	4
Total		8	11



## IV. 고찰

간 이식 수술은 말기 간질환 환자의 완치를 기대할 수 있는 치료 방법으로 자리 잡아가고 있다. 초기 간이식은 사체 공여자 기증을 통한 전간이식으로 시작 되었으나 간이식을 필요로 하는 환자수의 급증으로 그 수요를 감당하지 못하게 되어 점차 생체 공여자 기증을 통한 부분 간이식이 그 자리를 대신하게 되었다. 이렇게 생체 공여자의 수가 늘어나면서 공여자의 수술 후 안전성 확보가 중요한 문제로 대두되었으며 이와 더불어 수여자에게 충분한 용적의 간이 이식되어야 하는 모순적인 상황이 생겼다. 대부분의 성인에 있어 간 우엽은 전체 간 용적의 60% 정도를 차지하며 이는 성인에게 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 구조의 인지와 공여자 간 용적 및 이식 간 용적을 계산하여 수여자와 공여자 모두에게 합당한지를 파악하는 것이 생체 간이식 준비의 필수 사항으로 자리 잡았다<sup>10</sup>.

본 연구에서는 모든 공여자의 나이를 20세 이상으로 한정 하였으며 지방간 정도가 30% 이상인 경우 공여자에서 제외 하였다. 수여자의 평균 연령이 51세이고 공여자 평균 연령이 33세인 것은 아직까지 우리나라의 정서상 자식이 부모에게 간을 기증하는 경우가 많기 때문일 것이라고 생각된다. 또한 아직까지 많은 논란이 있는 사항이지만 나이가 증가함에 따라 간기능이 정상적으로 감소하는 바 일반적으로 공여자 선택에 있어 45세 이상의 공여자를 꺼리고 있는 실정이다<sup>11</sup>. 공여자중 남자의 비율이 63.8%로 높은 것은 신체 조건상, 신장과 체중이 남자가 여자에 비해 더 커서 보다 많은 간용적을 얻는데 유리하여 일차적으로 남성공여자를 선택하기 때문으로 생각된다<sup>8,12</sup>.

수술 전 영상 검사로 예측한 간의 해부학적 구조의 변이는 대체적으로 다른 연

구 결과에서 보고한 것과 비슷한 결과를 보였으며<sup>13-14</sup> 특히 간 이식에 있어 중요한 중간 간정맥 구조의 경우 4번 분절과 5번 분절 정맥 분지가 비슷한 직경과 면적을 중간 간정맥으로 배액하는 일반적인 형태가 가장 많은 비율을 차지하였다<sup>13</sup>. 문합이 필요한 5번 분절과 8번 분절 간정맥의 유무와 이들의 배액 양상에 따라 간정맥 재건의 방법과 문합의 수가 정해지기 때문에 이러한 중간 간정맥 분지에 대한 사전 파악은 매우 중요하다. 만일 두 분절의 정맥을 간과하여 상당한 면적의 배액을 담당하는 정맥 분지를 결찰 하였을 경우 이식간에 울혈이 생겨 간 실질 용적에 손해를 보는 경우가 생길 수 있고 이는 이식 후 수여자에게 심각한 간 기능 부전을 야기할 수도 있다<sup>6</sup>.

간동맥의 경우 상장간막 동맥이나 좌위 동맥에서 기시 하는 간 동맥을 사전에 파악하지 못하는 경우 간 하부 박리 시에 혈관 손상을 줄 수 있다. 특히 총간동맥이 좌위동맥이나 상장간막동맥에서 기시하는 경우 이를 인지하지 못하고 손상을 주게 되면 공여자의 이식간과 문합에 어려움을 겪을 수 있다. 본 연구에서도 다른 연구 보고와 비슷한 수준인 10% 정도의 동맥 변이가 나타났다<sup>15</sup>. 이런 변이를 가지고 있는 환자의 경우 사전에 해부학적 구조를 충분히 인지하고 간 하부 및 간 문부 박리 시 조심스러운 진행이 필요하다<sup>16</sup>. 그러나 생체 간이식을 위한 공여자 선택에 있어서 간동맥의 변이는 특별한 영향을 미치지 않았다.

담도계의 해부학적 구조는 일반적인 이분지를 보인 경우가 63명(67%)로 Ohkubo 등이<sup>17</sup> 보고한 60%와 큰 차이가 없었다. 담도계의 형태에 따라 간이식 수술의 접근 방법이 달라질 수 있기 때문에 담도계 구조 파악에 보다 많은 주의 필요하다<sup>17</sup>. 실제로 본 연구에서도 우측 후방 담도가 좌측 담도로 배액되는 형태의 담도계 변이를 보여 공여자로 부적합하다고 판정된 경우가 2명이었다. 또한 실제 수술중 담도계 변이로 1개 이상의 담도 문합이 필요한 경우도 2명에서 관찰 되었다.

간문맥은 수술시 공여자나 수여자의 해부학적 구조보다는 수여자 문맥의 혈전

유무가 수술을 결정하는데 보다 더 중요한 요소로 작용한다. 간이식 시행 초기에는 문맥 혈전증은 이식의 금기 사항으로 여겨졌으나 최근에는 다양한 수술 기법을 통해 그 한계를 극복하고 있다<sup>18</sup>. 이번 연구에서도 대상공여자의 80%가 전형적인 이분지를 보여 대부분을 차지하였다. 공여자의 문맥 구조 이상으로 수술 부적합 판정을 받은 2명중 1명은 Type B의 형태로 기술적 어려움 때문에, 1명은 간문맥의 cavernous formation을 보여 제외되었다.

간정맥 문합의 기준은 영상학적 검사상 직경 5mm이상으로 정하였는데 이는 일반적인 간담도 수술에서 사용하는 기준을 적용한 것이다<sup>19</sup>. 그러나 실제 영상학적 검사로 측정된 직경은 촬영 당시 간혈류량, 호흡 또는 사진의 간격에 따라 달라질 수 있다<sup>20</sup>. 또한 간정맥이 직경이 반드시 실제 유출을 담당하는 간 분절의 크기와 비례하는 것은 아니다. 따라서 간정맥 직경 자체보다는 중간 간정맥의 해부학적 구조와 연계하여 생각하는 것이 문합의 여부를 결정하는 보다 더 중요한 역할을 할 것이다.<sup>21-22</sup> 실제로 이번 연구에서도 실제 수술을 시행한 19명의 경우를 살펴보면 수술 전 간정맥 직경만으로 예측했을 때 문합이 필요한 경우가 5번 분절 간정맥의 경우 16명, 8번 분절 간정맥의 경우 7명이었다. 하지만 실제 수술을 진행하면서 5번 분절 간정맥의 경우 17명, 8번 분절 간정맥의 경우 11명에서 문합을 시행하였다. 특히 8번 분절 간정맥의 경우 수술전 측정된 직경은 5mm 이하였으나 실제 수술 중 이식간을 재관류 하였을 때 배액을 담당하는 부위가 넓어 직경에 상관없이 문합이 필요한 경우가 4명(21%)에서 있었다.

단층촬영 영상과 이를 이용한 VoxelPlus<sup>®</sup>2 (메디시스, Korea) 프로그램으로 측정된 간 용적과 실제 이식 간의 중량과는 높은 상관관계를 보였다.( $p < 0.0001$ ,  $R^2 = 0.83$ ) 또한, 오차 범위도 최대 15% 이내에 있었고 15명(79.0%)의 경우에서 10% 이내의 오차를 보였다. 오차가 생기는 원인으로 생각 할 수 있는 것으로는 첫째, 영상 검사, 특히 MRI의 특성상 간 구조의 경계를 명확하게 결정 할 수 없는 경우가 많다. 이번 연구에서 사용한 용적 계산 프로그램인 VoxelPlus<sup>®</sup>2 (메디시스, Korea)를 비롯하여 대부분의 용적 계산 프로그램은 영상학적 검사를 통해 얻은 단

면의 면적을 누적하여 용적을 계산하는 방식이기 때문에 정확한 경계를 결정 할 수 없는 경우 단면 면적에 오차가 발생하고 그 오차가 누적 되어 용적의 차이로 나타나게 된다.<sup>11</sup> 두 번째로 오차발생의 원인으로 생각 할 수 있는 것은 이식 간 중량을 예측 할 때 예측된 이식 간 용적을 1:1로 중량으로 환산하였기 때문이다. 즉, 간용적 1ml를 간중량 1g으로계산 하였다. 하지만 실제로는 혈액의 비중은 1보다 크기 때문에 1:1로 환산 할 경우 실제보다 적게 나타나게 된다 . 이러한 오차를 줄이기 위해 다른 연구에서는 혈액의 비중에 가깝게 1:1.1로 환산을 하거나 상관계수를 이용하여 변환식을 만들어 오차를 보정하고 있다<sup>6,23</sup>. 본 연구에 사용한 예측 이식간 용적을 1:1.1의 비율로 환산하여 실제 이식간 중량과 비교한 상관계수는 서로 큰 차이는 없었다.

이러한 요인들 때문에 영상 검사를 통한 예측치와 실측치가 차이를 보이게 되는 것으로 생각된다. 이렇게 오차가 생김에도 불구하고 예측치는 실측치에 근접한 수치를 제시하여, 공여자의 선택에 중요한 결정인자로 작용한다. 본 연구에서도 22예에서 공여자의 잔존간 용적이 적거나, 수여자의 체중 대비 이식간 중량비가 낮아서 생체 간이식의 부적격 경우로 판정하였다.

수술 전 이학적 검사와 영상 검사를 통한 수여자와 공여자 검사를 진행 하였을 때 약간의 오차는 있지만 수술 여부의 결정 및 방법을 결정하는데 큰 도움을 받았으며 이러한 검사를 통해 수여자 및 공여자 모두 안전 하다고 결정되어 수술을 진행한 모든 예에서 수여자 및 공여자 양측 모두에서 해부학적 이상이나 간 용적 부족에 의한 초기 합병증을 경험 하지 않았다.

## 결론

영상학적 검사인 컴퓨터 단층 촬영과 자기 공명 영상을 통해 공여자 및 수여자의 단면 영상을 얻을 수 있고 이를 바탕으로 상용화된 프로그램(VoxelPlus<sup>®</sup>2)을 통해 3차원 영상으로 재구성하여 해부학적 구조와 중량을 미리 측정하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 영상학적 검사를 통해 측정한 간 용적 및 중량은 각각 표준간용적과 실제 이식간 중량과 높은 수준의 상관관계가 있었다.
2. 중간 간정맥 구조의 변이가 간동맥, 문맥, 담도의 변이 보다 상대적으로 많이 있었다.
3. 이식 부적합으로 결정되는 가장 많은 원인은 해부학적 구조의 이상이며 다음으로 공여자 및 수여자에게 필요한 용적 부족이 두 번째 많은 원인이었다.
4. 영상학적 검사를 통해 해부학적 구조를 파악하여 간정맥 문합여부를 결정 할 수 있었다.

따라서 수술 전 영상학적 검사를 통한 해부학적 구조의 파악과 간 용적의 측정은 공여자 및 수여자 양측 모두의 안전성 확보와 성공적인 간 이식을 위해 효과적인 검사로 수술 전 시행 되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Trotter JF, Wachs M, Everson GT, et al. Adult-to-adult transplantation of the right hepatic lobe from a living donor. *N Engl J Med* 2002;346: 1074 - 82.
2. WWW.UNOS.ORG : Annual report of the Scientific Registry of Transplant Recipients and the Organ Procurement and Transplantation Network : Transplant data, 2005, Richmond, VA : United Network for Organ Sharing
3. Pan GD, Yan LN. Problems in adult living donor liver transplantation using the right hepatic lobe. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int* 2006;5:345-9.
4. 조성호, 황신, 이승규 등. 성인간 생체 부분 간이식수술에서의 간공여자의 안전성. *대한외과학회지* 2001;60:314-9.
5. Marcos A, Ham JM, Fisher RA. Surgical management of anatomical variations of the right lobe in living donor liver transplantation. *Ann Surg* 2000;231:824-31.
6. Shoji H, Mitsuo S, Noboru H, et al. Accurate preoperative estimation of liver graft volumetry using three-dimensional computed tomography. *Transplantation* 2006;75:1561-4.
7. Hiroshige S, Nishizaki T, Soejima Y. 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.
8. Inomata Y, Uemoto S, Asonuma K, et al. Right lobe graft in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2000;69:258-64.
9. David B, Masoom AH, Koroshi K, et al Relationship between vascular and biliary anatomy in living liver donors *AJR*. 2005;185:247-52.
10. Rinella ME, Alonso E, Rao S, et al. Body mass index as a predictor of

- hepatic steatosis in living liver donors. *LiverTranspl* 2001;7:409-414.
11. Oh Ch, Hilary S, Shawn JP, et al. Implication of advanced donor age on the outcome of liver transplantation. *Clin Transplantation* 2000;14:386-90.
  12. Marcos A, Fisher RA, Ham JM, et al. Selection and ourcome of living donor for adult to adult right lobe transplantation. *Transplantation* 2000;69:2410-2415.
  13. Onodera Y, Omatsu T, Nakayama J, et al. Peripheral anatomic evaluation using 3D CT hepatic venography indonors : Significance of peripheral venous visualization in living-donor liver transplantation. *AJR* 2004;183:1065-70.
  14. Marcos A, Orloff M, Miele L, et al. Functional venous anatomy for right-lobe grafting and techniques to optimize outflow. *Liver Transpl* 2001;7:845 - 52.
  15. Song SY, Chung JW, Lim HG, et al. Nonhepatic arteries originating from the hepatic arteries: angiographic analysis in 250 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17:461-9.
  16. Tan HP, Marcos A. Hepatic arterial anatomy for right liver procurement from living donors. *Liver Transpl* 2004;10:134-5.
  17. Ohkubo M, Nagino M, Kamiya J, et al. Surgical anatomy of the bile ducts at the hepatic hilum as applied to living donor liver transplantation. *Ann Surg* 2004;239:82-6.
  18. Rbles R, Fernandez JA, Hernadez Q, et al. Eversion thromboendovenectomy in organized portal vein thrombosis encountered during liver transplantation. *Transplant Proc* 2003;35:1915-7.
  - 19 박용현, 감선희, 이건욱 등. 1장 외과적 해부학, 간담췌외과학.의학문화사 제2판, 2006.

20. Taniguchi M, Furukawa H, Shimamura T, et al. Hepatic venous reconstruction of anterior sector using three-dimensional helical computed tomography in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2006;81:797-9.
21. Cattral MS, Greig PD, Muradali D, et al. Reconstruction of middle hepatic vein of a living-donor right lobe liver graft with recipient left portal vein. *Transplantation* 2001;71:1864-6.
22. Lee KW, Lee DS, Lee HH, et al. Interposition vein graft in living donor liver transplantation. *Transplant Proc* 2004;36:2261-2.
23. Itamoto T, Emoto K, Mitsuta H, et al. Safety of donor right hepatectomy for adult-to-adult living donor liver transplantation. *Transpl Int* 2006;19:177-83.



## Abstract

### The efficacy of pre-transplant radiologic evaluation for graft volume and anatomy in living donor liver transplantation

Man Ki Ju

Department of Surgery

The graduate school, Yonsei University

(Directed by professor Dae Sung Kim)

For donor safety in living liver transplantation(LDLT), We must know the anatomy of hepatobiliary system and donor-recipient hepatic volume profile. The purpose of this study was to ascertain the role of donor-recipient evaluation, used tomographic study and 3-dimensional volumetry, for adult-to-adult right hepatic lobe living donor liver transplantation. Prospective analysis of 94 living liver transplantation candidates (74 recipients and 94 donors) were underwent donor-recipient evaluation, including CT and MRI scan. Tomographic images were reconstructed by 3-dimensional anatomy and used as a resource of calculation of liver volume and possible graft volume. The percentage of anatomical variation in portal and hepatic artery was 20.2% and 21.3%. But the anatomical variation of hepatic vein and biliary system was common, which percentage of unusual anatomy was 41.5% and 33.0% respectively. We had estimated middle hepatic vein branches anastomosis for 75(79.8%) cases in 5th segment and 8th segment in 38(40.4%) cases. 19 of 94 cases, underwent living right hepatic lobe transplantation. Among 94 cases of donor evaluation, 52(55.4%) potential donor was unacceptable for LDLT. The leading cause of unacceptable donor was anatomical variation (n=24, 25.5%). The portal vein and hepatic artery anatomical variation that prone to cause surgical complication during donor hepatectomy was only 2 cases respectively.

The hepatic artery variation didn't affect on the decision of acceptable donor. But the anatomical variation of hepatic vein especially middle hepatic vein drainage pattern and presence of inferior hepatic vein was major cause of unacceptable donor (n=20, 21.3%). Too small residual volume of donor (n=17, 18.1%), 'small-for-size'(n=5, 5.3%), fatty liver (n=5, 5.3%) and early cirrhotic change (n=1, 1.1%) was also critical cause of unacceptable donor. In 43 acceptable donor-recipient pair, 2 cases of LDLT were failed due to understaging of recipient hepatocellular carcinoma. The real graft weight(GW) was predicted from preoperatively estimated graft volume(GV) on the basis of a 1:1 conversion factor. The values of mean estimated liver volume were 1041.1±4544ml and mean estimated graft volume was 830.4±133ml respectively. The mean values of Graft to Recipient Weight Ratio(GRWR) and Residual Liver Volume Ratio(RLVR) were 1.31% and 35.46% respectively. The mean values of real graft weight were 794.3±147g. The values of real graft weight were significantly correlated with those of estimated graft volume( $p<0.0001$ ,  $r^2=0.833$ ). The error between GW and GV, defined  $(GW-GV/GV) \times 100$ , was within 10% in the majority of cases (15/19, 78.9%) and ranged from -14.87% to 7.98%. We had predicted hepatic vein branches reconstruction for 5<sup>th</sup> segment, 8<sup>th</sup>segment mid hepatic vein branches and inferior hepatic vein in 16, 7 and 1 cases. And we had reconstructed in 17, 11, 2 cases. The positive predictive value of 5<sup>th</sup>segment branch reconstruction was high as 85% respectively. Pre-transplant evaluations of liver volume and anatomy of hepatobiliary system by three-dimensional imaging study is useful for performing safe LDLT.

---

Key word : Living donor liver transplantation, hepatic vein, volumetry