

성인 생체 간이식을 위한 공여자 우간절제술 후 수술결과 및 합병증: 245예의 단일 기관 경험

연세대학교 의과대학 외과학교실

이재근 · 한대훈 · 최성훈 · 최기홍 · 최진섭

Surgical Outcomes and Complications after Right Hepatectomy in Living Donation for Adult Liver Transplantation: Single Center Experiences from 245 Cases

Jae Geun Lee, M.D., Dai Hoon Han, M.D., Sung Hoon Choi, M.D.,
Gi Hong Choi, M.D., Ph.D. and Jin Sub Choi, M.D., Ph.D.

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: As the necessity of adult living donor liver transplantation continues to increase, morbidity and mortality of donors has been considered vital. Thus, we performed a sequential analysis of our surgical experience in order to find ways to improve surgical outcomes in right liver donors.

Methods: We performed a retrospective sequential analysis of surgical outcomes of consecutive 245 right liver donors by 50 cases between October 2002 and November 2012.

Results: Hospital stay (13.78 to 10.98 days), operation time (432.76 to 389.98 minutes), amount of intra operative bleeding (577.70 to 502.56 mL), and perioperative transfusion rates decreased from the initial 50 cases to the last 45 cases. A total of 96 grade I complications by Clavien-Dindo classification decreased from 26 to 17. Ten and three cases had grade IIIa and IIIb complications, respectively. There were three cases of wound infection, two cases of duodenal ulcer bleeding, one case of pleural effusion, and four cases of bile leakage of grade IIIa complications, and one case of postoperative intestinal obstruction, one case of generalized peritonitis by small bowel perforation, and one case of bile leakage of grade IIIb complications. There was no mortality during the follow-up period.

Conclusions: Although most complications with low-grade severity might be corrected by surgical refinement, efforts to reduce possible moderate to severe complications should be sustained.

Key Words: Liver transplantation, Donor safety, Morbidity, Mortality

중심 단어: 간이식, 공여자 안정성, 합병증, 사망률

서 론

1963년 Thomas Starzl에 의해 처음으로 간이식이 시행된 이후 현재 간이식은 급성 전격성 간부전, 말기 간질환 및 일정 조건을 만족하는 간암 환자의 가장 확실한 치료 방법으로 적극적으로 시행되고 있다(1-3). 그러나, 뇌사 기증자의 절대적인 부족으로 인하여 생체 간이식이 필요

하게 되었고, 1994년 일본의 Hashikura 등(4)이 최초로 성인에서 생체 간이식을 성공한 이후 부족한 뇌사자에 대한 새로운 대안으로 생체 간이식이 대두되었고, 시행 빈도가 급속도로 증가하고 있는 추세이다(5). 질병관리본부 장기이식관리센터의 자료에 따르면 우리나라에서 연간 인구 100만명당 뇌사자 발생건수는 5.3건으로 서구의 10~33건에 비하여 턱없이 부족함을 알 수 있고, 이에 반하여 2000년 이전 26건에 불과하였던 생체 간이식이 2012년 920건으로 급격히 증가하여, 간이식에 대하여 생체 간이식이 차지하는 비중이 매우 중요함을 알 수 있겠다(6). 하지만 생체 간이식에 있어서 가장 중요한 전제 조건은 공여자의 안전성이며, 만약 공여자가 간절제술 후 심각한 합병증이나 사망에 이르게 된다면 윤리적으로 문

책임저자 : 최진섭, 서울시 서대문구 연세로 50
연세대학교 의과대학 외과학교실, 120-752
Tel: 02-2228-2122, Fax: 02-2313-8289
E-mail: choi5491@yuhs.ac

접수일 : 2013년 9월 27일, 심사일 : 2014년 3월 6일
게재승인일 : 2014년 3월 7일

제가 될 수 있을 것이다. 또한, 성인 간이식을 위하여 우간절제술의 대량 간절제를 시행한 경우 간절제술 후 합병증 등이 발생할 가능성이 더 높은 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 본원에서 10년간 경험한 245명의 공여자 우간절제술 후 수술 결과 및 합병증에 대하여 분석하여, 향후 공여자 간절제의 안정성에 도움이 될 수 있는 방법에 대하여 알아보고자 한다(7).

대상 및 방법

1) 연구 대상 및 방법

2002년 10월부터 2012년 11월까지 본원에서 시행한 296예의 생체 간이식에 대한 공여자 중 우간제술을 시행 받은 245명을 대상으로 의무기록을 참고하여 후향적 분석을 하였다. 공여자 간절제술의 위험을 분석하기 위하여 환자의 수술 후 재원일수, 수술시간, 수술 중 실혈량, 수혈량 및 합병증에 대한 자료를 수집하였으며, 환자들의 합병증은 Clavien-Dindo 분류에 따라 분류하였다(8). 또한, 간절제술 시기에 따른 수술 결과 및 합병증 발생의 차이를 분석하기 위하여 수술시기에 따라 50예씩 총 5개 군으로 나누어 비교분석을 시행하였으며, 각각을 이른 시기로부터 I, II, III, IV, V군으로 나타내었다. 각 군간의 임상지표의 비교는 범주형 자료에 대하여는 chi-square test 또는 Fisher exact test 를 통하여 비교하였고, 연속형 변수의 비교는 일원배치 분산분석으로 분석하였다. 통계분석은 SPSS ver. 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, P값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 보았다.

2) 공여자 선별

간이식을 위한 적절한 공여자의 선별을 위하여 혈청 간기능검사, 식도위십이지장경검사, 심장초음파검사를 기본 검사로 시행하였으며, 조영제를 이용한 복부 전산화 단층촬영 후 의료 영상 소프트웨어인 VoxelPlus (MEViSYS Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 축상에서 간실질의 경계 및 중간정맥의 우연을 따라 가상의 절제선을 따라 간의 부피를 측정하여 간절제술 후 공여자의 잔류 간이 30% 이상이고, 이식편대비수용자체중분율(graft to recipient body weight ratio)이 0.8% 이상이며 자기공명채담관조영술(magnetic resonance cholangiopancreatography) 후 간문맥, 간동맥, 담도, 간정맥의 해부학적 구조가 수술이 가능한 자에 한하여 공여자 선정을 하였다. 수술 전 공여자의 지방간 정도는 체질량 지수가 높거나 수술 전 복부 초음파 등의 영상 검사에서 중등도 이상의 지방간이 의심되는 환자에 한하여 선택적으로 자기공명영상을 통하

여 지방간 정도를 평가하였으나 2011년 11월 이후부터는 모든 환자에서 간섬유스캔을 통하여 수술 전 지방간 정도를 확인하였으며 이에 따른 공여자의 잔류 간용적 및 이식편대비수용자체중분율을 고려하여 공여자 적합성 여부를 결정하였다. 또한 수술 중 간생검을 통한 동결절편 조직검사를 통하여 지방간 정도를 최종 확인하여 수술 진행 여부를 최종 결정하였다.

3) 공여자 수술

수술은 우측 늑골 하연을 따라 5 cm의 절개창을 통한 간생검을 시행한 후 동결절편 조직검사를 통하여 지방간 정도를 확인한 후 공여자 간절제술 진행 여부를 최종 결정을 하였다. 수술진행이 결정되면 우측 늑골 하 절개 및 정중 확장 절개를 시행한 후 일반적인 우간절제술과 같은 방법으로 술식을 시행하였다. 늑골과 복벽은 Omni 견인기(Omni-Tract Surgical; Minnesota Scientific, White Bear Lake, MN, USA)를 이용하여 견인하였으며, 우간을 주변 장기로부터 유동화(mobilization)한 후 간초음파를 이용하여 중간정맥의 주행방향 및 제 5분절 및 제 8분절로부터 중간정맥으로 유입되는 간정맥을 확인한 후 중간정맥의 우연을 따라 간실질을 절제하였다. 우간절제술은 현수기법(hanging maneuver)을 이용하여 시행하였으며, 간절단면의 간실질은 고무줄을 이용하여 지속적으로 같은 견인력으로 안정적인 견인을 시행하며 간내 미세혈관 및 담도 손상을 최소화하여 정교한 절제를 하기 위하여 초음파 박리기(cavitron ultrasonic aspirator)를 이용하여 간실질을 절제하였다(9,10). 5 mm 이상의 중간 간정맥 및 우하간정맥은 나중에 문합을 위하여 절찰하지 않고 보존하였다. 간문부의 우간동맥, 우문맥을 개별 처리하여 보존한 후, 담도는 간이식 후 담도합병증을 최소화하기 위하여 간문부판 우측의 전면부와 후면부에 작은 절개창을 가하여 담도 주변의 혈관을 최대한 보존한 상태로 담도 분지를 확보하였다(11). 이식편 적출을 위한 혈관 절단 3분 전 혈전생성 예방을 위하여 heparin을 70 mg/kg로 정주 하였으며, 이식편 적출 후 protamine sulfate를 0.7 mg/kg로 주입하여 heparin 해독을 시행하였다. 제공자에서 분리된 이식편은 histidine-tryptophan-ketoglutarate 용액을 관류시킨 후 냉허혈 방법을 이용하여 보관하였다.

4) 공여자 수술 후 관리

공여자 간절제술 후 활력징후 관찰 및 발생 가능한 위험 상황에 대한 신속한 발견 및 대처를 위하여 수술 후 1일 동안 중환자실에서 환자를 관리하였다. 2010년 11월 이전, 즉 150예 이전까지는 환자의 상황에 따라 식이, 배

액관 제거 시기, 수술 후 복부 전산화 단층촬영 등의 시기가 일관되지 않고 상이하였으나, 이후 수술 당일 경구 수분섭취 시작, 수술 후 1일째 오전 경비위관 제거, 수술 후 2일째 유동식 투여, 수술 후 3일째 도뇨관 및 중심정맥관 제거, 수술 후 5일째 복부 전산화 단층촬영 시행 및 배액관 제거, 수술 후 7일째 창상 봉합사 제거 및 수술 후 9일째 퇴원의 규격화된 과정을 적용하였다. 또한, 퇴원 후 외래에서 수술 후 1개월, 3개월, 6개월에 시행한 전산화 단층촬영에서 이상 소견이 없을 경우 외래 추적 관찰을 종료하였다.

결 과

1) 대상 공여자 분석

대상 기간 동안 본 연구의 대상이 된 생체 간이식을

Table 1. Patient's characteristics

Characteristic	Value
Period	Oct 2002~Nov 2012
No. of patients	245
Male	173 (70.6)
Female	72 (29.4)
Age (yr)	30.74±10.30 (16~59)
Hospital stay (day)	12.79±4.29 (8~36)
Operation time (min)	414.88±68.94 (225~680)
Bleeding (mL)	478.76±326.70 (0~2,600)
Transfusion of pRBC (unit)	
No transfusion	239 (97.6)
1	3 (1.2)
2	3 (1.2)

Data are presented as number (%) or mean±SD (range).
Abbreviation: pRBC, packed red blood cell.

위한 우간절제술을 시행받은 공여자는 총 245명으로 남녀비는 173 : 72였으며, 간절제술 당시 공여자의 평균연령은 30세이었다. 수술 후 추적기간 동안 사망한 환자는 없었다. 수술 후 평균 재원기간은 12일(8~36일)이었으며, 수술시간은 평균 414분(225~680분)이었고, 수술 중 평균 출혈량은 478 mL (10 mL 이하~2,600 mL)였으며, 수술 중 또는 수술 후 수혈을 시행한 경우는 총 6예로 전체의 2.4%였다(Table 1).

2) 간절제술 시기에 따른 수술 결과 및 합병증 분석

간절제술 시기에 따라 50예씩 나누어 이른 시기부터 I, II, III, IV, V군으로 나누어 비교하여 보았을 때, 100예 이후 수술 후 재원 일수 및 수술시간이 유의하게 감소되었다. 수술 중 실혈량도 통계적 유의성은 없으나 처음 50예 이후 감소하는 경향을 보였으며, 수술 중 수혈은 초기 100예까지는 2단위의 적혈구 수혈을 받은 환자 3명이 있었으며, 이후 1단위의 적혈구 수혈을 받은 환자가 3명이 있었으나 이후 수술 중 수혈을 받은 환자는 없었다. 시기별로 발생하는 합병증의 수는 차이는 통계적으로 차이가 없었다(Table 2).

3) 합병증 분석

전체 환자 중 합병증을 경험한 경우는 총 113예(46.1%)였으며, Clavien-Dindo 분류에 따른 1급 합병증은 96예(39.2%)였으며, 2급은 4예(1.6%)였으며, 중재적 처치가 필요하였던 3A급은 총 10예(4.1%)였으며, 재수술을 시행하였던 3B급의 합병증은 총 3예(1.2%)였다(Table 2). 1급 합병증 중 가장 많은 것을 차지하는 것은 창상 장액종 등의 창상관련 문제가 총 53예로 1급의 절반 이상을 차지하였고, 이외에도 중재적 처치가 필요 없이 대증 치료 및 경과 관찰 후 호전되었던 오심 등의 증상 및 무기

Table 2. Surgical outcomes and complications of right liver donors by sequential 50 cases

Case	Group I (1st~50th)	Group II (51st~100th)	Group III (101st~150th)	Group IV (151st~200th)	Group V (201st~245th)	Total No.	P value
Hospital stay (day)	13.78±5.21	14.78±4.31	12.86±4.17	11.36±10.98	10.98±2.17		<0.001
Operation time (min)	432.76±82.70	451.72±66.19	414.36±52.73	383.08±47.56	389.98±67.50		<0.001
Bleeding (mL)	557.50±392.21	436.80±422.32	475.70±310.88	403.61±221.15	402.56±199.43		NS
Transfusion of pRBC (unit)	4	2	3	0	0		NS
Complications ^a							
I	26	21	17	15	17	96	NS
II	0	1	1	2	0	4	NS
IIIa	2	3	2	1	2	10	NS
IIIb	0	1	0	2	0	3	NS

Abbreviations: pRBC, packed red blood cell; NS, statistically not significant.

^aComplications were categorized by Clavien-Dindo classification.

폐, 미량의 흉수, 임상적 특이소견 없이 수술 후 복부 전산화 단층촬영에서 혈관 및 담도 이상소견이 관찰된 경우 등이 있었다. 2급에 해당되는 합병증으로는 수술 후 혈색소 감소로 철분제제의 정맥 투여를 시행한 2예와 피부발진으로 투약처치를 받았던 2예가 있었다. 전신마취가 필요하지는 않았지만 중재적 처치가 필요하였던 3A급의 합병증으로는 창상감염으로 수술실에서 국소마취 하에 창상 소독 및 재봉합을 시행하였던 경우 3예, 수술 후 발생한 흉수를 배액하였던 경우가 1예, 수술 후 담즙종으로 인하여 경피경간 담도배액술을 시행한 3예 및 내시경적 경비 담도배액술을 시행한 1예, 십이지장 궤양 출혈로 내시경적 지혈술을 시행 받은 2예 등 총 10예를 경험하였다. 재수술이 필요하였던 3B급의 합병증으로는 수술 후 7일째 발생한 원인 미상의 소장천공으로 인한 범발성 복막염으로 소장 천공에 대한 일차 봉합술을 시행한 경우 1예, 수술 후 17일째에 발생한 담즙종 및 담도 누출로 T관 담관 조루술을 시행한 경우 1예, 수술 후 8개월째에 발생한 장폐색으로 소장 분절절제술 및 문합술과 유착 박리술을 시행 받은 1예 등 총 3예를 경험하였다(Table 3).

고 찰

생체 간이식을 위한 공여자 간절제술 후 발생한 심각한

Table 3. Descriptions of postoperative complications

Clavien-Dindo classification	Description (n)
Grade I (96)	Wound infection (53)
	Intra-abdominal fluid collection (14)
	Vomiting (9)
	Intrahepatic duct dilatation (5)
	Middle hepatic vein thrombosis (2)
	Portal vein narrowing (1)
	Leukopenia (2)
	Diarrhea (3)
	Depression disorder (2)
	Liver congestion (1)
	Vocal cord injury (1)
	Atelectasis or pleural effusion (3)
	Grade II (4)
Skin eruption (2)	
Grade IIIa (10)	Duodenal ulcer bleeding (2)
	Wound infections (3)
	Pleural effusion (1)
Grade IIIb (3)	Bile leakage (4)
	Postoperative intestinal obstruction (1)
	Generalized peritonitis by small bowel perforation (1)
	Bile leakage (1)

한 합병증 및 사망에 관한 전세계 조사에 관한 연구에 따르면, 수술 후 평균 합병증 발생은 24%로 이 중 사망 및 사망의 가능성이 높았던 매우 위중한 합병증의 발생률은 각각 1.1% 및 1.2%였다(12). 이에 본원 연구 결과를 살펴보면, 전체 합병증은 46.1%로 이 중 Clavien-Dindo 1급 및 2급에 해당하는 경미한 합병증은 전체 합병증의 88.4%를 차지하였고, 3A 이상의 합병증은 4.1%였으나 4급 이상의 사망 또는 사망의 위험성이 높은 합병증은 한 건도 없었다. 본 연구 결과에서 1, 2급의 경미한 합병증의 발생 빈도가 상대적으로 높았으나, 기존의 여러 연구에서 공여자 우간절제술 후 20%에서 78%의 합병증을 보고한 결과와 비교하여 발생 가능한 정도라 할 수 있겠으며, 이는 아마도 Clavien-Dindo 분류를 적용함에 있어 각 연구들이 어느 정도까지를 합병증으로 포함시켰는가에 대하여 주관적 척도가 작용하였을 가능성이 높을 것으로 사료된다(7,12-18). 또한, 이러한 경미한 합병증은 대부분 경미한 창상 감염 및 장액종, 처치를 요하지 않는 단순 흉부촬영상에서 경미하게 관찰되는 흉수 등으로 환자의 회복에 큰 영향을 주지 않는 합병증이였다. 또한, 간경화가 없는 환자에서 우간절제술과 공여자 우간절제술을 비교한 연구에 따르면, 우간절제술 후 21~35%의 합병증이 발생하는 것으로 되어있어, 결국 중재적 처치를 요하는 3A급 이상의 위중한 합병증을 줄이는 것이 중요한데, 공여자 간절제술 후 발생한 심각한 합병증 및 사망에 관한 전세계 조사에 관한 연구에서 우간절제술 후 사망을 초래하였던 원인으로 수술 중 과도한 출혈, 감염에 의한 위괴사, 심근경색 등의 심장질환, 수술 후 감염에 의한 패혈증, 지주막하 출혈, 담즙 누출로 인한 감염에 의한 패혈증, 십이지장궤양으로 인한 십이지장-하대정맥루 형성 등이 있었다(12,19). 본원에서 공여자 우간절제술 후 사망에 이르는 4급 이상의 합병증은 없었지만, 수술 후 회복과정 중 중재적 처치가 필요하였던 3A급 합병증으로 십이지장궤양 출혈, 흉수 및 담즙종, 창상감염이 있었고, 전신마취 하에 개복술로 교정을 해야 하였던 3B급의 합병증으로 원인 미상의 소장천공으로 인한 범발성 복막염, 담즙종 및 담도 누출, 장폐색 등 총 3예가 있었으나 모두 중재적 처치 및 수술적 처치 후 해결되었다.

이에 공여자 우간절제술 후 경험한 일련의 합병증과 문헌 고찰을 통한 타 기관의 위중한 합병증에 대하여 공여자 우간절제술 후 합병증을 최소화 하기 위한 방법을 크게 세 가지로 나누어 제시하고자 한다.

첫 번째는 수술 전 적합한 간공여자를 선택하는 것으로, 공여자가 전신마취 및 대량간절제를 견딜 수 있는지 수술 전 철저히 검사하는 것이 필요하겠다. 이에 수술

가능성을 위한 혈액검사, 뇨검사, 흉부선 촬영, 심전도검사 등의 기본 검사뿐만 아니라, 기존의 연구에서 보여지듯 수술 후 심장질환과 상부 위장관질환으로 인한 심각한 합병증의 발생 가능성이 항상 존재하므로, 수술 전 심초음파, 식도위십이지장경검사를 통한 상부위장관 질환 유무 확인이 필요하다. 특히, 이식 후 십이지장궤양 출혈을 보인 2예는 술 전 식도위십이지장경검사를 시행하지 않았던 경우로 2006년 이후 본원에서 술 전 공여자 식도위십이지장경검사를 통하여 위궤양 또는 십이지장궤양 등의 소견이 있을 경우 이에 대한 치료 후 간절제술을 시행함으로써 더 이상 상부위장관 출혈과 같은 합병증을 경험하지 않았다. 또한, 일반적으로 우간절제술 후 공여자에게 남아있는 간의 용적이 원래 간 용적의 30% 이상이 되어야 안전한 것으로 알려져 있으며, Belghiti 등(19)에 따르면, 결국 공여자 간절제술 후 공여자에 남아있는 간용적이 적을수록 절제술 후 간의 성장이 빠르며 이러한 경우 여러 합병증에 취약하게 되므로 수술 후 간절제에 따른 합병증의 감소를 위하여는 충분한 잔여 간 용적이 확보되어야 하겠다(20-22). 따라서, 복부 전산화 단층촬영 후 가상의 간절제술을 따라 간의 용적을 측정하여 잔여 간용적을 확인하는 것이 필요하겠으며, 잔여 간의 실질적인 잔여 기능이 중요하므로 지방간 정도를 확인하는 것이 중요할 것이다. 지방간 정도를 확인하기 위하여 본원에서는 간섬유스캔을 시행하여 지방간 정도를 수술 전 예측하는 데에 참고하고 있으며 간절제술 시 간의 육안적 소견과 간생검을 통한 동결절편검사를 통하여 지방간 정도를 최종 확인한 후 간절제술을 시행함으로써 공여자의 안정성을 최대한 확보하고자 노력하고 있다.

두 번째로는 수술 중 발생할 수 있는 합병증을 최소화하기 위하여 세심한 주의를 기울여야 하겠다. 특히 공여자 우간절제술 후 2급 이상에서 가장 흔한 합병증이 담즙종 및 담도 관련 합병증이므로 수술 후 담즙이 누출되거나 담도가 좁아지지 않도록 수술 중 세심한 주의를 기울여야 하겠다. 본원에서는 과거 수술장에서 담도조영술을 시행하여 담도의 정확한 절제부위 등을 확인하였으며, 최근에는 수술 전 자기공명영상을 이용한 담도조영술로 담도 관련 합병증이 발생하지 않도록 주의를 기울이고 있다(21). 또한, 간절제 중 미세 담도 및 혈관의 손상을 최소화하기 위하여 고무줄을 이용한 안정적인 간실질 견인 하에 초음파 박리기를 이용하여 간절제를 시행하고 있으며, 간절제 후 폐복 과정에서 우간절제 후 우측 늑막하 공간으로 소장이 채워져 장폐색이 발생한 예를 경험한 후 이러한 합병증이 생기지 않도록 이 공간에 대망이나 결장의 간 만곡부를 거치시키고 있다(9).

마지막으로 수술 후 환자 관리가 중요한데, 공여자 우간절제술 후 환자 관리에 대한 경험이 쌓이면서 현재 본원에서는 규격화된 과정으로 환자의 빠른 회복과정을 유도하여 초기 50예에서는 평균 13.78일 마지막 45예에서는 10.98로 약 3일 정도의 재원기간 단축을 보였다.

결론

본 연구는 단일기관의 후향적 연구 결과이지만, 향후 이러한 연구를 바탕으로 간절제술 후 경험한 다양한 합병증에 대한 다기관 연구 및 경험의 공유를 통해 생체 간이식에 있어서 공여자의 안정성을 확보하는 것이 필요 하겠다. 결론적으로 성인 생체 간이식을 위한 공여자 우간절제술을 안전하게 시행하기 위하여 수술 전 적절한 공여자를 선택하여 세심하고 안전한 간절제술 시행 및 환자 관리를 하여야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Mazzaferro V, Regalia E, Doci R, Andreola S, Pulvirenti A, Bozzetti F, et al. Liver transplantation for the treatment of small hepatocellular carcinomas in patients with cirrhosis. *N Engl J Med* 1996;334:693-9.
- 2) Moon DB, Lee SG. Liver transplantation. *Gut Liver* 2009;3:145-65.
- 3) Starzl TE, Marchioro TL, Vonkaulla KN, Hermann G, Brittain RS, Waddell WR. Homotransplantation of the liver in humans. *Surg Gynecol Obstet* 1963;117:659-76.
- 4) Hashikura Y, Makuuchi M, Kawasaki S, Matsunami H, Ikegami T, Nakazawa Y, et al. Successful living-related partial liver transplantation to an adult patient. *Lancet* 1994;343:1233-4.
- 5) Yang X, Gong J, Gong J. The value of living donor liver transplantation. *Ann Transplant* 2012;17:120-4.
- 6) Korean Network for Organ Sharing (KONOS). Annual report of transplant 2012 [Internet]. Seoul: KONOS; 2013 [cited 2013 Nov 1]. Available from: <http://www.konos.go.kr/konosis/common/bizlogic.jsp>.
- 7) Muzaale AD, Dagher NN, Montgomery RA, Taranto SE, McBride MA, Segev DL. Estimates of early death, acute liver failure, and long-term mortality among live liver donors. *Gastroenterology* 2012;142:273-80.
- 8) Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg* 2009;250:187-96.
- 9) Choi SH, Choi GH, Han DH, Choi JS, Lee WJ. Clinical feasibility of inferior right hepatic vein-preserving trisegmentectomy 5, 7, and 8 (with video). *J Gastrointest Surg* 2013;17:1153-60.
- 10) Shindoh J, Aoki T, Hasegawa K, Beck Y, Sugawara Y,

- Makuuchi M, et al. Donor hepatectomy using hanging maneuvers: Tokyo University experiences in 300 donors. *Hepatogastroenterology* 2012;59:1939-43.
- 11) Ju MK, Choi GH, Joo DJ, Hur KH, Choi J, Kim MS, et al. Use of the hilar plate looping technique for bile duct dissection in living donor liver transplantation significantly reduces recipient biliary complications. *Transplant Proc* 2010;42:4161-3.
 - 12) Cheah YL, Simpson MA, Pomposelli JJ, Pomfret EA. Incidence of death and potentially life-threatening near-miss events in living donor hepatic lobectomy: a world-wide survey. *Liver Transpl* 2013;19:499-506.
 - 13) Abecassis MM, Fisher RA, Olthoff KM, Freise CE, Rodrigo DR, Samstein B, et al. Complications of living donor hepatic lobectomy: a comprehensive report. *Am J Transplant* 2012;12:1208-17.
 - 14) Araz C, Pirat A, Unlukaplan A, Torgay A, Karakayali H, Arslan G, et al. Incidence and risk factors of intra-operative adverse events during donor lobectomy for living-donor liver transplantation: a retrospective analysis. *Exp Clin Transplant* 2012;10:125-31.
 - 15) Azoulay D, Bhangui P, Andreani P, Salloum C, Karam V, Hoti E, et al. Short- and long-term donor morbidity in right lobe living donor liver transplantation: 91 consecutive cases in a European Center. *Am J Transplant* 2011;11:101-10.
 - 16) Broering DC, Wilms C, Bok P, Fischer L, Mueller L, Hillert C, et al. Evolution of donor morbidity in living related liver transplantation: a single-center analysis of 165 cases. *Ann Surg* 2004;240:1013-24.
 - 17) Kim SJ, Na GH, Choi HJ, Yoo YK, Kim DG. Surgical outcome of right liver donors in living donor liver transplantation: single-center experience with 500 cases. *J Gastrointest Surg* 2012;16:1160-70.
 - 18) Yi NJ, Suh KS, Cho JY, Lee HW, Cho EH, Yang SH, et al. Three-quarters of right liver donors experienced postoperative complications. *Liver Transpl* 2007;13:797-806.
 - 19) Belghiti J, Liddo G, Raut V, Zappa M, Dokmak S, Vilgrain V, et al. "Inherent limitations" in donors: control matched study of consequences following a right hepatectomy for living donation and benign liver lesions. *Ann Surg* 2012;255:528-33.
 - 20) Facciuto M, Contreras-Saldivar A, Singh MK, Rocca JP, Taouli B, Oyfe I, et al. Right hepatectomy for living donation: role of remnant liver volume in predicting hepatic dysfunction and complications. *Surgery* 2013;153:619-26.
 - 21) Hsu HW, Tsang LL, Yap A, Huang TL, Chen TY, Lin TS, et al. Magnetic resonance cholangiography in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2011;92:94-9.
 - 22) Kim BW, Park YK, Xu W, Wang HJ, Lee JM, Lee K. Clinical significance of right hepatectomy along the main portal fissure on donors in living donor liver transplantation. *Transpl Int* 2012;25:1072-83.