

공여자 우측 간 절제술 중 담도 내 탐침이기를 이용한 담도 절제의 유용성

배승준 · 한대훈 · 최기홍 · 최진섭

연세대학교 의과대학 외과학교실

The Role of Bile Duct Probe for Bile Duct Division during Donor Right Hemihepatectomy

Soong June Bae, M.D., Dai Hoon Han, M.D., Gi Hong Choi, M.D. and Jin Sub Choi, M.D.

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

Background: To prevent bile duct related complications, exact division of donor bile duct is essential, not only for the recipient, but also for the donor during living donor liver transplantation. Cholangiography has been used for bile duct division during living donor right hemihepatectomy. This study was conducted to determine if bile duct probe could be used to replace cholangiography for bile duct division during living donor right hemihepatectomy.

Methods: Surgical outcomes of 234 donors with right hemihepatectomy and duct to duct biliary anastomosis in living donor liver transplantation between January 2009 and December 2014 were retrospectively analyzed. A total of 85 donors used the bile duct probe for bile duct division during the right hemihepatectomy, whereas 149 donors used cholangiography. All donors underwent preoperative magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP).

Results: The expected number of bile duct orifices based on MRCP did not differ significantly from the observed number of bile duct orifices after bile duct division (10 donors and five donors in each group were mismatched, $P=0.238$). The operation time was 384.7 minutes in the probe group, which was significantly shorter than that of the cholangiography group (400.4 minutes, $P=0.041$).

Conclusions: Bile duct probing without intraoperative cholangiography might be a feasible procedure for bile duct division during living donor hemihepatectomy.

Key Words: Liver transplantation, Bile ducts, Anastomosis, Probe, Postoperative complications

중심 단어: 간이식, 담도, 문합술, 담도 내 탐침이, 수술 후 합병증

서론

간이식은 급성 및 만성 간부전 환자의 생명을 구할 수 있는 유일한 방법이자 간세포암에서의 우수한 치료 성격으로 적용 범위가 점차 확대되고 있다(1-4). 2009년 이후 국내에서 연간 1,000예 이상의 간이식이 시행되고 있고, 최근 국내에서도 장기기증에 대한 인식이 바뀌면서 꾸준히 뇌사자 장기이식도 증가하고 있으나, 여전히 2/3 이상이 생체 간이식으로 시행되고 있으며 이 중 대부분은 공여

Received August 13, 2016
Revised October 8, 2016
Accepted November 5, 2016

Corresponding author: Jin Sub Choi

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: 82-2-2228-2122, Fax: 82-2-2313-8289
E-mail: choi5491@yuhs.ac

자 우측 간 절제술을 통하여 장기를 획득하게 된다(5,6).

최근 성인 생체 간이식에서의 담도 문합은 담도-장 문합술과 비교하여 생리적인 경로가 유지되고 담도에 대해 진단이나 치료 목적의 내시경적 접근이 가능하며, 수술 시간이 더 적게 소요되는 담도-담도 문합이 선호되고 있다(7-11). 하지만, 담도는 두꺼운 글리슨(Glisson) 피막 내에 한 단위를 형성하고 있어 수술 중 실제의 해부학적 구조를 파악하는 것이 매우 어려워 간 공여자의 우측 간 절제술 시 정확한 위치에서 담도를 절제하기 위한 여러 가지 방법들이 사용되고 있다. 수술 중 담관 조영술(intraoperative cholangiography)을 사용하는 것이 가장 흔하게 사용되는 방법이나, 술식에 걸리는 시간이 길고 2차원적인 영상으로 표현되는 수술 중 담도 조영술이 담도의 깊이 및 각도에 대한 3차원적인 정보를 충분히 반영할 수 없다는 단점이 있어 본원에서는 2012년 이후 담도 내 탐침이기(probe)를 이용하여 술자의 시각 및 촉각에 의한 정보를 통하여 담도 절제 위치를 결정하고 있다(12-14).

이에 본 연구에서는 최근 6년간 본원에서 시행된 공여자의 우측 간 절제술에서 수술 중 담관 조영술을 시행한 환자군과 담도 내 탐침이기를 이용한 환자들의 담도 절제 후 개구되는 담도 수 및 수술 후 공여자에서 발생하는 담도 관련 합병증을 비교하여 담도 내 탐침이기 술기의 유용성을 알아보려고 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 방법

2009년 1월부터 2014년 12월까지 본원에서 생체 간이식을 위해 우측 간 절제술을 시행 받은 234명의 공여자들을 대상으로 하여 의무기록을 바탕으로 후향적 분석을 하였다. 이 중에서 담도 절제면을 결정할 때 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹은 2012년 6월부터 2014년 12월까지 우측 간 절제술을 시행한 85명의 공여자가 속하였고, 수술 중 담관 조영술을 사용한 그룹은 2009년 1월부터 2013년 2월까지 우측 간 절제술을 시행한 149명의 환자가 속하였다.

공여자의 담도 합병증 발생과 관련한 인자를 파악하기 위하여 환자들의 성별, 나이, 신체질량지수(body mass index, BMI), 이식편대비 수혜자 체중분율(graft versus recipient weight ratio, GRWR), 수술 시간, 공여자 담도 절제 시 개구되는 담도구(bile duct orifice)의 수를 조사하였다. 담도구의 경우 수술 전 자기공명 췌담관조영술(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)을 시행하여 수술 시 절단면에서의 담도구 수를 예측하여 조사하였다.

MRCP에서 나타난 담도의 해부학적 구조가 Couinaud 분류에 따랐을 때 가장 일반적인 형태인 type A인 경우, 우측관이 총담관에서 분지하는 지점에서부터 우측 전방 간관, 우측 후방 간관으로 분지하는 거리가 짧더라도 개구되는 담도구의 수는 하나일 것으로 예측하였다. 반면 세 담관이 합류하는 형태인 type B, 우측 전방 간관이 총담관으로 합류하는 형태인 type C1, 우측 후방 간관이 총담관으로 합류하는 형태인 type C2, 우측 전방 간관이 좌간관으로 합류하는 형태인 type D1, 우측 후방 간관이 좌간관으로 합류하는 형태인 type D2는 2개로 나올 것으로 예측하였다. 또한, 간담관의 합류 형태가 없는 type E1, type E2 및 우측관 없이 우측 후방 간관이 담낭관으로 합류하는 type F의 경우도 다수의 담도구가 개구될 것으로 예측하였다(15). 의무기록을 참조하여 실제 수술 중 나온 담도구 수와 비교해 보았다.

통계분석은 SPSS ver. 22 (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 연속형 변수는 독립 t-test을 통하여 비교하였고, 범주형 변수의 비교는 chi-square test 또는 Fisher exact test를 이용하였으며, *P* 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

2. 공여자 수술 방법

공여자 우측 간 절제술은 우측 늑골 하연 절개창을 통한 간생검 후 동결절편 조직검사서 지방간 정도를 확인한 후 수술 진행 여부를 최종 결정하였다. 수술이 결정되면 상복부 정중 절개로 절개창을 확장한 후 일반적인 우측 절제술과 같은 방법으로 술식을 시행하였다. 우선 간을 주변 장기로부터 유동화(mobilization)한 후 우간정맥과 중간간정맥 사이에 silastic drain을 이용하여 현수 기법(hanging maneuver)을 시행하였다. 담낭 절제술 후 우측 간문부의 글리슨 피막을 박리하여 우간동맥 및 우간문맥을 개별적으로 박리하여 확인한 후 우측 간문부판의 전면부와 후면부 간실질에 작은 절개창을 가한 후 이를 통하여 글리슨지를 박리하지 않은 상태로 간관 주변 혈관을 최대한 보존하여 우간관을 확인하였다. 이후 우간동맥 및 우간문맥의 혈류를 일시적으로 차단한 후 간실질의 색 변화를 통하여 절제 경계를 정하고, 간 초음파를 이용하여 중간 정맥의 주행 방향 및 제5 분절 및 제8 분절로부터 중간 정맥으로 유입되는 간정맥을 확인한 후 중간 정맥의 우연을 따라 간실질을 절제하였다. 정교한 절제를 하기 위하여 초음파 박리기(cavitron ultrasonic aspirator, CUSA, Cavitron, York, PA, USA)를 이용하여 간실질을 절제하였다. 중간 정맥까지 모두 절단하고 간실질이 거의 절제가 되어 우측 글리슨

지 주변까지 도달하게 되면 담도 절제부를 확인하여 담도를 절제하게 된다. 이때 수술 중 담관 조영술을 시행할 경우 우간관 분지 부위 주변에 금속 클립을 고정한 후 담낭관을 통하여 담관 조영술을 시행한 후 영상에서 클립의 위치와 담도 절제부의 거리 및 위치 등을 확인하여 절제부를 결정한다. 반면 담도 내 탐침이기를 이용한 담도 절제부 결정을 할 때에는 담낭관을 통하여 담도 내 탐침이기를 삽입하여 총간관에서 우간관이 분지되는 지점과 우간관이 우측 전방 간관과 우측 후방 간관으로 분지되는 지점을 시각 및 촉각으로 확인하고, 총간관으로부터 우간관이 분지되는 지점과 좌측 간관이 분지되는 지점을 확인한 후 담도 절제면을 결정하였다(Fig. 1). 두 경우 모두 담도 절제 후 좌간관 폐쇄를 위한 연속 봉합 후 담관이 좁아지는 것을 예방하기 위해 우간관이 좌간관에 분지되는 기점으로부터 최소 3 mm의 거리를 두고 담도 절제를 시행하였다. 이후 이식편 적출 시 혈전 생성 예방을 위하여 헤파린을 70 mg/kg로 정주 한 후 3분이 경과된 시점에 간동맥, 간문맥, 우간정맥을 절단하여 이식편을 적출하였다. 담도를 절제한 뒤 공여자의 담도 절제면은 비흡수성 단일 섬유 봉합사로 봉합하였다.

결 과

1. 대상 환자 분석

담도 내 탐침이기만을 사용한 그룹과 수술 중 담관 조영술을 시행한 그룹의 환자들 간의 성별, 연령, BMI 등 공여자의 기본적인 특성은 두 그룹 간에 유의한 차이는 없었다. GRWR은 수술 중 담관 조영술을 시행한 그룹에서 담

도 내 탐침이기만을 사용한 그룹보다 유의하게 높았다 (1.25 ± 0.28 vs. 1.17 ± 0.29 , $P=0.033$). 수술 시간은 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹에서는 384.71 ± 54.24 분, 수술 중 담관 조영술을 사용한 그룹에서는 400.38 ± 57.34 분으로 담관 조영술을 사용한 그룹이 유의하게 길었다($P=0.041$) (Table 1).

2. 담도구의 수

수술 전 시행한 MRCP에서 예상되는 담도구의 수를 비교해 보았다. 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹에서 담도구의 수가 하나인 경우는 51명(60.0%), 두 개 이상인 경우는 34명(40.0%)이었으며 수술 중 담관 조영술을 사용한 그룹

Table 1. Clinical feature of the donors

Variable	Operative cholangiography group	Probe only group	P-value
Sex			0.766
Male	101 (67.8)	56 (65.9)	
Female	48 (32.2)	29 (34.1)	
Age (yr)	31.77 ± 10.77	30.58 ± 10.78	0.418
BMI (kg/m^2)	22.66 ± 2.47	22.28 ± 2.23	0.236
GRWR (%)	1.25 ± 0.28	1.17 ± 0.29	0.033
Preoperative bile duct no. (MRCP)			0.049
Single	108 (72.5)	51 (60.0)	
Multiple	41 (27.5)	34 (40.0)	
Operative time (min)	400.38 ± 57.34	384.71 ± 54.24	0.041

Data are presented as number (%) or mean \pm SD. Abbreviations: BMI, body mass index; GRWR, graft recipient weight ratio; MRCP, magnetic resonance cholangiopancreatography.

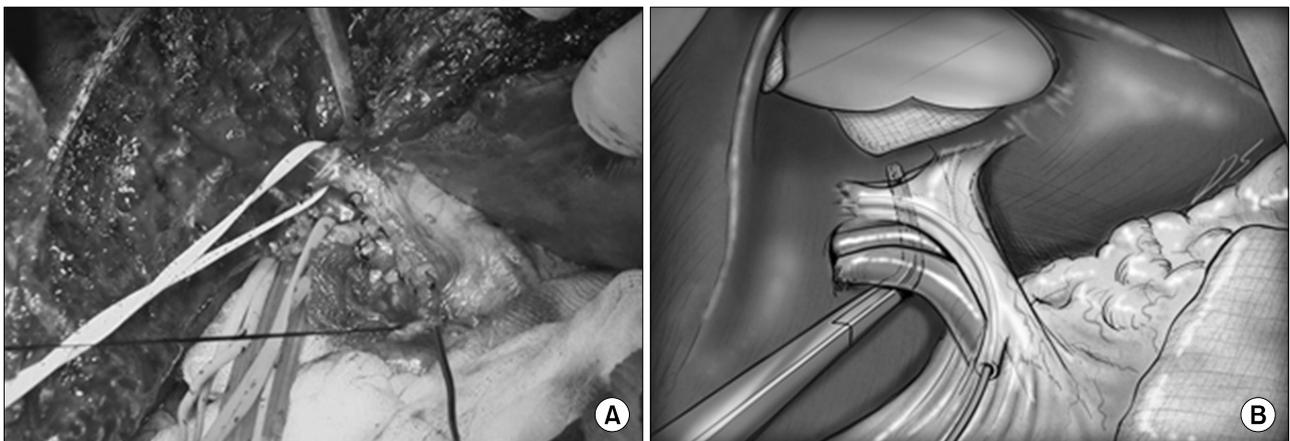


Fig. 1. (A) Intraoperative view and (B) schematic view of bile duct probing method during donor right hemihepatectomy. The operator can decide the resection plan by tactile sensation under the direct vision using probing method.

Table 2. Expected the number of bile duct orifice at magnetic resonance cholangiopancreatography

	Operative cholangiography	Probing method
Single opening	104 (69.8)	49 (57.6)
Multiple openings	45 (30.2)	36 (42.4)
<i>P</i> -value	0.060	

Data are presented as number (%).

에서 담도구의 수가 하나인 경우는 108명(72.5%), 두 개 이상인 경우는 41명(27.5%)으로 수술 중 담관 조영술을 시행한 그룹에서 통계적으로 유의하게 담도구 수가 하나인 경우가 많았다($P=0.049$) (Table 2). MRCP에서 예상되었던 담도구의 수와 수술장에서 보였던 담도구의 수가 차이가 난 경우는 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹과 수술 중 담관 조영술을 사용한 그룹에서 각각 5명씩으로 두 그룹 간의 유의한 차이가 없었다($P=0.060$) (Table 3).

3. 담도 합병증에 대한 분석

수술 후 담도 관련 합병증이 생긴 공여자는 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹에서 1명, 수술 중 담관 조영술을 시행한 그룹에 각각 1명씩 있었으며 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($P=0.284$). 담도 내 탐침이기를 사용한 그룹의 환자에서는 담도 절제 후 봉합하였던 좌간 절단면에서 담즙 누출이 있었으며 이후 역행성 담도 내시경을 통한 내시경 담도 배액관 삽입 후 증상이 호전되었다. 수술 중 담관 조영술을 시행한 그룹에서는 절단면 가까이에서 담도의 협착이 발생하여 경피 담도 배액관 삽입 후 경과 호전되었다.

고 찰

성인 생체 간이식을 위한 공여자 우간 절제술에서 담도 절제는 작은 실수만으로도 공여자 및 수여자에게 중대한 문제를 일으킬 수 있는 매우 중요한 단계이다(16). 수술 후 남게 될 좌측 간에 가깝게 담도를 절제하면 담도구가 하나 또는 적은 수로 개구할 가능성이 높아지나, 좌측 간관에 너무 가깝게 절제될 경우 공여자의 담도 협착을 유발할 수 있게 된다. 반면, 우측 간관에 가깝게 담도를 절제하게 되면 담도구가 다수가 되어 담도-담도 문합이 어려워지고, 문합 후 담도 관련 합병증이 발생할 가능성이 높아질 수 있다(17). 담도는 해당 간동맥, 간문맥과 함께 두꺼운 글리슨 피막 내에 한 단위를 형성하고 있어 수술 중 실제

Table 3. Number of opening bile duct orifice after bile duct division

	Operative cholangiography	Probing method
Match	144 (96.6)	80 (94.1)
Unmatched	5 (3.4)	5 (5.9)
<i>P</i> -value	0.503	

Data are presented as number (%).

의 해부학적 구조를 파악하는 것이 매우 어려우며, 특히 절제 부위인 간문부의 1차 분지 내에는 간문맥, 간동맥, 담도들의 해부학적 변이가 심하기 때문에 절제면을 정하기 쉽지 않다(18). 따라서 정확한 담도 절제를 위하여 수술 중 담관 조영술, 실시간 담관 조영술, 수술 중 형광물질을 이용한 담관 조영술(fluorescent imaging technique), 담도 내 탐침이기를 이용한 담도 절제 등의 다양한 방법이 사용되고 있다(19-22).

본 연구에서 수술 전 MRCP에서 단일 담도구가 나올 것으로 예상된 공여자는 수술 중 담관 조영술을 시행하였던 149명의 환자 중 108명(72.5%)으로 담도 지침기만을 사용한 85명의 환자 중 49명(60.0%)보다 통계적으로 유의하게 많았는데, 이는 생체 간이식의 경험이 쌓임에 따라 공여자의 선택 기준이 확대되었기 때문으로 보인다. 이 중 수술 전 시행한 MRCP에서 예상되었던 절제면에서의 담도구 수와 실제 담도구 수가 일치하지 않았던 환자는 각각 5명으로 두 군 간의 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 10명의 환자 모두 예상되었던 담도구 수보다 개구된 담도구의 수가 많았다. 10명의 환자는 모두 총간관으로부터 우간관이 분지한 후 우측 전후 간관이 분지하는 부위까지의 거리가 상대적으로 짧았던 환자들이었다. 이 10명의 환자에서 공여자에게 남은 좌측간과 가깝게 담도가 절제되어 공여자에게 문제가 된 경우는 없었다.

담관 조영술의 경우 담도 절제면을 영상검사를 통해 확인 후 절제할 수 있다는 장점이 있지만, 2차원적인 평면 구조만을 알 수 있어 실제 담도 절제 시 오차가 발생할 수 있다는 문제가 있고, 수술 시간을 지연시킨다는 단점이 있다. 반면, 담도 내 탐침이기는 좌우간관이 분지되는 지점을 탐침을 통한 술자의 촉각과 시각 정보를 통하여 담도면을 절제할 수 있기 때문에 정확한 절제 위치를 결정할 수 있고 수술 시간을 단축할 수 있다는 장점이 있다(23). 특히, 공여자의 담도의 해부학적 구조가 Couinaud type A인 경우, 수술 중 담관 조영술 없이 담도 내 탐침이기로

도 충분히 담도 절제면을 결정할 수 있을 것이다.

하지만, 담낭관과 총담관의 합류부의 해부학적 구조에 따라 담도 내 탐침이기를 사용하기 어려운 기술적인 단점과 복잡한 우간관 분지의 경우 담도 내 탐침이기로만 절제면을 결정하기 어려운 경우도 존재한다. 해부학적으로 1% 미만에서 담낭관이 없는 것으로 알려져 있고, 5% 정도에서 담낭관이 총담관 뒤를 돌아 총담관의 내측면으로 들어가는 경우가 있으며, 20% 정도에서 담낭관이 총간동맥과 나란히 주행하면서 총담관의 아래쪽에서 급격한 각도로 만나게 된다(24). 이 중 담낭관과 총담관이 급격한 각도를 이루어 합류될 경우 담낭관을 총간관으로부터 최대한 박리하여 합류 각도를 직각에 가깝게 하고 수술장에서 간원인대 및 십이지장의 견인 및 이완을 통하여 총담관과 담낭관의 합류 각도를 조정할 경우 대부분 담도 내 탐침이기로 담도 내부를 확인할 수 있겠으나, 여전히 일부의 환자들에서는 담도 내 탐침이기를 사용하기 어려운 경우가 있다(25,26). 또한, 우간관의 분지가 매우 복잡할 경우 담도 내 탐침이기로 좌간관과 총간관으로부터 우간관이 분지되는 모든 위치를 확인하는 것이 어려운 경우가 있다. Couinaud type C1, C2, D1, D2일 경우 수술 전 시행한 MRCP만으로도 개구되는 담도구의 수가 2개일 것을 예상할 수 있겠으나, 세 담관이 합류되는 type B나 우간관의 길이가 짧은 type A에서는 수술 전 검사나 담도 내 탐침이기로 담도 절제면을 결정하기 쉽지 않아 수술 중 담관 조영술을 하는 것이 도움이 될 것이다(15). 따라서 수술 전 MRCP를 통한 담도의 해부학적 구조를 예상하여 우간관의 분지가 복잡하거나 담도 내 탐침이기가 적용이술 중에 어려운 경우 수술 중 담관 조영술을 이용하여 담도 절제를 결정하여야 할 것이다(27).

본 연구는 단일 기관의 후향적 연구 결과라는 한계점이 있지만, 향후 이러한 연구를 바탕으로 공여자 간 절제술의 안정성을 확보하고 술기를 단순화하는 노력이 필요할 것이다.

결론

간이식을 위한 공여자 우측 간 절제술 시 수술 전 MRCP로 담관의 구조를 확인한 후 수술 중 담도 내 탐침이기를 이용하여 담도의 절제면을 결정하는 것은 정확한 절제면을 결정할 수 있게 해주고 수술 시간을 단축시킬 수 있다는 장점이 있으므로, 수술 중 담관 조영술과 상호 보완적으로 사용하면 안전하고 정확한 담도 절제가 가능하다.

감사의 글

Fig. 1B의 수술 중 담도 내 지침기 사용과 관련한 모식도를 작업해주신 연세대학교 연구부 그래픽 지원실 장동수 선생님께 깊은 감사를 드립니다.

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) Murray KF, Carithers RL Jr, Aasld. AASLD practice guidelines: evaluation of the patient for liver transplantation. *Hepatology* 2005;41:1407-32.
- 4) Vitale A, Morales RR, Zanusi G, Farinati F, Burra P, Angeli P, et al. Barcelona Clinic Liver Cancer staging and transplant survival benefit for patients with hepatocellular carcinoma: a multicentre, cohort study. *Lancet Oncol* 2011;12:654-62.
- 5) Imamura H, Makuuchi M, Sakamoto Y, Sugawara Y, Sano K, Nakayama A, et al. Anatomical keys and pitfalls in living donor liver transplantation. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2000;7:380-94.
- 6) Sugawara Y, Makuuchi M, Sano K, Ohkubo T, Kaneko J, Takayama T. Duct-to-duct biliary reconstruction in living-related liver transplantation. *Transplantation* 2002;73: 1348-50.
- 7) Akamatsu N, Sugawara Y, Hashimoto D. Biliary reconstruction, its complications and management of biliary complications after adult liver transplantation: a systematic review of the incidence, risk factors and outcome. *Transpl Int* 2011;24:379-92.
- 8) Bak T, Wachs M, Trotter J, Everson G, Trouillot T, Kugelmas M, et al. Adult-to-adult living donor liver transplantation using right-lobe grafts: results and lessons learned from a single-center experience. *Liver Transpl* 2001;7:680-6.
- 9) Duailibi DF, Ribeiro MA Jr. Biliary complications following deceased and living donor liver transplantation: a review. *Transplant Proc* 2010;42:517-20.
- 10) Wachs ME, Bak TE, Karrer FM, Everson GT, Shrestha R, Trouillot TE, et al. Adult living donor liver transplantation using a right hepatic lobe. *Transplantation* 1998;66:1313-6.
- 11) Zimmerman MA, Baker T, Goodrich NP, Freise C, Hong JC, Kumer S, et al. Development, management, and resolution of biliary complications after living and deceased donor liver transplantation: a report from the adult-to-adult

- living donor liver transplantation cohort study consortium. *Liver Transpl* 2013;19:259-67.
- 12) Soejima Y, Fukuhara T, Morita K, Yoshizumi T, Ikegami T, Yamashita Y, et al. A simple hilar dissection technique preserving maximum blood supply to the bile duct in living donor liver transplantation. *Transplantation* 2008;86:1468-9.
 - 13) Takatsuki M, Eguchi S, Tokai H, Hidaka M, Soyama A, Tajima Y, et al. A secured technique for bile duct division during living donor right hepatectomy. *Liver Transpl* 2006;12:1435-6.
 - 14) Testa G, Malago M, Porubsky M, Marinov M, Sankary H, Oberholzer J, et al. Hilar early division of the hepatic duct in living donor right hepatectomy: the probe-and-clamp technique. *Liver Transpl* 2006;12:1337-41.
 - 15) Couinaud C. Liver anatomy: portal (and suprahepatic) or biliary segmentation. *Dig Surg* 1999;16:459-67.
 - 16) Chok KS, Lo CM. Biliary complications in right lobe living donor liver transplantation. *Hepatol Int* 2016;10:553-8.
 - 17) Chok KS, Lo CM. Prevention and management of biliary anastomotic stricture in right-lobe living-donor liver transplantation. *J Gastroenterol Hepatol* 2014;29:1756-63.
 - 18) Hwang S, Lee SG, Sung KB, Park KM, Kim KH, Ahn CS, et al. Long-term incidence, risk factors, and management of biliary complications after adult living donor liver transplantation. *Liver Transpl* 2006;12:831-8.
 - 19) Dulundu E, Sugawara Y, Sano K, Kishi Y, Akamatsu N, Kaneko J, et al. Duct-to-duct biliary reconstruction in adult living-donor liver transplantation. *Transplantation* 2004;78:574-9.
 - 20) Ishiko T, Egawa H, Kasahara M, Nakamura T, Oike F, Kaihara S, et al. Duct-to-duct biliary reconstruction in living donor liver transplantation utilizing right lobe graft. *Ann Surg* 2002;236:235-40.
 - 21) Lee KW, Joh JW, Kim SJ, Choi SH, Heo JS, Lee HH, et al. High hilar dissection: new technique to reduce biliary complication in living donor liver transplantation. *Liver Transpl* 2004;10:1158-62.
 - 22) Sultan AM, Salah T, Elshobary MM, Fathy OM, Elghawalby AN, Yassen AM, et al. Biliary complications in living donor right hepatectomy are affected by the method of bile duct division. *Liver Transpl* 2014;20:1393-401.
 - 23) Pagano D, Cintonino D, Li Petri S, Paci M, Tropea A, Ricotta C, et al. Intra-operative contrast cholangiography in living donor liver transplantation: the ISMETT experience. *Transplant Proc* 2015;47:2159-60.
 - 24) Turner MA, Fulcher AS. The cystic duct: normal anatomy and disease processes. *Radiographics* 2001;21:3-22.
 - 25) Radtke A, Sgourakis G, Sotiropoulos GC, Molmenti EP, Nadalin S, Fouzas I, et al. Hepatic hilar and sectorial vascular and biliary anatomy in right graft adult live liver donor transplantation. *Transplant Proc* 2008;40:3147-50.
 - 26) Talpur KA, Laghari AA, Yousfani SA, Malik AM, Memon AI, Khan SA. Anatomical variations and congenital anomalies of extra hepatic biliary system encountered during laparoscopic cholecystectomy. *J Pak Med Assoc* 2010;60:89-93.
 - 27) Lee Y, Kim SY, Kim KW, Lee SS, Park SH, Byun JH, et al. Contrast-enhanced MR cholangiography with Gd-EOB-DTPA for preoperative biliary mapping: correlation with intraoperative cholangiography. *Acta Radiol* 2015;56:773-81.