

# 心脏死亡供者肝移植受者胆道并发症 风险因素分析

俞 军<sup>1</sup>, 谢尚奋<sup>1,2</sup>, 夏伟良<sup>1</sup>, 程龙宇<sup>1</sup>, 张 武<sup>1</sup>, 俞松峰<sup>1</sup>, 张 珉<sup>1</sup>, 郑树森<sup>1</sup>

1. 浙江大学医学院附属第一医院肝胆胰外科 卫生部多器官联合移植研究重点实验室  
浙江省器官移植重点研究实验室, 浙江 杭州 310003
2. 浙江大学宁波医院 宁波市第一医院, 浙江 宁波 315010

**[摘要]** 目的:分析心脏死亡器官捐献(DCD)肝移植受者术后胆道并发症发生的高危因素。方法:收集浙江大学医学院附属第一医院2010年10月—2013年10月施行的109例DCD肝移植手术的临床资料,回顾分析供者因素对受者胆道并发症的影响。结果:109例DCD肝移植受者术后共24例发生胆道并发症,发生率为22.0%。单因素分析显示胆道并发症组与对照组间的热缺血时间( $P < 0.001$ )及ICU住院天数( $P = 0.013$ )差异均有统计学意义;ABO血型是否相容差异无统计学意义( $P > 0.05$ );使用升压药及患者脂肪肝有增加术后胆道并发症的趋势。多因素分析显示热缺血时间( $P = 0.001$ ,  $OR = 1.328$ , 95%可信区间为1.124~1.526)和ICU住院天数( $P = 0.012$ ,  $OR = 0.840$ , 95%可信区间为0.732~0.963)是术后胆道并发症的独立危险因素。结论:胆道并发症仍然是DCD肝移植术后的主要难题,热缺血时间和ICU治疗是受者术后胆道并发症的独立危险因素。在供肝紧缺的情况下,使用ABO血型不相容的供肝不失为拯救生命的有效方法。

**[关键词]** 胆道疾病/预防和控制;胆道疾病/病因学;肝移植/副作用;手术后并发症;组织供者;回顾性研究

**[中图分类号]** R657.3 **[文献标志码]** A

## Risk factors of biliary complications after liver transplantation from donation after cardiac death

YU Jun<sup>1</sup>, XIE Shang-fen<sup>1,2</sup>, XIA Wei-liang<sup>1</sup>, CHENG Long-yu<sup>1</sup>, ZHANG Wu<sup>1</sup>, YU Song-feng<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>1</sup>, ZHENG Shu-sen<sup>1</sup> (1. Division of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Department of Surgery, First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine; Key Laboratory of Combined Multi-organ Transplantation, Ministry of Health; Key Laboratory of Organ Transplantation, Zhejiang Province, Hangzhou 310003, China; 2. Ningbo Hospital of Zhejiang University; Ningbo First Hospital, Ningbo 315010, China)

收稿日期:2014-07-27 接受日期:2014-10-07

基金项目:2012—2014年中国肝脏移植注册网资助项目(SPMS1069)。

作者简介:俞 军(1972—),男,博士,副主任医师,从事肝移植及肝胆胰外科临床工作,E-mail: dryujun@gmail.com

通讯作者:郑树森(1950—),男,博士,主任医师,教授,博士生导师,从事肝移植及肝胆胰外科工作;E-mail: shusenzheng@zju.edu.cn

Corresponding author: ZHENG Shu-sen, E-mail: shusenzheng@zju.edu.cn

**[Abstract]** **Objective:** To analyze the risk factors for biliary complications of liver transplantation from donation after cardiac death (DCD). **Methods:** Clinical data of 109 patients undergoing liver transplantation from DCD in First Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine from October 2010 to October 2013 were studied retrospectively. The risk factors of biliary complications following DCD liver transplantation were analyzed. **Results:** Twenty-four (22%) patients developed biliary complications after DCD liver transplantation. Univariate analysis showed that biliary complications were associated with warm ischemia time ( $P < 0.001$ ) and length of ICU stay ( $P = 0.013$ ), but not associated with ABO blood types match ( $P > 0.05$ ). Administration of inotropic agents and fatty liver increased the trend of biliary complications. Multivariate analysis demonstrated that warm ischemia time and length of ICU stay were independent risk factors for predicting biliary complications. **Conclusion:** Warm ischemia time and days of ICU stay are independent risk factors for predicting biliary complications after DCD liver transplantation.

**[Key words]** Biliary tract diseases/prevention & control; Biliary tract diseases/etiology; Liver transplantation/adverse effects; Postoperative complications; Tissue donors; Retrospective studies

[J Zhejiang Univ (Medical Sci), 2014, 43(6):664-669.]

肝移植是治疗终末期肝病的有效方法。尽管目前肝移植在手术技术以及围手术期处理上已基本成熟,但是肝移植术后胆道并发症(biliary complication)的发生率达10%~30%<sup>[1-4]</sup>,严重时造成移植肝无功能和受者死亡。而使用心脏死亡器官捐献(donation after cardiac death, DCD)供肝的肝移植术后胆道并发症发生率比采用脑死亡器官捐献供肝的肝移植更高,达25%~60%<sup>[5-8]</sup>,严重影响DCD肝移植受者的预后。有文献报道显示,供者因素与受者移植后胆道并发症发生率存在一定关系。为进一步加深对DCD肝移植术后胆道并发症的认识,我们对109例DCD肝移植受者临床资料进行回顾性分析,寻找与术后胆道并发症相关的供者危险因素。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象资料

收集浙江大学医学院附属第一医院2010年10月—2013年10月施行的109例DCD肝移植手术的临床资料。手术方式均采用改良背驮式肝移植术,胆道缝合方式均为端端吻合,采用6-0 Prolene线行前壁间断、后壁连续的缝合方式。供

者男性87例,女性22例,平均年龄( $33.64 \pm 14.42$ )岁(4~60岁)。供者死亡原因包括外伤67例、脑血管意外30例、窒息5例、其他原因7例。供者乙肝表面抗原阳性者8例,阴性者101例。接受乙肝表面抗原阳性供肝受者术后均予抗病毒治疗。19例供受者ABO血型不相容,术后予常规免疫抑制剂治疗。肝移植受者手术平均出血量为( $1977 \pm 1771$ )ml。排除标准:术后3d内死亡的病例;术前已知存在原发性硬化性胆管炎、胆汁性肝硬化等胆道疾病者;病历资料不完整者。

### 1.2 胆道并发症诊断标准<sup>[9]</sup>

(1)胆漏:患者有腹痛,同时可有腹肌紧张、反跳痛等腹膜炎体征,可有发热,有时伴肠梗阻症状。术后引流管引流出胆汁样液体,总胆红素升高或者经皮经肝胆道造影(percutaneous transhepatic cholangiography, PTC)、内镜逆行胰胆管造影(endoscopic retrograde cholangio-pancreatography, ERCP)等检查显示造影剂从胆管处渗漏入腹腔。

(2)胆管狭窄:短期内出现黄疸,以梗阻性黄疸为主要特征,伴有肝功能损害,氨基转移酶、胆红素升高,同时经磁共振胰胆管造影(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)、ERCP

或 PTC 行胆道造影发现肝内外胆管内充盈缺损或狭窄。

(3)胆道结石:患者有腹痛及黄疸,多普勒超声、CT、MRCP 等影像学检查发现有结石的征象,或者经 ERCP、经皮经肝胆管引流术(percutaneous transhepatic cholangial drainage, PTCD)行胆道造影发现或者引流管中引出结石。

(4)胆道出血:术后 PTCD 管引出血性液体或有上消化道出血症状,经胃镜或 ERCP 排除上消化道其他部位出血。

### 1.3 统计学分析

将符合胆道并发症诊断标准的患者纳入患者组,其余患者纳入对照组,分别统计两组病例的供者指标。使用 SPSS 16.0 统计软件进行分析。计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )或中位数( $M$ )表示,先进行 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验,符合正态分布者采用两独立样本  $t$  检验,不符合者用两独立样本 Wilcoxon 秩和检验。计数资料组间比较采用  $\chi^2$  检验,不满足  $\chi^2$  检验条件者用 Fisher 确切概率法。再将所有上述指标纳入 Stepwise logistic 多因素回归分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 肝移植受者胆道并发症发生情况及转归

109 例 DCD 肝移植受者术后均得到随访,胆道并发症共 24 例,发生率为 22.0%,包括 21 例无胆漏的肝内外胆管狭窄(16 例吻合口狭窄和 5 例非吻合口狭窄)、2 例胆漏、1 例无胆漏或胆管狭窄的胆道结石。胆道并发症总体发生的中位时

间为术后 22 d,见表 1。

表 1 肝移植受者胆道并发症类型及发生时间

Table 1 The types and occurrence time of biliary complications

类型	<i>n</i>	构成比(%)	发生时间 [min ~ max( <i>M</i> ), d]
吻合口狭窄	16	66.67	6 ~ 193(22)
非吻合口狭窄	5	20.83	13 ~ 339(31)
胆漏	2	8.33	7 ~ 18(12.5)
胆道结石	1	4.17	93
总计	24	100	6 ~ 339(22)

24 例胆道并发症患者中 2 例胆漏患者未行二次手术处理,经充分引流治疗后胆漏自愈;其中 1 例合并发生肝动脉出血,予肝动脉栓塞处理。1 例胆道结石患者无明显症状,未处理。21 例胆道狭窄患者中 4 例吻合口狭窄患者予行 ERCP 放置支架处理,均取得良好疗效,肝功能恢复,存活良好;其余因狭窄程度不严重,暂未处理。未出现因胆道并发症导致死亡的病例。

### 2.2 肝移植受者胆道并发症发生危险因素单因素分析

两组供者 ICU 住院时间和热缺血时间差异有统计学意义,见表 2、表 3。

供者性别、是否感染乙肝病毒和使用升压药、死亡原因、脂肪肝程度、ABO 血型是否相容等指标在两组间差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。见表 4。

### 2.3 肝移植受者发生胆道并发症危险因素多因素分析

将上述所有指标纳入 Stepwise logistic 多因素

表 2 两组呈非正态分布的计量资料比较

Table 2 Comparison of measurement data of non-normal distribution

[ <i>M</i> (平均秩次)]					
组别	<i>n</i>	身高(cm)	体质量(kg)	体质量指数(kg/cm <sup>2</sup> )	ICU 住院时间
胆道并发症组	24	166.00(55.71)	59.10(53.31)	21.36(51.81)	5.63(40.96)
对照组	25	163.48(54.80)	58.25(55.48)	21.34(55.90)	9.23(58.96)
统计值		-0.125	-0.298	-0.561	-2.471
<i>P</i> 值		0.901	0.766	0.575	0.013

  

血液生化检验指标						
组别	<i>n</i>	PT(s)	ALT(U/L)	AST(U/L)	TB( $\mu$ mol/L)	ALB(g/L)
胆道并发症组	24	14.60(55.68)	88.75(60.10)	106.83(58.65)	17.33(59.48)	30.60(53.42)
对照组	25	14.76(52.60)	59.54(53.56)	98.06(53.97)	17.21(53.74)	32.05(55.45)
统计值		-0.421	-0.896	-0.640	-0.786	-0.278
<i>P</i> 值		0.674	0.37	0.522	0.432	0.781

PT:血小板;ALT:谷丙转氨酶;AST:谷草转氨酶;TB:总胆红素;ALB:白蛋白。

表3 两组呈正态分布的计量资料比较

Table 3 Comparison of measurement data of normal distribution

组别	n	年龄(岁)	$(\bar{x} \pm s)$	
			热缺血时间 (min)	冷缺血时间 (min)
胆道并发症组	24	34.58 ± 12.52	13.46 ± 5.89	525.38 ± 197.00
对照组	85	33.40 ± 14.97	9.24 ± 4.15	561.24 ± 223.20
统计值		-0.361	0.032	0.556
P 值		0.719	<0.001	0.478

表4 两组计数资料比较

Table 4 Comparison of enumeration data

指标	胆道并发症组	对照组	统计值	P 值
性别 男性	8	70	2.766	0.096
女性	16	15		
乙肝病毒 阳性	1	7	0.456	0.682
阴性	23	78		
升压药使用 是	23	69	3.054	0.112
否	1	16		
脂肪肝 无或轻度	22	82	0.987	0.303
中重度	2	3		
死亡原因 外伤	16	51	1.821	0.610
脑血管意外	7	23		
窒息	0	5		
其他	1	6		
ABO 血型 相容	21	69	1.337	0.351
不相容	3	16		

回归分析,结果显示热缺血时间、ICU 住院时间与 DCD 肝移植术后胆道并发症的发生有密切关系,

热缺血时间( $P=0.001$ ,  $OR=1.328$ , 95% 可信区间为 1.124 ~ 1.526)和 ICU 住院时间( $P=0.012$ ,  $OR=0.840$ , 95% 可信区间为 0.732 ~ 0.963)是胆道并发症的独立危险因素。见表 5。

3 讨论

我国每年大约有 30 万等待肝移植治疗的终末期肝病患者。供肝短缺是限制肝移植手术开展的最主要因素。近年来,DCD 肝移植数量明显增加,DCD 成为拓展肝脏捐献来源的重要途径。但 DCD 肝移植术后高胆道并发症发生率严重影响肝移植受者预后。因此,分析 DCD 肝移植术后胆道并发症发生的高危因素,评估和预测术后胆道并发症的发生对临床防治并降低胆道并发症有重要意义。

本研究 109 例 DCD 肝移植受者中 24 例发生胆道并发症,发生率为 22%,与文献报道一致<sup>[5-8]</sup>。资料分析显示供肝热缺血时间、供者 ICU 住院时间与受者胆道并发症的发生存在密切关系;热缺血因素是影响 DCD 肝移植预后的独立危险因素,ICU 治疗是 DCD 肝移植术后胆道并发症的一个保护因素;ABO 血型不相容以及不同供者死亡原因的 DCD 肝移植不会显著增加受者胆道并发症风险。

既往研究认为,供肝较长的冷、热缺血时间可加重胆道上皮的损伤,无肝期结束后的缺血再灌

表5 发生胆道并发症危险因素的 Stepwise logistic 回归分析

Table 5 Multiple logistic regression analysis of risk factors of biliary complications

危险因素	回归系数	标准误	$\chi^2$ 值	P 值	OR 值(95%可信区间)
性别	1.004	0.743	1.826	0.177	2.728 (0.636 ~ 11.697)
年龄	-0.002	0.029	0.004	0.950	0.998 (0.944 ~ 1.056)
死亡原因	-0.761	0.503	2.289	0.130	0.467 (0.174 ~ 1.252)
供者 ICU 住院时间	-0.175	0.070	6.285	0.012	0.840 (0.732 ~ 0.963)
ABO 血型相容	-0.284	0.892	0.101	0.750	0.753 (0.131 ~ 4.327)
升压药使用	1.208	1.274	0.900	0.343	3.347 (0.276 ~ 40.612)
感染乙肝病毒	-3.195	1.840	3.015	0.082	0.041 (0.001 ~ 1.508)
脂肪肝	0.695	1.215	0.327	0.567	2.003 (0.185 ~ 21.680)
体质量指数	-0.021	0.132	0.026	0.873	0.979 (0.755 ~ 1.269)
冷缺血时间	-0.001	0.002	0.195	0.659	0.999 (0.996 ~ 1.003)
热缺血时间	0.283	0.084	11.208	0.001	1.327 (1.124 ~ 1.566)
ALT	0.010	0.005	3.504	0.061	1.010 (1.000 ~ 1.021)
AST	0.002	0.004	0.168	0.681	1.002 (0.994 ~ 1.009)
TB	-0.016	0.022	0.536	0.464	0.984 (0.943 ~ 1.027)
ALB	-0.019	0.051	0.145	0.703	0.981 (0.887 ~ 1.084)
PT	-0.116	0.093	1.563	0.211	0.891 (0.743 ~ 1.068)

ALT:谷丙转氨酶;AST:谷草转氨酶;TB:总胆红素;ALB:白蛋白;PT:血小板计数。

注损伤可导致胆管细胞变性坏死或凋亡。Welling 等<sup>[3]</sup>经多因素分析认为供肝热缺血时间延长是吻合口胆漏的独立风险因素。Buis 等<sup>[10]</sup>则认为冷、热缺血时间过长均是早期非吻合口胆管狭窄的危险因素。Sanchez-Urdazpal 等<sup>[11]</sup>研究显示,冷缺血时间少于 11 h,胆道狭窄发生率为 2.0%;冷缺血时间大于 11 h,则胆道狭窄发生率升高至 35.0%。而供肝处于热缺血状态对胆管的损伤更为严重,更容易造成非吻合口胆道狭窄<sup>[12]</sup>。在本中心实行的 109 例 DCD 肝移植中,有胆道并发症组的供肝热缺血时间达到了  $(13.46 \pm 5.89)$  min,而对照组仅为  $(9.24 \pm 4.15)$  min,两组之间差异有统计学意义;多因素分析也显示供肝热缺血时间是胆道并发症的独立危险因素。因此我们有理由认为选择更短热缺血时间的 DCD 供肝可以降低肝移植受者胆道并发症的发生率。两组患者的供肝冷缺血时间基本控制在 10 h 左右,无法体现出两者对胆道影响的差异性,因此暂未能发现冷缺血时间与胆道并发症之间的统计学关联。

根据一般经验,DCD 供者在 ICU 的时间过长可导致全身感染、全身炎症反应综合征发生率增加,甚至于可继发多器官功能衰竭等,而多个中心的研究显示胆道并发症发生率与 ICU 住院时间并无明确联系。我们的研究结果显示 ICU 住院时间短的供者的肝移植后受者胆道并发症发生率较低,我们猜想可能是其中有较多颅脑外伤的患者(13 例),由于病情严重,其存活时间短导致平均 ICU 住院时间较少;也有可能是随着 ICU 监护治疗水平的日益提高,在 ICU 住院期间内患者循环及全身状况得到改善,但最终由于原发病过重而死亡;也有可能是由于病例总数过少导致的随机误差。

关于 ABO 血型不相容的肝移植,临床上仍旧存在不少争议,肝移植早期一些移植中心对其持反对态度, Sanchez-Urdazpal 等<sup>[13]</sup>报道 ABO 血型不相容肝移植术后胆道并发症发生率(82%)显著高于对照组(6%)。近年来,这种观点正在逐渐转变,不少学者认为肝脏作为“免疫特惠器官”,有着不同于其他器官移植的免疫特点,对抗体介导的免疫反应耐受性较好。多家移植中心针对血型不相容受者肝移植采取了各种措施,如血浆置换、免疫吸附、脾切除、应用抗 CD20 单克隆

抗体、门静脉灌注疗法等,可减少排斥反应,减少胆道、血管等多方面并发症,受者预后接近血型相容的肝移植受体<sup>[14-19]</sup>。本研究结果提示,胆道并发症组与对照组 ABO 血型是否相容无明显差异。随着对 ABO 血型不相容的肝移植研究的深入,与受体 ABO 血型不相容的供肝在急诊肝移植中的应用将更有意义,在患者病情危重、供肝紧缺的情况下,不失为拯救生命的有效办法。

Suntharalingam 等<sup>[20]</sup>的研究发现,供者在 ICU 治疗及撤除生命支持的过程中,使用升压药是影响肝移植术后胆道并发症发生的重要因素,使用升压药组与对照组的危险比达到了 1.68,95% 可信区间为 1.25 ~ 2.26,提示供者死亡前使用升压药是移植术后胆道并发症的危险因素。波士顿大学的研究表明,处于低血压(血压 < 50 mm Hg)期时长于 15 min 将显著增加术后缺血性胆道并发症发生率<sup>[21]</sup>。我们的研究显示未使用升压药供者,受者胆道并发症发生率仅为 5.88% (1/17),而使用升压药供者,受者术后胆道并发症的发生率为 25% (23/92),虽差异无统计学意义,但是有很明显的升高趋势,说明受者升压药的使用有可能是胆道并发症的一个危险因素,尚待扩大样本量进行进一步统计分析。

本文的分析结果显示受者肝移植术后胆道并发症的发生与供者肝脂肪变性并无显著关系。但胆道并发症组中重度脂肪肝比例为 8.33% (2/24),高于对照组的 3.53% (3/85),存在一定趋势,而没有显著意义可能与病例数过少有关。我们分析了脑外伤、窒息、脑血管意外及其他死亡原因等导致的供者死亡,发现他们对术后胆道并发症的影响亦无明显差异( $P = 0.610$ ),因此在选择 DCD 供者时,供者死亡原因不是一个我们需要重点考虑的方面。

现已有很多研究着力于如何减少 DCD 供肝移植术后胆道并发症,缩短供肝热缺血时间及冷保存时间是最主要手段。在获得供肝后应尽快行肝移植手术,将对受者预后改善有积极作用<sup>[22]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] QIAN Y B, LIU C L, LO C M, et al. Risk factors for biliary complications after liver transplantation [J]. *Arc Surg*, 2004, 139(10): 1101-1105.
- [2] RERKNIMITR R, SHERMAN S, FOGEL E L, et al.

- Biliary tract complications after orthotopic liver transplantation with choledochocholedochostomy anastomosis: endoscopic findings and results of therapy [J]. *Gastrointest Endosc*, 2002,55(2):224-231.
- [3] WELLING T H, HEIDT D G, ENGLESBE M J, et al. Biliary complications following liver transplantation in the model for end-stage liver disease era: effect of donor, recipient, and technical factors [J]. *Liver Transpl*, 2008,14(1):73-80.
- [4] GREIF F, BRONSTHER O L, VAN THIEL D H, et al. The incidence, timing, and management of biliary tract complications after orthotopic liver transplantation [J]. *Ann Surg*, 1994, 219(1):40-45.
- [5] MAHESHWARI A, MALEY W, LI Z. Biliary complications and outcomes of liver transplantation from donors after cardiac death[J]. *Liver Transpl*, 2007, 13(12):1645-1653.
- [6] LEE H W, SUH K S, SHIN W Y, et al. Classification and prognosis of intrahepatic biliary stricture after liver transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2007, 13(12):1736-1742.
- [7] NGUYEN J H, BONATTI H, DICKSON R C, et al. Long-term outcomes of donation after cardiac death liver allografts from a single center [J]. *Clin Transplant*, 2009,23(2):168-173.
- [8] KACZMAREK B, MANAS M D, JAQUES B C, et al. Ischemic cholangiopathy after liver transplantation from controlled non-heart-beating donors-a single-center experience[J]. *Transplant Proc*, 2007,39(9):2793-2795.
- [9] WOJCICKI M, MILKIEWICZ P, SILVA M. Biliary tract complications after liver transplantation: a review [J]. *Dig Surg*, 2008,25(4):245-257.
- [10] BUIS C I, VERDONK R C, VAN DER JAGT E J, et al. Nonanastomotic biliary strictures after liver transplantation, part I: radiological features and risk factors for early vs. late presentation [J]. *Liver Transpl*, 2007, 13(5):708-718.
- [11] SANCHEZ-URDAZPAL L, GORES G J, WARD E M, et al. Ischemic-type biliary complications after orthotopic liver transplantation [J]. *Hepatology*, 1992,16(1):49-53.
- [12] 王德盛, 窦科峰, 宋振顺, 等. 肝移植术后胆道并发症分析与预防 [J]. *胃肠病学和肝病学杂志*, 2010, 19(8):749-751.  
WANG De-sheng, DOU Ke-feng, SONG Zhen-shun, et al. Analysis and prevention of biliary complications after liver transplantation [J]. *Chinese Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2010, 19(8): 749-751. (in Chinese)
- [13] SANCHEZ-URDAZPAL L, BATTIS K P, GORES G J, et al. Increased bile duct complications in liver transplantation across the ABO barrier [J]. *Ann Surg*, 1993, 218(2):152-158.
- [14] SALIBA F, ICHAI P, AZOULAY D, et al. Successful long-term outcome of ABO-incompatible liver transplantation using antigen-specific immunoadsorption columns [J]. *Ther Apher Dial*, 2010,14(1):116-123.
- [15] TANABE M, KAWACHI S, OBARA H, et al. Current progress in ABO-incompatible liver transplantation [J]. *Eur J Clin Invest*, 2010, 40(10):943-949.
- [16] BOBERG K M, FOSS A, MIDTVEDT K, et al. ABO-incompatible deceased donor liver transplantation with the use of antigen-specific immunoadsorption and anti-CD20 monoclonal antibody [J]. *Clin Transplant*, 2006,20(2):265-268.
- [17] ASHIZAWA T, MATSUNO N, YOKOYAMA T, et al. The role of plasmapheresis therapy for perioperative management in ABO-incompatible adult living donor liver transplantation [J]. *Transplant Proc*, 2006,38(10):3629-3632.
- [18] USUDA M, FUJIMORI K, KOYAMADA N, et al. Successful use of anti-CD20 monoclonal antibody (rituximab) for ABO-incompatible living-related liver transplantation [J]. *Transplantation*, 2005,79(1): 12-16.
- [19] TANABE M, SHIMAZU M, WAKABAYASHI G, et al. Intraportal infusion therapy as a novel approach to adult ABO-incompatible liver transplantation [J]. *Transplantation*, 2002,73(12):1959-1961.
- [20] SUNTHARALINGAM C, SHARPLES L, DUDLEY C, et al. Time to cardiac death after withdrawal of life-sustaining treatment in potential organ donors [J]. *Am J Transplant*, 2009,9(9):2157-2165.
- [21] HO K J, OWENS C D, JOHNSON S R, et al. Donor postextubation hypotension and age correlate with outcome after donation after cardiac death transplantation [J]. *Transplantation*, 2008, 85(11):1588-1594.
- [22] 丁义涛. 心脏死亡供者肝移植的现状与展望 [J]. *中华器官移植杂志*, 2013,34(1):1-4.  
DING Yi-tao. The status quo and prospect of cardiac death donor liver transplantation [J]. *Chinese Journal of Organ Transplantation*, 2013,34(1): 1-4. (in Chinese)