

ABO血型不相容儿童活体肝移植临床分析

韩环立, 戴小科, 李英存, 张明满[△]

重庆医科大学附属儿童医院 肝胆外科 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心 儿童发育疾病研究教育部重点实验室
儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地 儿科学重庆市重点实验室 (重庆 400014)

【摘要】目的 评价ABO血型不相容的供肝在儿童活体肝脏移植中应用的安全性和临床疗效。**方法** 回顾性分析2019年4月-2020年7月于我院完成的62例首次儿童活体肝移植患儿临床资料。根据供体与受体ABO血型匹配情况分为3组: ABO血型相同(ABO-Id)组33例; ABO血型不同但相容(ABO-C)组10例; ABO血型不相容(ABO-In)组19例, 3组中位年龄均为5月龄。ABO血型不相容组中4例受体因合并肝功能衰竭、2例受体因血型抗体效价 $\geq 1:32$, 术前予以血浆置换。所有ABO血型不相容受体术前血型抗体效价 $<1:32$ 。3组受体均采用背驮式肝移植术, 均接受免疫抑制治疗和抗凝治疗。术后随访截止2020年12月31日或死亡日期, 随访时间为5~20个月(中位数12个月)。分析3组受体基础临床资料、术后生存情况以及术后并发症。**结果** 3组受体移植月龄、性别、基础疾病、手术史、Child-Pugh评分、供者年龄、移植植物与受者质量比(graft to recipient weight ratio, GR/WR)、冷缺血时间、热缺血时间、手术时间、术中出血、免疫抑制剂使用情况比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。ABO-Id组围手术期死亡1例, 术后死亡2例。ABO-C组术后死亡1例。ABO-In组围手术期死亡1例, 术后死亡1例。3组受体整体累积生存率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。3组术后感染、急性排斥反应、胆道吻合口狭窄以及血管并发症的发生率差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 儿童ABO血型不相容活体肝移植是一种安全有效的治疗手段, 可有效增加供肝来源, 挽救终末期肝病患儿的生命。

【关键词】 儿童 肝移植 活体供者 ABO血型系统 血型不合 预后

Clinical Analysis of ABO-Incompatible Living-Donor Liver Transplantation in Children HAN Huan-li, DAI Xiao-ke, LI Ying-cun, ZHANG Ming-man[△]. Department of Pediatric Hepatobiliary Surgery, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, China International Science and Technology Cooperation Base of Child Development and Critical Disorders, Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing 400014, China

[△] Corresponding author, E-mail: zhangmingman-a@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the safety and clinical efficacy of ABO-incompatible living-donor liver transplantation (LDLT) in children. **Methods** The clinical data of 62 children who underwent for the first time living donor liver transplantation in our hospital from April 2019 to July 2020 were retrospectively analyzed. According to the blood type matching of donor and recipient, the patients were divided into 3 groups, ABO-identical (ABO-Id, $n=33$), ABO-compatible (ABO-C, $n=10$) and ABO-incompatible (ABO-In, $n=19$), the median age of recipients in the three groups being 5 months. In the ABO-In group, 4 recipients whose condition was combined with liver failure and 2 recipients who had blood group antibody titers $\geq 1:32$ received preoperative plasma exchange. All ABO-incompatible recipients had preoperative blood group antibody titers $<1:32$. All recipients in the three groups underwent piggyback liver transplantation and received immunosuppressive and anticoagulation therapy. Postoperative follow-up was 5 to 20 months, the median being 12 months, measured until December 31, 2020 or until the date of death. Baseline clinical data, postoperative survival, and postoperative complications of recipients in the three groups were analyzed. **Results** There were no significant differences in age, gender, underlying disease, operation history, Child Pugh score, donor age, graft to recipient weight ratio (GR/WR), cold ischemia time, warm ischemia time, duration of surgery, intraoperative blood loss and the use of immunosuppressants among the recipients in the three groups (all $P>0.05$). There was one death in the perioperative period and two deaths in the postoperative period in the ABO-Id group. There was one death in the postoperative period in the ABO-C group. There was one death in the perioperative period and one death in the postoperative period in the ABO-In group. There was no significant difference in the overall cumulative survival rate among the three groups ($P>0.05$). There were no significant differences in the incidence of postoperative infection, acute rejection, biliary anastomotic stenosis and vascular complications among the three groups ($P>0.05$). **Conclusion** ABO-In LDLT is an effective and safe treatment option that can effectively expand the pool of live donors for liver transplantation and save the life of children with end-stage liver disease.

【Key words】 Children Liver transplantation Living donor ABO blood-group system Blood group incompatibility Prognosis

[△] 通信作者, E-mail: zhangmingman-a@163.com

目前,肝脏移植是治疗小儿终末期肝病唯一有效的方式。然而捐献器官的短缺极大限制了病患的救治率。传统观念认为ABO血型不相容肝移植术后易发生急性排斥反应等并发症,预后不良。近年来,随着肝移植手术技术和围手术期管理不断改进,ABO血型不相容肝移植受者生存率不断提高,部分选择性的ABO血型不合肝移植受体预后可与血型相合者媲美^[1]。现将我中心实施的19例儿童ABO血型不相容的活体肝移植(living-donor liver transplantation, LDLT)的临床资料进行总结,并与血型相同以及血型相容儿童活体肝移植病例进行比较,探讨ABO血型不相容儿童活体肝移植的安全性和临床疗效。

1 资料与方法

1.1 基本情况

2019年4月-2020年7月,剔除二次肝移植和公民逝世后器官捐献肝移植,我肝移植中心共完成62例儿童活体肝移植手术。胆道闭锁56例,Alagille综合征1例,门静脉海绵样变1例,Dubin-Johnson综合征合并短肋多指畸形综合征(Ⅲ型, Short-rib polydactyly syndrome, SRPS)1例,鸟氨酸氨甲酰转移酶缺乏症1例,原发性肝硬化1例,Caroli病1例。根据供体、受体ABO血型配对情况,分为:ABO血型相同(ABO-identical, ABO-Id)组,33例;ABO血型不同但相容(即符合输血原则, ABO-compatible, ABO-C)组,10例;ABO血型不相容(ABO-incompatible, ABO-In)组,19例,见表1。所有活体肝移植病例均为父母供肝,经重庆市器官移植技术临床应用与伦理专家委员会批准。62例肝移植手术全部由同一移植团队完成。本研究获重庆医科大学附属儿童医院伦理委员会批准,批件号:(2021)年伦理(研)第(61)号。

表1 ABO血型不相容肝移植患者血型匹配情况

Table 1 Blood group matching between donors and recipients in ABO-In LDLTs

Donor-to-recipient blood type	n	Death/case
A to B	2	0
A to O	3	0
B to A	2	0
B to O	8	1
AB to A	2	1
AB to B	2	0
Total	19	2

1.2 围手术期治疗方案

1.2.1 手术方式 所有受体均采用背驮式肝移植术,59例供肝为左外叶,2例为左半肝,1例为右半肝。手术显微镜下将供肝和受者门静脉、肝动脉分别进行端端吻合。3例采用胆道对胆道端端吻合方式重建胆道,其他均

采用胆管空肠Roux-en-X吻合方式重建。

1.2.2 ABO血型不相容受体抗体处理 ABO血型不相容受体4例因合并肝功能衰竭、2例因血型抗体效价 $\geq 1:32$,术前予以血浆置换。所有ABO血型不相容受体术前血型抗体效价 $< 1:32$ 。

1.2.3 免疫抑制治疗 所有受体使用巴利昔单抗免疫诱导治疗,体质量 ≥ 40 kg的儿童:总量为40 mg,分2次给予,每剂20 mg;体质量 < 40 kg儿童:总量为20 mg,分2次给予,每剂10 mg。首次于麻醉诱导期给药,第二次于移植术后4 d给药。术中门静脉开放后给予甲泼尼龙(methylprednisolone, MP)10 mg/kg。术后免疫抑制给予糖皮质激素+他克莫司(tacrolimus, Tac)三联基础免疫抑制,不敏感者加用吗替麦考酚酯(mycophenolate mofetil, MMF)。他克莫司长期维持治疗,根据血药浓度以及肝脏功能调整用药剂量;术后皮质激素逐渐减量,3~6个月停用。

1.2.4 抗凝治疗 术后7 d内使用肝素钠持续泵入,7 d后改为华法林或阿司匹林口服。术后常规静脉使用前列地尔至少14 d。

1.2.5 术后监测以及随访 血常规、肝肾功能、腹部超声术后第1周每天监测1~2次,凝血功能第1周内每天2~3次。第2周每隔1 d监测1次上述指标,第3周起每周监测1~2次;CMV-PCR、EBV-PCR住院期间每周监测1次。出院后,专人负责长期随访,前6个月每月随访1次,其后每3个月1次。血型不相容受体术前及术后监测受者血型抗体效价。本研究随访截止2020年12月31日或死亡日期,随访时间为5~20个月(中位数12个月)。

1.3 统计学方法

对于正态分布数据,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,对于偏态数据,使用中位数表示。计数资料比较使用 χ^2 检验或Fisher确切概率法,多组间计量资料比较采用方差分析,偏态数据采用非参数检验进行比较。使用Kaplan-Meier法绘制3组受体的生存曲线,存活率的分析采用Cox回归法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组儿童活体肝移植患者基础临床资料比较

ABO-Id、ABO-C、ABO-In三组受体移植月龄、性别、基础疾病、手术史、Child-Pugh评分、供者年龄、移植物与受者质量比(graft to recipient weight ratio, GR/WR)、冷缺血时间、热缺血时间、手术时间、术中出血、免疫抑制剂使用情况比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表2)。

2.2 三组儿童活体肝脏移植受体生存情况

ABO-Id组围手术期死于多器官功能衰竭1例,术后

表 2 ABO-Id、ABO-C、ABO-In三组儿童活体肝移植患者临床资料比较

Table 2 Comparison of clinical data among ABO-Id, ABO-C and ABO-In groups after pediatric LDLT

Variable	ABO-Id group (n=33)	ABO-C group (n=10)	ABO-In group (n=19)	P
Recipient age/month, median	5	5	5	0.857
Sex/case				0.690
Male	18	7	10	
Female	15	3	9	
Biliary atresia/case				0.223
Yes	28	9	19	
No	5	1	0	
Surgical history/case				0.901
Kasai	8	2	6	
Bile duct exploration	19	5	10	
No	6	3	3	
Child-Pugh score	8.8±1.8	8.8±1.9	9.5±2.0	0.447
Donor age/yr.	28.9±6.7	29.5±7.0	30.3±7.4	0.789
(GR/WR)/%	3.4±0.87	3.4±0.94	3.7±0.88	0.485
Warm ischemic time/s	85.7±41.6	73.4±20.7	78.6±32.3	0.594
Cold ischemic time/min	137.4±55.5	122.1±29.2	130.7±39.6	0.659
Duration of surgery/h	8.0±1.8	7.5±1.4	7.7±1.8	0.705
Intraoperative blood loss/mL, median	600	700	400	0.968
Postoperative immunosuppression/case				0.141
Double ^a	10	3	11	
Triple ^b	23	7	8	

GR/WR: Graft to recipient weight ratio; a: Glucocorticoid plus tacrolimus; b: Glucocorticoid plus tacrolimus plus mycophenolate mofetil.

3个月死于脓毒血症1例,1例Dubin-Johnson综合征合并SRPS(Ⅲ型)因胸廓狭窄,术后反复呼吸道感染和呼吸窘迫,最终于术后18个月死亡。ABO-C组1例于术后5个月死于移植后淋巴增生性疾病(PTLD)。ABO-In组1例围手术期死于原发性移植肝失功能,另1例术后7个月死于胆道吻合口狭窄引起的继发性移植肝失功能,2例供受体血型匹配情况分别为B型→O型和AB型→A型。

三组受体整体累积生存率比较差异无统计学意义(Cox回归法, $\chi^2=0.163$, $P=0.922$)。生存曲线见图1。

2.3 三组儿童活体肝脏移植受体术后并发症情况

ABO-Id组中19例出现术后并发症,其中1种并发症

12例,≥2种并发症7例;ABO-C组3例出现术后并发症,其中1种并发症1例,≥2种并发症2例;ABO-In组中13例出现术后并发症,其中1种并发症6例,2种并发症7例。ABO-Id、ABO-C、ABO-In三组术后并发症:术后感染(肺部感染、脓毒血症、CMV感染、EBV感染)、排斥反应(均为急性排斥反应)、胆道吻合口狭窄、门静脉血栓(portal vein thrombosis, PVT)和门静脉吻合口狭窄、肝静脉吻合口狭窄的发生率差异无统计学意义($P>0.05$)(表3)。

3 讨论

小儿肝移植的主要适应证是胆道闭锁^[2-3]。供肝缺乏是终末期肝病儿童在等待移植期间死亡的主要原因。ABO血型不相容肝移植大大增加了供肝来源,有效缩短了受者等待的时间。早期血型不相容肝移植愈后较差,并发症发生率高,早期有研究报道^[4]受者5年生存率仅20%。近些年随着器官移植的蓬勃发展,ABO血型不相容肝移植受体的生存率显著提升。有研究报道^[5]血型不合儿童活体肝移植术后1、3、5年移植术累计生存率分别达92.1%、87.0%、86.1%。在我中心实施的首次儿童活体肝移植中,ABO血型不相容供肝占至30.65%,受体累计生存率与血型相同和相容受者相当,为儿童肝移植供肝重要来源。

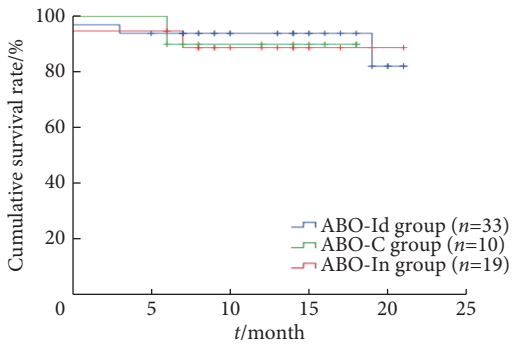


图 1 ABO-Id、ABO-C、ABO-In三组儿童活体肝移植受者生存曲线

Fig 1 Survival curves of pediatric LDLT recipients in ABO-Id, ABO-C, and ABO-In groups

表 3 ABO-Id、ABO-C、ABO-In 三组儿童活体肝移植术后并发症比较

Table 3 Comparison of complications among ABO-Id, ABO-C and ABO-In groups after pediatric LDLT

Group	Postoperative infection/case				Rejection/case	Biliary anastomotic stenosis/case	Portal vein complications/case		HVAS/case
	Pneumonia	Sepsis	CMV infection	EBV infection			PVT	PVAS	
ABO-Id (n=33)	3	1	7	5	1	3	1	5	1
ABO-C (n=10)	1	0	2	2	0	1	1	1	0
ABO-In (n=19)	3	0	4	4	2	2	0	4	1
P	0.858	1.000	1.000	0.821	0.569	1.000	0.389	0.804	1.000

PVT: Portal vein thrombosis; PVAS: Portal vein anastomotic stenosis; HVAS: Hepatic vein anastomotic stenosis.

YANKOL等^[6]报道儿童活体肝移植术后1年急性排斥反应发生率为30.3%,尸体供肝移植为50.8%。跨血型肝移植受体血液中存在ABO血型抗原的天然抗体(A/B凝集素),可以介导产生超急性或急性排斥反应,术后急性排斥反应等发生率更高^[7]。但我中心ABO-In组急性排斥反应发生率为10.53%(2/19),虽高于ABO-In组(3.03%, 1/33)和ABO-C组(0%, 0/10),但差异无统计学意义,且3组急性排斥发生率均低于YANKOL等的报道。为了提高ABO血型不相容肝移植疗效,降低血型抗体滴度,减少急性排斥反应,在成人肝移植中常用的方法包括脾切除、血浆置换、肝脏局部灌注、静脉使用免疫球蛋白、免疫吸附及使用利妥昔单抗等^[8]。脾切除虽一定程度上改善了ABO血型不相容肝移植受者预后,但脾切除术后并发门静脉血栓以及严重感染的风险增加,而且还需长时间口服抗血小板聚集药物;肝脏局部灌注易导致血管血栓形成、感染、导管脱落以及大出血等导管相关并发症发生。目前对于ABO血型不同肝移植术前血型抗体滴度需要降至哪种水平,并没有统一的标准^[9],我中心选择ABO血型不相容受者术前血型抗体滴度均低于1:32。在本中心ABO-In组,受体年龄均小于1岁,其免疫系统处于发育过程中,抗A抗体和抗B抗体效价低,补体系统不成熟,抗体介导的排斥反应发生率低于较大龄儿童和成人。对于血型抗体滴度 $\geq 1:32$ 的ABO血型不相容受体,我中心最常使用的是血浆置换,本研究术前行血浆置换的ABO血型不相容受者术后均未发生急性排斥反应。这可能表明ABO血型不相容肝移植术前行血浆置换,维持血液中较低抗体水平,可有效预防术后急性排斥反应发生;同时对于肝移植术合并有高胆红素血症的受体,血浆置换还可以有效改善肝功能。在肝脏移植后通常没有进行抗体去除治疗,但需要每周监测血型抗体水平,一旦超过1:32,需要尽快进行免疫吸附或血浆置换。

文献报告^[10]ABO血型不相容是LDLT后血栓性微血管病变(TMA)的独立危险因素,考虑与抗体介导性免疫损伤有直接的关系。ELISOFON等^[11]报道儿童血型不合

活体肝移植术后肝动脉血栓(hepatic artery thrombosis, HAT)发生率为3.4%,PVT发生率为10.3%。血型不合肝移植受体的HAT发生率明显高于血型相合肝移植^[12]。本组ABO血型不相容肝移植受术者术后未出现HAT和PVT,血管血栓发生率明显低于文献报告。孙超等^[13]报道门静脉狭窄在小儿ABO血型不合肝移植发生率为12.5%。本研究中ABO-In组肝移植门静脉狭窄发生率21.05%(4/19),虽高于上述文献报道,但与ABO-Id组(15.15%, 5/33)和ABO-C组(10.0%, 1/10)受者比较,差异无统计学意义。门静脉狭窄虽然不及胆道和动脉并发症严重,然而如果不及时治疗,可能发展为门静脉高压,继而出现静脉曲张、上消化道出血,甚至移植肝失功能。因此及时诊断与治疗门静脉狭窄对肝移植受者的远期生存率至关重要。目前门静脉造影是诊断门静脉狭窄的金标准^[14],门静脉狭窄一旦明确,需行经皮肝穿刺门静脉球囊扩张术,对于术中球囊扩张效果不佳者或反复扩张仍有复发者,则考虑行门静脉支架置入术,在本研究中门静脉狭窄患者,经过介入治疗,均治愈。

本研究均采用背驮式肝移植术式,与经典肝移植比,背驮式肝移植术式不完全阻断腔静脉,无肝期血流动力学以及内环境稳定,减少了液体以及血液制品输注,缩短了肝移植手术时间,同时避免了静脉转流术并发症的发生,极大地减少了受者的创伤^[15]。然而,采用背驮式术式更易发生静脉流出道梗阻^[16],如果不及时治疗,可能导致移植植物衰竭,威胁患儿生命。肝静脉狭窄早期可无特异性临床表现。CT增强联合CTA可诊断出大多数肝脏流出道梗阻,本研究中3组发生肝静脉吻合口狭窄的差异无统计学意义。ABO-In和ABO-Id组肝静脉吻合口狭窄主要临床表现分别为腹腔积液和胸腔积液多,考虑与吻合口内膜增生和纤维狭窄有关。目前肝脏流出道梗阻首选治疗为血管内介入^[17],包括溶栓、球囊扩张和支架置入,具有创伤小、恢复快、效率高等优点。本研究中该2例患者介入后随访至截止日期肝静脉狭窄无复发。

ELISOFON等^[11]报道儿童血型不合肝移植胆管狭窄

发生率为10.3%。本研究ABO-In组胆道吻合口狭窄发生率与文献报告相似,为10.53%,且与ABO-C组和ABO-In组发生率差异无统计学意义。ABO-In组1例术后7个月因胆道吻合口狭窄引起的继发性移植肝失功能死亡。胆道吻合口狭窄是小儿肝移植术后常见胆道并发症,同时也是移植肝功能丧失的主要原因之一。随着显微技术的提高,由手术技术造成的吻合口狭窄逐渐减少,肝移植术后缺血性胆道病变(ischemic-type biliary lesion, ITBL)引起的弥漫性胆道改变已经成为移植术后主要并发症,有文献报告^[18], ABO不相容移植受者血液中高NK细胞计数与术后ITBL相关,但需要进一步的研究来阐明NK细胞参与ITBL发展的分子机制。

感染是ABO血型不相容肝移植术后面临的常见并发症之一,也是导致死亡的重要原因。本研究统计学分析,3组感染发生的差异无统计学意义,感染发生考虑与患儿年龄小,术前一般情况较差,手术创伤大,术后联合使用免疫抑制剂有关。此外,血浆置换也增加了感染风险。细菌感染最为常见,对于疑似有感染病灶时需尽快做标本培养,根据药敏合理选择敏感抗生素,同时注意调整免疫抑制剂的方案,这样可有效控制移植术后感染。CMV和EBV感染也是移植术后不可忽视的问题。抗CMV为阴性的受体接受抗CMV阳性供肝是移植术后CMV感染的高危因素,移植术后预防性抗CMV治疗可明显降低CMV感染率。CMV感染治疗首选为更昔洛韦,持续至血液CMV-DNA转阴^[19]。EBV感染可导致PTLD的发生,PTLD是影响儿童肝移植远期预后的重要原因之一。对于接受EBV抗体阳性供肝的受体术后需定期检测血清抗EBV抗体与EBV-DNA。本研究3例受体死亡与感染相关,表明对于感染的预防仍是我们今后工作的重点。

综上所述,本研究表明,儿童ABO血型不相容活体肝移植是一种安全有效的治疗手段,可有效增加供肝来源,挽救终末期肝病患儿的生命。ABO血型不相容肝移植已经取得良好的疗效,但是围手术期管理非常重要,但目前仍然没有金标准可遵循。本研究例数有限,不能排除样本量小带来的一系列的偏倚,与类似研究的比较和阐释也存在偏倚,非最终定论。我们将进一步探索出适合儿童ABO血型不相容肝移植治疗策略。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] SUN C, SONG Z, MA N, *et al.* The management and outcomes of ABO-incompatible pediatric liver transplantation: Experience of a single Chinese center. *J Pediatr Surg*, 2020, 55(12): 2647–2652.
- [2] KASAHARA M, UMESHITA K, SAKAMOTO S, *et al.* Living donor liver transplantation for biliary atresia: An analysis of 2085 cases in the registry of the Japanese Liver Transplantation Society. *Am J Transplant*, 2018, 18(3): 659–668.
- [3] CHANG C H, BRYCE C L, SHNEIDER B L, *et al.* Accuracy of the pediatric end-stage liver disease score in estimating pretransplant mortality among pediatric liver transplant candidates. *JAMA Pediatr*, 2018, 172(11): 1070–1077.
- [4] WU A, BÜHLER L H, COOPER D K C. ABO-incompatible organ and bone marrow transplantation: Current status. *Transpl Int*, 2010, 16(5): 291–299.
- [5] HONDA M, SUGAWARA Y, KADOHISA M, *et al.* Longterm outcomes of ABO-incompatible pediatric living donor liver transplantation. *Transplantation*, 2018, 102(10): 1702–1709.
- [6] YANKOL Y, FERNANDEZ L A, KANMAZ T, *et al.* Results of pediatric living donor compared to deceased donor liver transplantation in the PELD/MELD era: Experience from two centers on two different continents. *Pediatric Transplantation*, 2016, 20(1): 72–82.
- [7] 董红猛, 代扬, 张欣雪, 等. ABO血型不合肝移植疗效的Meta分析. *器官移植*, 2016, 7(5): 370–377.
- [8] RUMMLER S, BAUSCHKE A, BÄRTHEL E, *et al.* Current techniques for ABO-incompatible living donor liver transplantation. *World J Transplant*, 2016, 6(3): 548–555.
- [9] 王丽, 沈恬, 王卓轶, 等. ABO血型不合肝移植的研究进展. *中华器官移植杂志*, 2014, 35(6): 377–380.
- [10] KISHIDA N, SHINODA M, ITANO O, *et al.* Increased incidence of thrombotic microangiopathy after ABO-incompatible living donor liver transplantation. *Ann Transplant*, 2016, 21: 755–764[2021-06-14]. <https://doi.org/10.12659/AOT.900915>.
- [11] ELISOFON S A, MAGEE J C, NG V L, *et al.* Society of pediatric liver transplantation: Current registry status 2011–2018. *Pediatr Transplant*, 2020, 24(1): e13605[2021-06-14]. <https://doi.org/10.1111/ptr.13605>.
- [12] LEE E C, KIM S H, PARK S J. Outcomes after liver transplantation in accordance with ABO compatibility: A systematic review and Meta-analysis. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(35): 6516–6533.
- [13] 孙超, 高伟, 马楠, 等. 小儿ABO血型不合肝移植16例的临床分析. *中华器官移植杂志*, 2015, 36(10): 577–581.
- [14] HAWKINS C M, SHAW D W, HEALEY P J, *et al.* Pediatric liver transplant portal vein anastomotic stenosis: Correlation between ultrasound and transhepatic portal venography. *Liver Transpl*, 2015, 21(4): 547–553.
- [15] 叶启发, 明英姿, 成柯, 等. 背驮式肝移植及其改良技术的临床应用. *中华消化外科杂志*, 2019, 18(4): 311–315.
- [16] 乔兵兵, 范林, 叶启发. 肝静脉分型对背驮式肝移植术后静脉流出道梗阻的临床意义. *中华肝胆外科杂志*, 2016, 22(7): 437–440.
- [17] GALLOUX A, PACE E, FRANI-ABELLA S, *et al.* Diagnosis, treatment and outcome of hepatic venous outflow obstruction in paediatric liver transplantation: 24-year experience at a single centre. *Pediatr Radiol*, 2018, 48(5): 667–679.
- [18] BANG J B, KIM B W, KIM Y B, *et al.* Risk factor for ischemic-type biliary lesion after ABO-incompatible living donor liver transplantation. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(30): 6925–6935.
- [19] 中华医学会器官移植学分会, 中国医师协会器官移植医师分会. 中国儿童肝移植临床诊疗指南(2015版). *中华移植杂志(电子版)*, 2016, 10(1): 2–11[2021-06-14]. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-5256.2016.07.001>.

(2021-08-14收稿, 2022-03-16修回)

编辑 吕 熙