

·论著·

# 肝动脉阻力指数对儿童肝移植术后胆道吻合口并发症的预测价值



全文二维码 开放科学码

刘金桥<sup>1</sup> 陈文娟<sup>1</sup> 尹强<sup>2</sup> 唐菊<sup>1</sup>  
周梦洁<sup>1</sup> 彭颖慧<sup>1</sup> 李文凤<sup>1</sup> 周启昌<sup>3</sup>

**【摘要】目的** 评价肝动脉阻力指数对儿童肝移植术后胆道吻合口并发症的预测价值。**方法** 选择2015年12月至2020年7月在湖南省儿童医院接受肝移植的患儿共58例作为研究对象,收集彩色多普勒超声检测的肝动脉波形、阻力指数(hepatic artery resistance index, HARI)、加速时间(acceleration time, AT)、磁共振胆管成像等资料。将HARI进行分类分析,绘制肝动脉阻力指数的操作者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算HARI预测胆道并发症发生的最佳临界点及其灵敏度、特异度、准确度。**结果** 58例接受肝移植患儿中发生胆道吻合口并发症16例;HARI预测胆道吻合口并发症的最佳临界点为0.58,其灵敏度、特异度、准确度分别为61.5%、89.3%、83%。HARI $\leq$ 0.58的患儿发生胆道吻合口并发症的概率更高。**结论** 肝移植术后低阻力指数与胆道吻合口并发症相关,其HARI的最佳临界点为0.58,HARI $\leq$ 0.58的患儿发生胆道吻合口并发症的概率更高。

**【关键词】** 超声; 肝动脉; 阻力指数; 肝移植; 胆道并发症; 儿童

**【中图分类号】** R729 R445.1

**Predictive value of hepatic artery resistance index for biliary anastomotic complications after liver transplantation in children.** Liu Jinqiao<sup>1</sup>, Chen Wenjuan<sup>1</sup>, Yin Qiang<sup>2</sup>, Tang Ju<sup>1</sup>, Zhou Mengjie<sup>1</sup>, Peng Yinghui<sup>1</sup>, Li Wenfeng<sup>1</sup>, Zhou Qichang<sup>3</sup>.

1. Department of Ultrasound, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China; 2. Department of General Surgery, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China; 3. Department of Ultrasound, Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410007, China. Corresponding author: Zhou Qichang, Email: hnzqc2013@163.com

**【Abstract】Objective** To assess the predictive value of hepatic artery resistance index (HARI) for biliary anastomotic complications after liver transplantation in children. **Methods** Retrospective reviews were conducted for 58 children undergoing liver transplantation at Hunan Children's Hospital from December 2015 to July 2020. Hepatic artery waveform, HARI and acceleration time (AT) detected by color Doppler ultrasound and magnetic resonance cholangiopancreatography and general profiles were collected. The authors classified and analyzed HARI, plotted receiver operating characteristic (ROC) curve of HARI and calculated HARI for predicting the optimal critical point for biliary complications and evaluating its sensitivity, specificity and accuracy. **Results** Among them, 16 had biliary anastomotic complications. The optimal cut-off point for HARI for predicting biliary anastomotic complications was 0.58 and its sensitivity, specificity and accuracy were 61.5%, 89.3% and 83% respectively. Children with HARI  $\leq$  0.58 had a higher chance of developing biliary complications. **Conclusion** Low resistance index after liver transplantation is correlated with biliary anastomotic complications. And the optimal cut-off point of HARI is 0.58. Children with HARI  $\leq$  0.58 have a higher chance of developing biliary complications.

**【Key words】** Ultrasound; Hepatic Artery; Resistance Index; Liver Transplantation; Biliary Complications; Child

DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.015

基金项目: 湖南省发改委基金(编号:湘发改投资[2014]658号)

作者单位: 1. 湖南省儿童医院超声科(湖南省长沙市, 410007); 2. 湖南省儿童医院肝胆移植科(湖南省长沙市, 410007); 3. 中南大学湘雅附二医院超声科(湖南省长沙市, 410007)

通信作者: 周启昌, Email: hnzqc2013@163.com

胆道并发症是肝移植术后(liver transplantation, LT)的主要并发症,其发生率为10%~35%<sup>[1,2]</sup>。胆瘘多发生在肝移植术后1个月或者T管拔出后,多发生在肝移植吻合口处、T管插入部、胆囊管或者部

分肝移植切口面。吻合口狭窄是肝移植术后的另一个重要并发症,多发生在肝移植术后6个月,其主要原因可能是局部炎症、缺血、胆瘘等<sup>[3]</sup>。

胆道吻合口并发症主要的相关因素包括:肝动脉血栓形成、排斥反应和活体移植肝状态,胆动脉供血不足也会导致胆管吻合口并发症,血流供应对胆道系统至关重要。肝实质由门静脉和肝动脉供血,胆管仅由肝动脉供血<sup>[4-7]</sup>。总胆管60%的血供来自胃十二指肠动脉,30%~40%的血供来自肝动脉<sup>[8]</sup>。肝移植术后,来自胃十二指肠动脉的胆管上游动脉灌注不足,因此来自肝动脉的血供对远端供体胆管至关重要<sup>[9]</sup>。

彩色多普勒超声可作为肝移植术后了解血管和胆道并发症的良好监测手段,因为它具有成本低、无创和可普及等优点。早期发现并及时处理胆道并发症对患儿预后至关重要。目前,经皮胆道介入治疗(percutaneous biliary intervention, PBI)是治疗胆道并发症的主要手段,且疗效确切<sup>[10,11]</sup>。本研究旨在探讨儿童肝移植术后胆道并发症与多普勒超声检查肝动脉阻力指数的关系,并评估其诊断价值。

## 材料与方 法

### 一、临床资料

回顾性分析湖南省儿童医院2015年12月至2020年7月接受肝移植的患儿58例,16例肝移植患儿术后合并胆道吻合口并发症。女22例,男36例,平均年龄 $(2.86 \pm 1.32)$ 岁。胆道吻合口并发症的超声诊断标准:①胆道吻合口狭窄:胆管腔变细,肝内胆管扩张、胆管壁增厚、回声增强等;②肝内胆管狭窄:肝内可见散在分布的片状低回声区或无回声区,部分无回声与扩张的末梢胆管相连。肝移植术后患儿均行磁共振胆管成像(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)检查,并结合临床生化实验室结果,明确是否存在肝移植术后胆道吻合口并发症。该项目已获得湖南省儿童医院伦理委员会的批准。

### 二、研究方法

使用PHILIPS EPIQ 7C超声诊断仪,采用C5-2凸阵探头,频率2~5 MHz。数据采集均由两位具有高级职称的超声医师完成,患儿取仰卧位,充分暴露腹部,行超声检查,观察移植肝脏大小、形态、内部回声,在第一肝门处测量肝动脉波形、阻力指数(hepatic artery resistance index, HARI)、加速时间

(acceleration time, AT)。HARI = (收缩期峰值血流速度 - 舒张末期血流速度) / 收缩期峰值血流速度。AT是指舒张末期至收缩期第一个峰值时间。正常肝动脉HARI取值范围在0.5~0.8之间,AT的正常值为 $<0.08$  s<sup>[12]</sup>。

### 三、统计学处理

采用SPSS 26.0进行统计分析,绘制肝移植术后肝动脉指数的操作者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算HARI预测胆道并发症发生的最佳临界点及其灵敏度、特异度、准确度、曲线下面积。

## 结 果

### 一、肝移植术后发生胆道吻合口并发症的临床特征

58例肝移植患儿术后发生胆道吻合口并发症共16例,其中因胆道闭锁接受肝移植的患儿共13例(81%),其余3例(19%)因胆汁淤积性肝硬化接受肝移植手术。16例均有胆道吻合口狭窄,其中2例(12.5%)合并肝动脉血栓,2例(12.5%)合并胆瘘,1例(6%)合并肝动脉狭窄。经皮胆道介入治疗后12例痊愈(75%),其余4例(25%)经皮胆道介入联合胆道重建治愈(表1)。

### 二、肝移植术后发生胆道吻合口并发症的声像图特征

胆道吻合口并发症主要表现为胆道吻合口狭窄,胆道狭窄的直接征象为胆管腔变细,间接征象包括肝内胆管扩张、胆管壁增厚、回声增强等。胆管腔变细可见胆管呈“细线征”或“鼠尾征”,胆管壁增厚时表现为管壁粗糙、不平滑、回声增高等。肝动脉血栓主要表现为肝动脉内低回声团,合并或不合并周围侧支形成。合并肝内胆管狭窄形成时,肝内可见散在分布的片状低回声区或无回声区,部分无回声与扩张的末梢胆管相连(图1箭头所指为肝内扩张胆管)。

### 三、肝移植术后的MRCP检查合并临床生化实验室结果

58例因胆道闭锁、胆汁淤积性肝硬化或其他原因行肝移植手术的患儿均行MRCP检查,结合临床生化实验室结果,明确其是否存在胆道吻合口并发症,其中超声考虑为胆道吻合口并发症18例,MRCP检查合并临床生化实验室结果诊断为胆道吻合口并发症16例,准确率为89%。

表1 肝移植术后发生胆道吻合口并发症患儿的特征

Table 1 Characteristics of children with biliary anastomotic complications after liver transplantation

编号	诊断	肝移植年龄(岁)	HARI 值	胆道并发症	治疗
1	BA	1.1	0.50	吻合口狭窄	PBI
2	BA	0.6	0.81	吻合口狭窄	PBI
3	BA	1.9	0.49	吻合口狭窄	PBI
4	PSC	2.2	0.54	吻合口狭窄	PBI
5	PSC	4.1	0.62	吻合口狭窄	PBI
6	BA	3.6	0.34	吻合口狭窄,肝动脉血栓	PBI
7	BA	3.1	0.56	吻合口狭窄,胆瘘	PBI 和胆道重建
8	BA	1.5	0.52	吻合口狭窄	PBI
9	BA	3.7	0.78	吻合口狭窄	PBI 和胆道重建
10	PSC	1.8	0.52	吻合口狭窄	PBI
11	BA	2.9	0.48	吻合口狭窄,肝动脉血栓	PBI 和胆道重建
12	BA	0.9	0.57	吻合口狭窄	PBI
13	BA	1.7	0.56	吻合口狭窄,胆瘘	PBI 和胆道重建
14	BA	2.6	0.65	吻合口狭窄	PBI
15	BA	1.4	0.73	吻合口狭窄	PBI
16	BA	1.9	0.58	吻合口狭窄	PBI

注 HARI:肝动脉阻力指数;BA:胆道闭锁;PSC:胆汁淤积性肝硬化;PBI:经皮胆道介入治疗。

#### 四、肝动脉阻力指数预测肝移植术后胆道吻合口并发症的诊断效能

肝动脉阻力指数预测肝移植术后胆道吻合口并发症的最佳临界点为 0.58,其灵敏度、特异度、准确度分别为 61.5%、89.3%、83%。HARI $\leq$ 0.58 的患儿发生胆道吻合口并发症的概率更高(图2)。

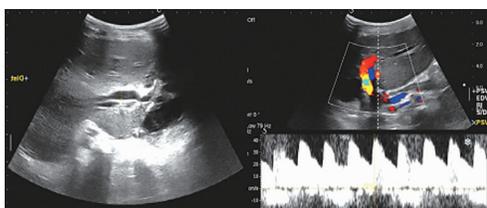


图1 肝移植术后患儿出现胆道吻合口狭窄超声图像  
Fig.1 Ultrasonographic images of biliary anastomotic stenosis in children after liver transplantation

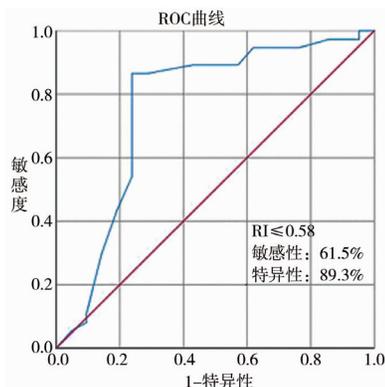


图2 肝动脉阻力指数预测肝移植术后胆道吻合口并发症的操作者工作特征曲线

Fig.2 Hepatic artery resistance index predicted the receiver operating characteristic curve of postoperative complications of biliary anastomotic site after liver transplantation

#### 讨论

儿童肝移植术后胆道并发症的发生率比成人高,这是由于儿童肝移植技术应用更普遍且儿童肝脏体积小。胆道并发症的分类包括:①缺血性胆道狭窄、肝动脉血栓形成或狭窄引起的渗漏;②技术相关并发症;③感染性并发症;④免疫过程如慢性排斥反应、ABO 溶血、复发性原发性硬化性胆管炎。

多普勒超声是检测术后早期血管并发症有效且无创的方法,经过 MRCP 检查,结合临床生化实验室结果可达到较高的准确率。但是使用多普勒超声预测长期并发症的研究数据较少,与胆道并发症相关的多普勒超声数据更少,所以我们主要研究胆道吻合口并发症与肝动脉多普勒改变的关系。

Darius 等<sup>[3]</sup>认为肝动脉血栓形成增加了吻合口胆管并发症的风险,Feier 等<sup>[13]</sup>也发现多动脉吻合可以减少儿童胆道狭窄的风险。然而,许多发生胆道并发症的患者并没有肝动脉并发症的临床证据。本研究结果显示,肝动脉 HARI $\leq$ 0.58 是儿童吻合口胆道并发症的良好预测因子,对于接受肝移植的患儿,HARI $\leq$ 0.58 的情况下发生胆道吻合口并发症的概率明显增加。但除 HARI 之外,肝移植术式的选择、移植肝状态、受者状态、术后有无其他并发症等也可影响并发症发生率。我们获得的数据有助于识别有发生胆道并发症风险的患者,特别是那些没有明显临床症状的患者,并有助于早期诊断和

干预胆道并发症。有研究者指出,儿童肝移植术后肝动脉 HARI 低于 0.5 与血管并发症密切相关。我们推测肝动脉 HARI  $\leq 0.58$  可能是儿童肝移植术后吻合口胆管并发症的重要临床预测因子。因此,我们建议接受肝移植的儿童患者在肝移植后每 3 ~ 6 个月进行一次常规肝脏多普勒超声检查,以识别发生吻合口胆道并发症的高危患者。如果患者肝动脉 HARI  $\leq 0.58$ , 超声检查时应注意胆管形态,实验室生化检测应注意肝功能变化<sup>[14]</sup>。

总之,常规肝脏多普勒超声监测肝动脉有助于临床医师区分吻合口胆管并发症的高危患者。对于胆道闭锁、胆汁淤积性肝硬化及其他原因需行肝脏移植的患儿,肝动脉阻力指数可作为预测肝移植术后胆道吻合口并发症的有效指标。

### 参考文献

- 1 Diamond IR, Fecteau A, Millis JM, et al. Impact of graft type on outcome in pediatric liver transplantation: a report from Studies of Pediatric Liver Transplantation (SPLIT) [J]. *Ann Surg*, 2007, 246(2): 301-310. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3180caa415.
- 2 Heffron TG, Pillen T, Welch D, et al. Biliary complications after pediatric liver transplantation revisited [J]. *Transplant Proc*, 2003, 35(4): 1461-1462. DOI: 10.1016/s0041-1345(03)00463-9.
- 3 Seehofer D, Eurich D, Veltke-Schlieker W, et al. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges [J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(2): 253-265. DOI: 10.1111/ajt.12034.
- 4 Darius T, Rivera J, Fusaro F, et al. Risk factors and surgical management of anastomotic biliary complications after pediatric liver transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2014, 20(8): 893-903. DOI: 10.1002/lt.23910.
- 5 Feier FH, Seda-Neto J, da Fonseca EA, et al. Analysis of factors associated with biliary complications in children after liver transplantation [J]. *Transplantation*, 2016, 100(9): 1944-1954. DOI: 10.1097/TP.0000000000001298.
- 6 Takasaki S, Hano H. Three-dimensional observations of the human hepatic artery (arterial system in the liver) [J]. *J Hepatol*, 2001, 34(3): 455-466. DOI: 10.1016/s0168-8278(00)00058-1.
- 7 Deltenre P, Valla DC. Ischemic cholangiopathy [J]. *Semin Liver Dis*, 2008, 28(3): 235-246. DOI: 10.1055/s-0028-1085092.
- 8 Gunji H, Cho A, Tohma T, et al. The blood supply of the hilar bile duct and its relationship to the communicating arcade located between the right and left hepatic arteries [J]. *Am J Surg*, 2006, 192(3): 276-280. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2006.01.046.
- 9 Northover JM, Terblanche J. A new look at the arterial supply of the bile duct in man and its surgical implications [J]. *Br J Surg*, 1979, 66(6): 379-384. DOI: 10.1002/bjs.1800660603.
- 10 Feier FH, Chapchap P, Pugliese R, et al. Diagnosis and management of biliary complications in pediatric living donor liver transplant recipients [J]. *Liver Transpl*, 2014, 20(8): 882-892. DOI: 10.1002/lt.23896.
- 11 Laurence JM, Sapisochin G, DeAngelis M, et al. Biliary complications in pediatric liver transplantation: Incidence and management over a decade [J]. *Liver Transpl*, 2015, 21(8): 1082-1090. DOI: 10.1002/lt.24180.
- 12 Caiado AH, Blasbalg R, Marcelino AS, et al. Complications of liver transplantation: multimodality imaging approach [J]. *Radiographics*, 2007, 27(5): 1401-1417.
- 13 Feier FH, Seda-Neto J, da Fonseca EA, et al. Analysis of factors associated with biliary complications in children after liver transplantation [J]. *Transplantation*, 2016, 100(9): 1944-1954. DOI: 10.1097/TP.0000000000001298.
- 14 Takasaki S, Hano H. Three-dimensional observations of the human hepatic artery (arterial system in the liver) [J]. *J Hepatol*, 2001, 34(3): 455-466. DOI: 10.1016/s0168-8278(00)00058-1.

(收稿日期: 2020-09-08)

**本文引用格式:** 刘金桥, 陈文娟, 尹强, 等. 肝动脉阻力指数对儿童肝移植术后胆道吻合口并发症的预测价值 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2020, 19(11): 1038-1041. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.015.

**Citing this article as:** Liu JQ, Chen WJ, Yin Q, et al. Predictive value of hepatic artery resistance index for biliary anastomotic complications after liver transplantation in children [J]. *J Clin Ped Sur*, 2020, 19(11): 1038-1041. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.015.