

肝移植术后胆道狭窄的 早期多模态超声改变

赵宁波¹, 邓芬¹, 张瑜¹, 赵东², 董常峰¹, 陈军³, 冯程¹, 冯文霞¹, 李征毅⁴ [1.南方科技大学第二附属医院(深圳市第三人民医院) 超声科, 广东 深圳 518112; 2.南方科技大学第二附属医院(深圳市第三人民医院) 肝移植科, 广东 深圳 518112; 3.南方科技大学第二附属医院(深圳市第三人民医院) 肝病科, 广东 深圳 518112; 4.深圳市第二人民医院 超声科, 广东 深圳 518035]

摘要: 目的 探讨肝移植术后胆道狭窄的早期多模态超声改变。方法 2018年9月至2020年8月共159例患者在深圳市第三人民医院行肝脏移植手术。其中28例术后诊断为胆道狭窄, 采用随机数字表法在剩余患者中选取37例无任何并发症的患者作为对照组。比较两组患者肝动脉阻力指数(resistance index, RI)、峰值流速(peak systolic velocity, PSV)、胆道扩张发生率及胆道缺血发生率的差异。结果 胆道狭窄组患者术后第1 d左肝动脉PSV显著低于对照组(中位数: 38.5 cm/s vs 53.0 cm/s; $z = -2.837$, $P = 0.005$), 两组患者右肝动脉PSV差异无统计学意义(中位数: 46.5 cm/s vs 51.0 cm/s; $z = -1.279$, $P = 0.201$)。胆道狭窄组患者左肝动脉和右肝动脉RI减低发生率均显著高于对照组[39.3% (11/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 7.280$, $P = 0.007$; 32.1% (9/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 4.533$, $P = 0.033$], 胆道狭窄组患者左肝动脉RI正常的发生率显著低于对照组[50.0% (14/28) vs 83.8% (31/37), $\chi^2 = 8.540$, $P = 0.003$], 两组患者间右肝动脉RI正常和左右侧肝动脉RI升高发生率差异均无统计学意义[60.7% (17/28) vs 78.4% (29/37), $\chi^2 = 2.404$, $P = 0.121$; 10.7% (3/28) vs 5.4% (2/37), $\chi^2 = 0.106$, $P = 0.745$; 7.1% (2/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 0.005$, $P = 0.942$]。胆道狭窄组患者术后三级胆道扩张发生率显著高于对照组[57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37)], 差异有统计学意义($\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$)。超声造影示胆道狭窄组患者胆道缺血发生率显著高于对照组[57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37)], 差异有统计学意义($\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$)。结论 肝移植术后胆道狭窄与肝动脉血流及胆道壁灌注有关, 多模态超声监测肝动脉及胆道壁有助于早期发现胆道狭窄。

关键词: 多模态超声; 肝移植; 胆道狭窄

Early multimodal ultrasound changes in biliary strictures after liver transplantation

Zhao Ningbo¹, Deng Fen¹, Zhang Yu¹, Zhao Dong², Dong Changfeng¹, Chen Jun³, Feng Cheng¹, Feng Wenxia¹, Li Zhengyi⁴ [1.Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of South University of Science and Technology (Shenzhen Third People's Hospital), Shenzhen 518112, Guangdong Province, China; 2.Department of Liver Transplantation, the Second Affiliated Hospital of South University of Science and Technology (Shenzhen Third People's Hospital), Shenzhen 518112, Guangdong Province, China; 3.Department of Liver Diseases, the Second Affiliated Hospital of South University of Science and Technology (Shenzhen Third People's Hospital), Shenzhen 518112, Guangdong Province, China; 4.Department of Ultrasound, Shenzhen Second People's Hospital, Shenzhen 518035, Guangdong Province, China]

Abstract: Objective To investigate the early multimodal ultrasound changes in biliary

strictures after liver transplantation. **Methods** Total of 159 patients who underwent liver transplantation in Shenzhen Third People's Hospital from September 2018 to August 2020, among which 28 patients were diagnosed as biliary stenosis, another 37 patients without any complications were selected as the control group by random digital table method. Resistance index (RI), peak systolic velocity (PSV), incidence of biliary dilatation and incidence of biliary ischemia of patients between the two groups were compared. **Results** PSV of the left hepatic artery on the first postoperative day of patients in biliary stricture group was significantly lower than that of control group (median: 38.5 cm/s vs 53.0 cm/s; $z = -2.837$, $P = 0.005$). There were no statistically significant difference of PSV of the right hepatic artery of patients between the two groups (median: 46.5 cm/s vs 51.0 cm/s; $z = -1.279$, $P = 0.201$). The incidence of RI reduction in left hepatic artery and right hepatic artery of patients in biliary stricture group were significantly higher than those of the control group [39.3% (11/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 7.280$, $P = 0.007$; 32.1% (9/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 4.533$, $P = 0.033$], the incidence of normal RI of left hepatic artery of patients in biliary stricture group was significantly lower than that of control group [50.0% (14/28) vs 83.8% (31/37), $\chi^2 = 8.540$, $P = 0.003$], there were no significant difference in the incidence of normal RI in the right hepatic artery and RI elevation in the left and right hepatic arteries of patients between the two groups [60.7% (17/28) vs 78.4% (29/37), $\chi^2 = 2.404$, $P = 0.121$; 10.7% (3/28) vs 5.4% (2/37), $\chi^2 = 0.106$, $P = 0.745$; 7.1% (2/28) vs 10.8% (4/37), $\chi^2 = 0.005$, $P = 0.942$]. The incidence of postoperative tertiary biliary dilatation of patients in biliary stricture group was significantly higher than that of control group [57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37); $\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$]. Ultrasonography showed that the incidence of biliary ischemia of patients in biliary stricture group was significantly higher than that in control group [57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37); $\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$]. **Conclusions** Biliary stenosis after liver transplantation was associated with hepatic artery blood flow and biliary wall perfusion. Multimodal ultrasound monitoring of the hepatic artery and biliary wall could help detecting biliary stenosis early.

Key words: Multimodal ultrasound; Liver transplantation; Biliary stricture

胆道并发症是肝移植术后最严重的并发症之一, 其中肝移植后胆道狭窄占胆道并发症的40%~60%^[1], 各种原因引起的胆道壁缺血是胆道狭窄的重要诱因^[2,3]。肝动脉作为胆道壁血供的唯一来源, 肝动脉狭窄或血栓等相关并发症均可导致胆道缺血损伤。超声因其便携性及无创伤等优势已经成为肝移植术后血管监测的首选工具, 随着超声技术的快速发展, 超声造影评估组织器官微循环灌注已成为当前研究热点。对于胆道并发症, 单一超声检测常难以全面和客观地评估其特征。本研究目的是探讨肝移植术后胆道狭窄的早期多模态超声改变。

1 资料与方法

1.1 研究对象 2018年9月至2020年8月共159例患者在深圳市第三人民医院器官移植科行肝脏移植手术。其中28例术后诊断为胆道狭窄患者, 诊断标准为经内镜逆行胰胆道造影(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)或经皮肝穿刺胆道造影

(percutaneous transhepatic cholangiography, PTC)证实存在胆道狭窄。采用随机数字表法在剩余患者中选取37例无任何并发症者作为对照组, 该组患者肝功能正常, 影像学检查(CT、MRCP、ERCP)显示肝内外胆道未见扩张。该研究已通过医院伦理委员会批准(深三院伦理201709)。

1.2 研究方法 超声诊断设备采用迈瑞Resona 7昆仑高端台式彩色多普勒超声系统, 选择1.2~6.0 MHz SC5-1U腹部凸阵探头。术后24 h内进行第1次超声检查。术后1周内每天超声检查1次, 术后1个月内至少每周复查1次。肝内动脉选择左肝动脉和右肝动脉主干, 左肝动脉的测量位置为门静脉矢状部右侧肝动脉, 右肝动脉的测量位置为门静脉右前支左侧肝动脉, 所测肝动脉走行均与超声声束平行, 测量阻力指数(resistance index, RI)及峰值流速(peak systolic velocity, PSV), 任一肝动脉出现 $RI \leq 0.5$ 标记为阻力指数减低, $0.5 < RI < 0.75$ 标记为阻力

指数正常, $RI \geq 0.75$ 标记为阻力指数升高。肝内三级胆道的内径 $> 2 \text{ mm}$ 诊断为胆道扩张^[4]。胆道壁超声造影动脉期及门脉期均为低增强时则诊断为胆道壁血流灌注欠佳。动脉期呈高增强或等增强, 门脉期呈等增强或低增强诊断为胆道壁血流灌注良好^[5]。

1.3 统计学处理 采用SPSS 20.0软件进行统计学分析。年龄为符合正态分布的计量资料, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验, PSV为不符合正态分布的计量资料, 以 $M(p_{25}, p_{75})$ 表示, 采用Mann-Whitney U 检验。PSV异常率、胆道扩张发生率及胆道缺血发生率为计数资料, 以例数或百分数表示, 两组间比较采用Pearson χ^2 检验或连续校正 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 胆道狭窄组中男性23例, 女性5例; 年龄 (46.07 ± 9.09) 岁, 其中单纯胆道狭窄23例, 胆道狭窄合并胆漏4例, 胆道狭窄合并胆道结石1例。对照组

中男性34例, 女性3例; 年龄 (48.13 ± 12.47) 岁。两组患者性别与年龄差异无统计学意义(连续校正 $\chi^2 = 0.646$, $P = 0.422$; $t = 0.739$, $P = 0.463$)。

2.2 两组患者的影像学表现 肝内动脉频谱多普勒表现: 胆道狭窄组中大多数患者肝内动脉频谱RI偏低 (< 0.5), PSV也偏低; 对照组 $RI > 0.5$, PSV偏高(图1)。胆道狭窄组患者肝内三级胆道较宽 ($> 2 \text{ mm}$), 对照组肝内三级胆道未见显示或内径小于 2 mm 。胆道壁超声造影表现: 胆道狭窄组大部分患者动脉期及门脉期胆道壁均呈低增强, 而对照组大部分患者动脉期胆道壁较周边正常肝脏呈高增强或等增强, 门脉期胆道壁呈等增强或低增强(图2)。ERCP或PTC表现: 单纯胆道狭窄表现为胆道内径减小, 肝内胆道僵直、不规则扩张, 胆道狭窄合并胆漏表现为造影剂外溢至胆道外, 胆道狭窄合并胆道结石表现为胆道腔内充盈缺损, 对照组患者胆道未见狭窄、结石及胆漏(图3)。

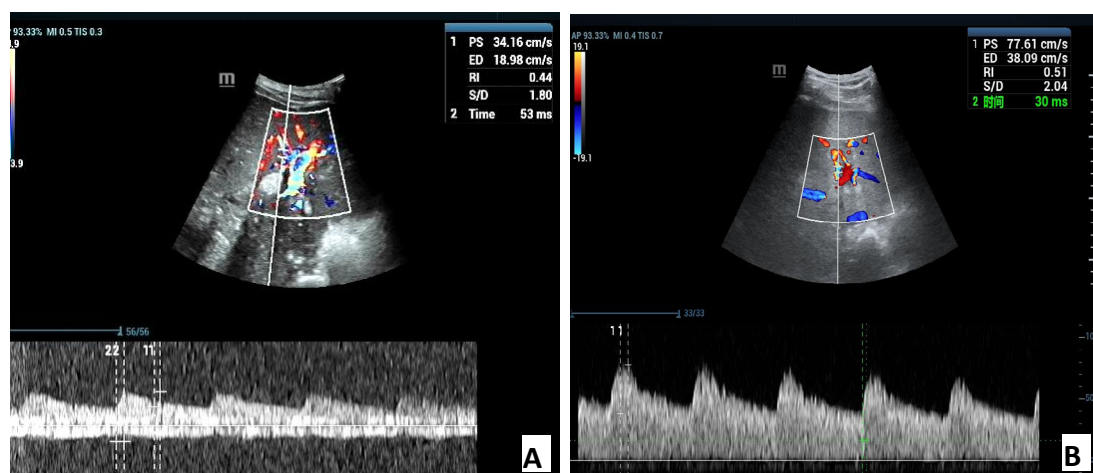


图1 肝移植术后胆道狭窄组与对照组患者肝内动脉频谱多普勒超声

注: A 图示胆道狭窄组的肝内动脉流速减低, $RI < 0.5$; B 图对照组的肝内动脉流速较高, $RI > 0.5$ 。

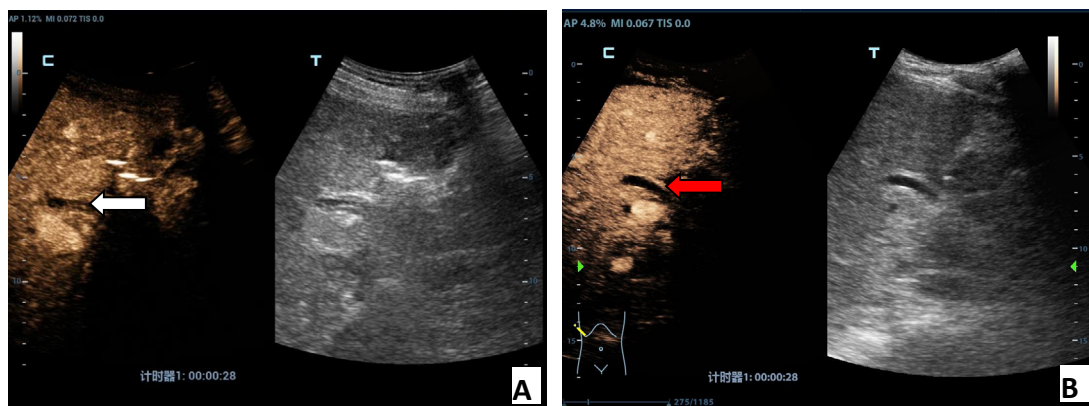


图2 肝移植术后胆道狭窄组与对照组患者胆管壁超声造影

注: A 图示胆道狭窄组患者肝门部胆管壁(白箭头处)行超声造影, 动脉期(28 s)胆道壁呈低增强; B 图示对照组患者肝门部胆管壁(红箭头处)行超声造影, 动脉期(28 s)胆道壁呈高增强。

2.3 两组患者肝内PSV 胆道狭窄组患者术后第1 d 左肝动脉PSV显著低于对照组 ($z = -2.837$, $P = 0.005$), 两组患者右肝动脉PSV差异无统计学意义 ($z = -1.279$, $P = 0.201$), 见表1。

2.2 两组患者RI 以随访期间出现次数 ≥ 2 次作为判断RI状态的标准, 胆道狭窄组患者左肝动脉和右肝动脉RI减低发生率均显著高于对照组 (P 均 < 0.05), 胆道狭窄组患者左肝动脉RI正常的发生率显著低于对照组 ($\chi^2 = 8.540$, $P = 0.003$), 两组间

右肝动脉RI正常和左右侧肝动脉RI升高发生率差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05), 见表2。

2.3 两组患者肝内三级胆道扩张程度及胆道缺血发生率 胆道狭窄组术后三级胆道扩张发生率显著高于对照组 [57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37)], 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$)。超声造影示胆道狭窄组患者胆道缺血发生率显著高于对照组 [57.1% (16/28) vs 10.8% (4/37)], 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 16.062$, $P < 0.001$)。

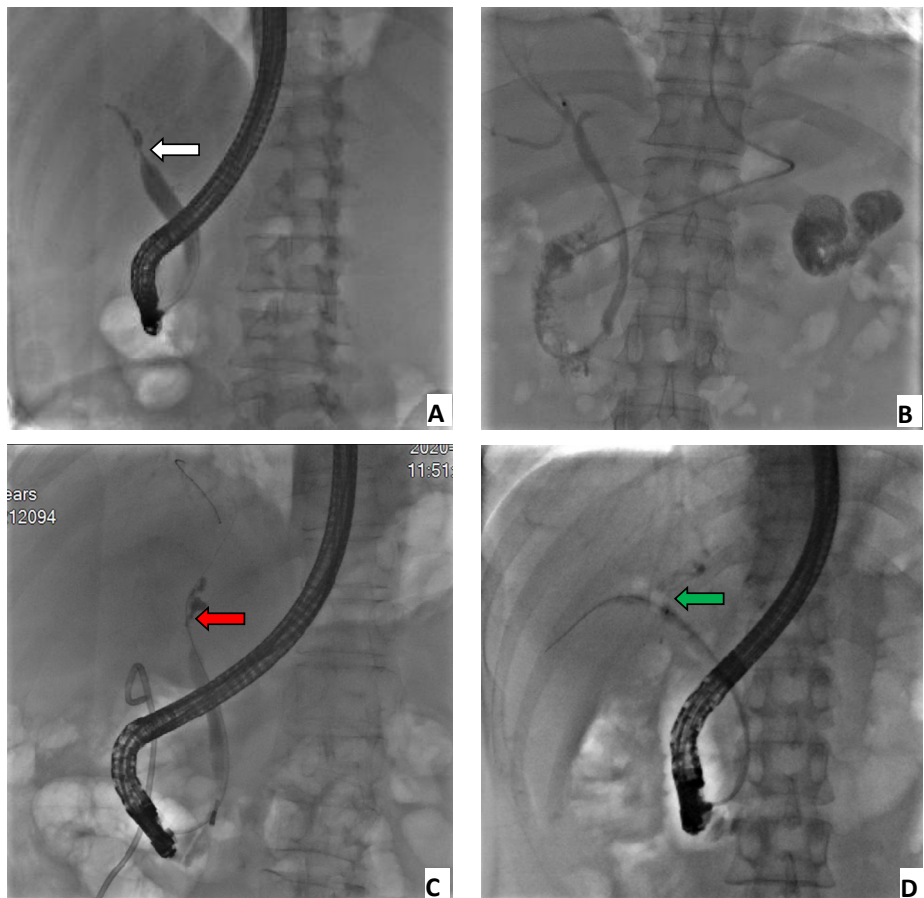


图3 肝移植术后胆道狭窄组与对照组患者 ERCP

注: A 图示胆道狭窄组患者肝门部胆道可见一长约 20 mm 的狭窄段(白箭头处), 肝内胆道呈节段性狭窄, 右肝内胆道可见片状造影剂弥散, 肝内胆道结构显示不清; B 图示对照组的胆道未见狭窄、结石及胆漏; C 图示胆道吻合口见一长约 8 mm 的狭窄段, 左肝肝内胆管可见一瘘口(红箭头处), 造影剂经瘘口渗入肝外; D 图示肝门部胆管可疑充盈缺损(绿箭头处), 在导丝引导下球囊拖拽肝外胆管, 取出一直径约 2 mm 的成型结石。

表1 胆道狭窄组与对照组患者肝移植术后第1 d 肝内 PSV [$M(p_{25}, p_{75})$, cm/s]

组别	左肝动脉	右肝动脉
胆道狭窄组(28例)	38.5 (26.5, 54.0)	46.5 (36.5, 68.5)
对照组(37例)	53.0 (40.0, 67.0)	51.0 (42.5, 75.0)
z 值	-2.837	-1.279
P 值	0.005	0.201

表2 胆道狭窄组与对照组患者 RI

组别	RI减低		RI正常		RI升高	
	左肝动脉	右肝动脉	左肝动脉	右肝动脉	左肝动脉	右肝动脉
胆道狭窄组(28例)	11(39.3)	9(32.1)	14(50.0)	17(60.7)	3(10.7)	2(7.1)
对照组(37例)	4(10.8)	4(10.8)	31(83.8)	29(78.4)	2(5.4)	4(10.8)
χ^2 值	7.280	4.533	8.540	2.404	0.106*	0.005*
P值	0.007	0.033	0.003	0.121	0.745	0.942

注: * 为采用连续校正 χ^2 检验, 其余为 Pearson χ^2 检验。

3 讨论

胆道并发症是肝移植术后最严重的并发症之一, 发病率高达10%~25%, 常发生在术后3个月至1年间^[6-8], 包括胆漏、胆道狭窄、胆道缺血性改变和胆道结石^[9], 其中以胆道狭窄和胆漏最常见, 胆道狭窄可分为吻合口狭窄和非吻合口狭窄。ERCP和PTC是目前肝移植术后胆道并发症诊断的金标准, ERCP内镜治疗也被认为是胆道并发症的首选。但由于以上两种检查的有创性及可能出现的并发症, 在诊断方面可优先选择其他非侵入性方法^[11]。超声检查已成为肝移植术后常规检测方法, 其不但可评估移植肝的形态及实质回声, 还可直观观察肝内外胆道有无扩张, 胆道壁厚度、回声及是否光滑, 胆道内部有无异常回声, 测量胆道内径及胆道壁厚度, 更为重要的是, 频谱多普勒能够测量肝动脉数据, 提示肝动脉是否通畅及肝脏血供状态。

肝动脉是胆道的唯一供血来源, 缺乏足够的肝动脉流量被认为是胆道并发症的危险因素^[10], 肝动脉狭窄或血栓形成与肝移植术后胆道并发症的发生密切相关^[11]。RI是肝动脉频谱多普勒最重要的指标之一, 其反映的是肝动脉血管床阻力变化, 不受测量角度影响, 重复性较好。RI < 0.5, 加速时间 > 80 ms被定义为ParvusTardus波形^[12]。RI减低最常见原因是近心端肝动脉狭窄, 远心端肝动脉发生适应性扩张。ParvusTardus波形的出现强烈提示肝动脉狭窄^[13], 是目前诊断肝移植术后肝动脉狭窄较为敏感的指标。

RI可间接反映胆道血供状态^[14], 术后1周肝动脉RI被认为是缺血性胆道病变的独立影响因素^[15]。Liao等^[16]研究表明肝动脉RI ≤ 0.57可作为非侵入性预测小儿肝移植术后吻合口胆道并发症的指标。国内学者唐彬等^[17]认为术后1个月肝动脉RI ≤ 0.66是术后胆道并发症的独立危险因素。也有一些非狭窄原因可导致肝动脉RI减低, 如肝动脉痉挛、有效循环容量不足或肝动脉硬化等, 肝移植术后早期肝动脉RI会一过性升高^[18], 经2~3周逐步下降至正常。

本研究表明, 肝移植术后1个月内出现1次RI减低可能是暂时性的肝动脉痉挛或受压, 但出现2次以上阻力指数减低时, 则应该考虑肝动脉狭窄。因此, 肝动脉RI < 0.5时应定期复查。有研究证实胆道并发症患者早期肝动脉RI升高^[19], 与本研究不符, 可能原因是测量位置不同, 肝动脉严重狭窄时近心端血流频谱搏动性增高, 呈现低流速及高阻力特征, 并且以高阻力为主要特征^[20]。而远心端肝动脉由于灌注严重不足, 频谱则以低流速及低阻力为主要特征, 表现为典型的ParvusTardus波形, 本研究测量位置为肝内动脉, 符合肝动脉狭窄远心端血流动力学改变。

肝内动脉PSV是衡量肝动脉血流量的一个重要指标, PSV减低代表肝脏灌注量减少, 可导致胆道供血不足引起缺血性损伤。研究表明肝动脉PSV减低与胆道并发症具有相关性^[19,21]。本研究中, 胆道狭窄组左肝动脉PSV减低明显, 右肝动脉PSV减低不明显, 可能原因是左肝动脉及右肝动脉的解剖位置不同, 在肝动脉狭窄中, 左肝动脉PSV减低较右肝动脉更明显。毛永江等^[22]研究表明胆道并发症患者肝固有动脉PSV明显升高, 肝动脉狭窄多发生于肝固有动脉吻合口附近, 彩色多普勒超声表现为五彩镶嵌状血流信号, 频谱多普勒可在狭窄部位检测到高速湍流信号。但在临床实践中, 肝固有动脉因受腹壁伤口敷料、胃肠气体、腹壁脂肪等因素干扰, 常无法直接显示肝固有动脉。故本研究选择了相对容易测量的肝内动脉作为研究对象。

肝移植术后胆道狭窄的直接表现为胆道吻合口内径弥漫性狭窄或节段性狭窄, 间接特征表现为肝内胆道弥漫性扩张, 胆道壁水肿增厚, 管壁毛糙。既往研究表明在术后早期(1个月内)正常肝移植术后患者均可呈现胆道轻微扩张或胆道壁毛糙增厚, 但术后1个月后胆道不应出现以上异常改变^[2,23]。胆道壁超声造影技术可直观反映胆道壁血流微灌注情况^[24]。以肝门部胆管壁动脉期呈无或低增强为标准可早期诊断缺血性胆管病变^[25]。对肝移植术后胆道

非吻合口狭窄有较高的诊断价值^[4]。多种因素造成的胆道壁血流灌注不足均可通过胆道壁超声造影增强程度来评价。本研究中所有患者在术后1个月内均常规行胆道壁超声造影,被诊断为胆道壁血流灌注不足的患者均采用血管扩张药物改善胆道壁微循环,经治疗后胆道壁血流灌注转为正常。后复查超声造影均未出现胆道壁缺血性坏死。

本研究尚有一些不足,第一是样本量相对较少,主要原因是胆道狭窄组须以ERCP或PTC为金标准纳入,由于以上两种检查创伤性较大,部分症状较轻的患者不愿接受相关检查而无法被纳入研究;对照组以检验资料及影像学结果为纳入标准,部分患者因非胆道原因的肝功能异常而被排除在研究对象之外,后续工作中应扩大病例数后继续研究。第二,超声检查结果可能受操作者个人经验影响,为使评价指标具有较好的一致性,本研究入组人群的超声检查均由2名固定的移植超声医师负责,稳定性较好。第三,肝移植术后胆道狭窄形成机制错综复杂,肝动脉并发症作为较明确的危险因素而被大家认可,而免疫和感染因素近来也被相关学者重视^[26,27]。本研究人群临床指标均未提示明确排斥反应及感染证据。

综上,肝移植术后胆道狭窄与胆道血供异常密切相关,利用肝内动脉频谱多普勒特征性改变和胆道壁超声造影可动态监测胆道血供状态。肝内动脉RI减低、峰值流速明显减低、肝内胆管扩张、胆道壁超声造影提示灌注不佳,这些异常与肝移植术后胆道狭窄发生相关,提示临床应早期干预并治疗。

参考文献

- [1] JIMÉNEZ-ROMERO C, MANRIQUE A, GARCÍA-CONDE M, et al. Biliary complications after liver transplantation from uncontrolled donors after circulatory death: incidence, management, and outcome[J]. *Liver Transpl*, 2020, 26(1): 80-91.
- [2] 李霄, 陶开山. 中国肝移植术后并发症诊疗规范(2019版)[J/CD]. *中华移植杂志(电子版)*, 2019, 13(4): 269-272.
- [3] 刘垚, 蒋力, 穆毅, 等. 肝移植后胆道铸型综合征研究进展[J/CD]. *中国肝脏病杂志(电子版)*, 2010, 2(3): 41-44.
- [4] 毛永江, 郑荣琴, 任杰, 等. 肝移植术后胆道狭窄的超声表现[J]. *中华超声影像学杂志*, 2008, 17(12): 1045-1047.
- [5] 任杰, 郑荣琴. 肝移植术后胆道并发症的超声诊断进展[J]. *器官移植*, 2016, 7(3): 167-170.
- [6] 郭亚飞, 黄德好, 吴维, 等. ERCP在原位肝移植术后早期胆道并发症中的应用[J/CD]. *中华肝脏病杂志(电子版)*, 2020, 9(4): 360-364.
- [7] MOY B T, BIRK J W. A review on the management of biliary complications after orthotopic liver transplantation[J]. *J Clin Transl Hepatol*, 2019, 7(1): 61-71.
- [8] SHAMSAEEFAR A, NIKEGHBAIAN S, KAZEMI K, et al. Thirteen-year evaluation of the management of biliary tract complication after deceased donor liver transplantation[J]. *Prog Transplant*, 2017, 27(2): 192-195.
- [9] 曹佳鑫, 靳二虎. 肝移植术后胆道并发症的影像诊断[J]. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42(5): 569-574.
- [10] KIM P T, FERNANDEZ H, GUPTA A, et al. Low measured hepatic artery flow increases rate of biliary strictures in deceased donor liver transplantation: an age-dependent phenomenon[J]. *Transplantation*, 2017, 101(2): 332-340.
- [11] COELHO J C U, LEITE L O, MOLENA A, et al. Biliary complications after liver transplantation[J]. *Arq Bras Cir Dig*, 2017, 30(2): 127-131.
- [12] KIM J S, KIM K W, CHOI S H, et al. Hepatic artery occlusion after liver transplantation in patients with doppler ultrasound abnormality: increasing sensitivity of contrast-enhanced ultrasound diagnosis[J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(3): 459-468.
- [13] 武红涛. 器官移植术后超声监测的影像学分析[J]. *实用器官移植电子杂志*, 2019, 7(6): 482.
- [14] BOHORQUEZ H, SEAL J B, COHEN A J, et al. Safety and outcomes in 100 consecutive donation after circulatory death liver transplants using a protocol that includes thrombolytic therapy[J]. *Am J Transplant*, 2017, 17(8): 2155-2164.
- [15] 罗羽鸥, 杨晓玲, 李川. 肝移植术后缺血型胆道病变发生危险因素分析[J]. *实用肝脏病杂志*, 2020, 23(3): 439-442.
- [16] LIAO F M, CHANG M H, HO M C, et al. Resistance index of hepatic artery can predict anastomotic biliary complications after liver transplantation in children[J]. *J Formos Med Assoc*, 2019, 118(1 Pt 2): 209-214.
- [17] 唐彬, 王宇, 周杰, 等. 肝移植术后胆道并发症的危险因素分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2011, 20(1): 1-5.
- [18] GOLDBERG D S, KARP S J, MCCAULEY M E, et al. Interpreting outcomes in DCDD liver transplantation: first report of the multicenter IDOL consortium[J]. *Transplantation*, 2017, 101(5): 1067-1073.
- [19] 刘景云, 黄道中, 张青萍, 等. 彩色多普勒超声检测移植肝血流变化预测胆道并发症发生的可行性[J]. *中国超声医学杂志*, 2006, 22(10): 768-770.
- [20] 叶小翠, 贾秀芬. 超声评估颈内动脉颅内段重度狭窄或闭塞[J]. *医学影像学杂志*, 2017, 27(6): 1049-1051.
- [21] 俞飞虹, 林红军, 彭晓静, 等. 彩色多普勒超声对肝移植术后胆道并发症早期预测的价值[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2011, 31(9): 1351-1354.
- [22] 毛永江, 郑荣琴, 曹君妍, 等. 肝移植术后胆道并发症的肝动脉彩色多普勒超声表现[J]. *中华肝脏病杂志(电子版)*, 2015, 4(1): 46-49.
- [23] 卢西梅, 康燕飞, 宋智勇, 等. 彩色多普勒超声检查诊断肝移植术后胆道并发症价值分析[J]. *实用肝脏病杂志*, 2019, 22(4): 589-592.
- [24] 廖梅, 童歌, 曹君妍, 等. 超声参数-造影剂到达时间成像在肝移植术后缺血性胆管炎中的诊断价值[J/CD]. *中华移植杂志(电子版)*, 2019, 13(3): 210-214.
- [25] 廖梅, 吕艳, 郭欢仪, 等. 肝移植后缺血性胆管炎超声造影到达时间成像分析的初步研究[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2019, 28(2): 144-149.
- [26] 张起帆, 朱晨, 林建华, 等. 肝移植术后非吻合口胆道狭窄危险因素的Logistic分析[J]. *中国现代普通外科进展*, 2011, 14(6): 446-449, 469.
- [27] ZHANG J, REN F G, LIU P, et al. Characteristics of fecal microbial communities in patients with non-anastomotic biliary strictures after liver transplantation[J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(46): 8217-8226.

收稿日期: 2020-09-04

赵宁波, 邓芬, 张瑜, 等. 肝移植术后胆道狭窄的早期多模态超声改变[J/CD]. *中国肝脏病杂志(电子版)*, 2022, 14(2): 63-68.