

· 临床研究 ·

# 超声造影在肝移植术后肝动脉血栓 诊断中的应用

卢强 钟晓绯 凌文武 马琳 罗燕

**【摘要】** 目的 评估超声造影在肝移植术后肝动脉血栓(HAT)诊断中的价值。方法 2004年1月至2012年8月在四川大学华西医院肝移植中心行肝移植手术的患者810例。患者术后均接受了彩色多普勒超声(彩超)检查,其中有58例怀疑HAT,从而继续接受超声造影检查。以肝动脉血管造影、手术结果和临床随访作为金标准,计算超声造影诊断HAT的敏感度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值。结果 超声造影诊断16例HAT,正确诊断15例,误诊1例,无漏诊病例。超声造影诊断HAT的敏感度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为1.0、0.977、0.983、0.938和1.0。本组患者HAT发生率和病死率分别为1.9%和53%。结论 肝移植术后彩超检查怀疑HAT时应立即行超声造影检查,超声造影诊断肝动脉通畅的患者可避免肝动脉血管造影检查。

**【关键词】** 肝移植; 超声; 造影剂; 肝动脉血栓; 诊断

**【中图分类号】** R617 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445(2014)02-0005-06

**Application of contrast-enhanced ultrasound in diagnosis of hepatic artery thrombosis after liver transplantation** Lu Qiang, Zhong Xiaofei, Ling Wenwu, Ma Lin, Luo Yan. Department of Ultrasound, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Luo Yan, Email: luoyand@126.com

**【Abstract】 Objective** To assess the value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the diagnosis of hepatic artery thrombosis (HAT) after liver transplantation. **Methods** From January 2004 to August 2012, 810 patients who underwent liver transplantation in Liver Transplantation Center of West China Hospital of Sichuan University were enrolled in this study. All the recipients received Doppler ultrasound scanning after operation. CEUS examination was performed in 58 patients with suspected HAT. Based on the gold standards of hepatic artery angiography, surgical outcome and clinical follow-up, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of CEUS in diagnosing HAT were calculated. **Results** Sixteen cases were diagnosed with HAT by CEUS, in which 15 were confirmed, one was misdiagnosed and no case was missed. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of CEUS in diagnosing HAT were 1.0, 0.977, 0.983, 0.938 and 1.0 respectively. The incidence and mortality of HAT were 1.9%, 53% respectively in the study. **Conclusions** When suspected with HAT by Doppler ultrasound after liver transplantation, patients should immediately receive CEUS. Patients with unobstructed hepatic artery diagnosed by CEUS can avoid receiving hepatic artery angiography.

**【Key words】** Liver transplantation; Ultrasound; Contrast agent; Hepatic artery thrombosis; Diagnosis

肝移植是治疗终末期肝病的有效方法。在供肝紧缺的情况下,移植物失功是移植科医师面临的棘

手问题之一<sup>[1]</sup>。肝动脉并发症是导致肝移植术后移植物失功的主要病因,且病死率较高<sup>[2-3]</sup>。肝动

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2014.02.005

基金项目: 四川省科技支撑计划(2011FZ0016)

作者单位: 610041 成都,四川大学华西医院超声科

通讯作者: 罗燕, Email: luoyand@126.com

脉血栓 (HAT) 是肝移植术后常见的肝动脉并发症, 文献报道的发生率为 2% ~ 5%<sup>[4-6]</sup>。早期诊断、早期外科干预是治疗 HAT 的关键。因此, HAT 的诊断极为重要, 目前肝动脉血管造影是诊断 HAT 的金标准, 但肝动脉血管造影的应用受到其有创性和需要将患者从重症监护室 (ICU) 运送至放射科检查等因素的影响, 限制了其使用范围<sup>[7]</sup>。彩色多普勒超声 (彩超) 检查是肝移植术后评估肝动脉的首选检查方法, 文献报道其诊断 HAT 的敏感度为 0.75 ~ 1.0<sup>[8-9]</sup>, 甚至可在临床或生化指标出现异常前作出诊断。然而, 彩超检查的诊断准确性易受到诸如肠道气体、呼吸、肝动脉收缩期流速降低及仪器的影响<sup>[10]</sup>。当肝动脉管径纤细、流速较低时, 彩超判断有否 HAT 较为困难<sup>[11-12]</sup>。因此, 临床需要寻找一种无创、准确的方法来早期诊断 HAT。近年, 超声造影因其能有效显示血流信息, 故常用于评价血管病变。有研究表明, 超声造影在很大程度上提高了超声在局灶性病变和血管通畅性方面的诊断能力<sup>[13-14]</sup>。本研究对超声怀疑 HAT 的患者进一步行超声造影, 旨在了解超声造影在肝移植术后 HAT 诊断及治疗决策中的作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

2004 年 1 月至 2012 年 8 月在四川大学华西医院肝移植中心行肝移植手术的患者 810 例。全部患者均于肝移植术后首周内每日行彩超检查。有 62 例患者由于彩超检查时未能在肝门部、肝内门静脉周边探及肝动脉信号, 怀疑 HAT, 从而继续接受超声造影检查。其中 4 例由于随访资料不完整排除出研究。本研究最终纳入 58 例患者, 其中男 47 例, 女 11 例, 年龄 30 ~ 69 岁, 中位年龄 45 岁。

### 1.2 超声检查

超声检查由具有 5 年以上腹部超声检查经验的超声科医师完成。使用的仪器: 西门子 SEQOIA512, 凸阵探头, 频率 1 ~ 6 MHz; 飞利浦 IU22, 凸阵探头, 频率 2 ~ 5 MHz 或 1 ~ 5 MHz。超声造影剂使用第二代微泡造影剂声诺维 (SonoVue), 用生理盐水 4.8 ml 稀释、振荡成混悬液备用。超声造影时使用 20 G 留置针在肘正中静脉建立通道, 调节仪器使用低机械指数造影模式。团注配制好的微泡混悬液 1.2 ml, 尾随注入生理盐

水 5 ml。观察肝门部动脉期、门静脉期及实质期的增强情况, 并留存动态文件用于图像分析。

### 1.3 肝动脉造影

肝动脉造影使用的是西门子 Multistar 成像系统。经皮肤穿刺右侧股动脉, 使导管进入肝动脉后以 8 ml/s 的速率注射造影剂欧乃派克 40 ml 来显示肝动脉的通畅情况。

### 1.4 研究方法

内容包括: (1) 了解患者 HAT 的发生情况, 所有患者均予随访, 复查彩超, 如彩超有异常者再行超声造影; (2) 以肝动脉血管造影、手术结果和临床随访结果作为金标准, 计算超声造影诊断 HAT 的敏感度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值; (3) 所有 HAT 患者予治疗并随访, 了解其预后; (4) 总结我院诊断 HAT 的流程。

## 2 结果

### 2.1 肝动脉血栓的发生情况

本组 810 例肝移植患者中 15 例出现了 HAT, 包括男 13 例, 女 2 例, 发生率为 1.9%。其中 13 例 HAT 发生在在术后 1 个月内, 2 例发生在术后 1 个月以后。

### 2.2 超声造影诊断肝动脉血栓的准确性

超声造影时 HAT 患者的肝动脉走行区未见造影剂充盈 (图 1~3)。58 例彩超怀疑 HAT 患者中, 经超声造影诊断为 HAT 16 例。其中 9 例 HAT 被肝动脉造影证实 (图 1), 5 例 HAT 经手术证实 (图 2), 1 例迟发性 HAT 和 43 例通畅肝动脉由临床随访证实, 故超声造影正确诊断 15 例, 误诊 1 例, 无漏诊病例。1 例误诊患者, 其超声造影诊断为 HAT, 但被肝动脉血管造影证实为血流通畅、流速降低, 在随访过程中彩超复查显示出被误诊血栓的肝动脉, 证明该动脉是通畅的 (图 3)。超声造影诊断 HAT 的敏感度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为 1.0、0.977、0.983、0.938 和 1.0。

### 2.3 随访结果

15 例 HAT 患者中有 12 例接受了取栓手术。1 例患者因肝动脉假性动脉瘤出现反复消化道大出血, 经介入手术放置覆膜支架, 但因肝动脉扭曲而失败, 故行外科手术。在切除假性动脉瘤的术中, 超声显示 HAT, 为避免出血行肝固有动脉结扎。术后第 2 日, 超声造影显示肝动脉侧枝循环形成。

2 例迟发性 HAT 未接受手术治疗, 其后超声造影均显示肝动脉侧枝的形成 (1 例迟发性 HAT 患者不仅显示出肝门部簇状的细小动脉, 也显示出肝内胆管壁的不均匀增厚), 其中 1 例出现了肝左叶脓肿, 行肝脓肿穿刺引流。15 例 HAT 患者中 8 例 (53%) 死于肝衰竭; 7 例存活, 包括 3 例肝动脉取栓术后血管再通, 2 例迟发性 HAT 肝动脉侧枝

形成, 1 例二次肝移植, 1 例肝固有动脉结扎术后肝动脉侧枝形成。

### 2.4 肝动脉血栓的诊断流程

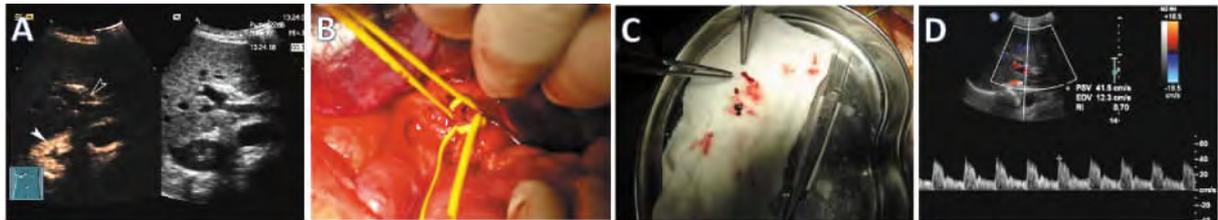
在本研究早期, 当彩超怀疑 HAT 时常例行肝动脉血管造影检查, 当 HAT 被肝动脉血管造影证实后立即行肝动脉切开取栓术。在最初 8 例 HAT 均被超声造影和肝动脉血管造影证实后, 基于对超



注: 患者 43 岁。A 图为彩超在肝门部门静脉旁未探及肝动脉血流。B 图为超声造影未显示肝动脉血流, 可见肝右叶局灶性的无灌注区, 提示梗死灶。C 图动脉造影能显示肝总动脉 (箭头所指), 但肝固有动脉及肝内动脉未见显示, 证实了超声造影诊断 HAT 正确

图 1 1 例肝移植术后肝动脉血栓女性患者的影像学表现

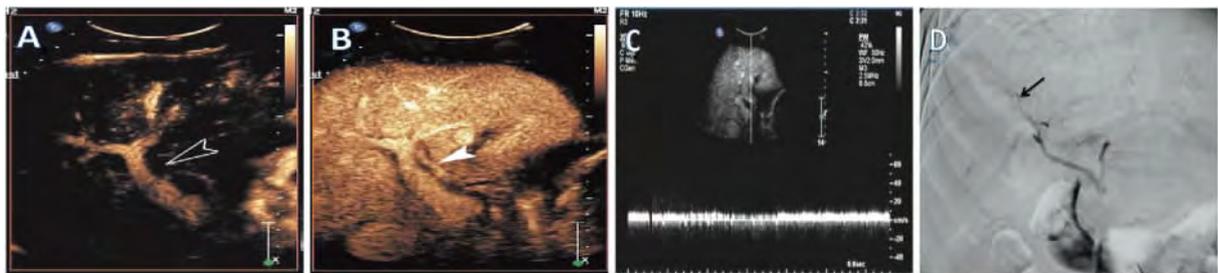
Fig. 1 Imaging findings of a female patient with hepatic artery thrombosis after liver transplantation



注: 患者 41 岁。A 图示超声造影动脉期在肝门部未见增强信号 (空心箭头所示), 而右侧肾脏可见动脉灌注 (实心箭头所示)。B 图示手术证实 HAT。C 图示从肝动脉内取出的栓子。D 图为术后的彩超检查显示恢复正常的肝动脉血流

图 2 1 例肝移植术后肝动脉血栓男性患者的影像学表现及术中情况

Fig. 2 Imaging findings and intraoperative situation of a male patient with hepatic artery thrombosis after liver transplantation



注: 患者 32 岁, 术后第 1 日超声造影误诊为 HAT。A 图示超声造影动脉期在肝门部未见肝动脉显示 (箭头所示), 门静脉清晰可见。B 图示超声造影时肝实质灌注均匀, 在门静脉旁可见 1 条可疑肝动脉的血管。C 图为彩超探查上述可疑血管, 流速频谱提示血流低, 无搏动性。D 图为肝动脉造影显示肝动脉通畅 (箭头所示), 但流速低、染色淡

图 3 1 例误诊为肝移植术后肝动脉血栓男性患者的影像学表现

Fig. 3 Imaging findings of a male patient who was misdiagnosed with hepatic artery thrombosis after liver transplantation

声造影诊断 HAT 的认可和减少创伤性检查的意愿，与外科医师达成一致意见，当超声造影肯定诊断 HAT 时，不再行肝动脉血管造影，而直接行取栓手术。目前我们中心的 HAT 诊断流程见图 4。

### 3 讨 论

近年来，由于外科技术、重症监护技术的进步及术后并发症的早期发现，肝移植术后患者的存活率有了很大提高<sup>[15-16]</sup>。然而，肝移植术后血管相关并发症，特别是 HAT 严重威胁着移植植物及患者的存活<sup>[17]</sup>。本组研究中，HAT 的发生率为 1.9%，而病死率却高达 53.3%。因此，HAT 的早期诊断与及时干预对于改善肝移植术后 HAT 患者预后十分重要。早期有关超声造影在肝动脉显像方面的文献提示超声造影可以避免彩超显像的局限性，从而提高评估血管通畅性的准确性<sup>[18-21]</sup>。

超声造影中应用的显像剂声诺维是血池造影剂，可以提供实时的组织微灌注及较大血管的通畅信息。在前期的研究中，相对于超声检查，超声造

影可以提高肝移植术后 HAT 的诊断率，减少对价格昂贵且有创的血管造影的需求。本研究结果提示超声造影在 HAT 诊断中的阴性预测值为 1.0，表明如果超声造影在动脉期能显示出肝动脉，则能准确而有效地排除 HAT，从而避免有创性的肝动脉造影检查。在临床工作中，当彩超怀疑 HAT，应立即进行超声造影检查，肝动脉造影只用于超声造影阳性或者可疑阳性的患者。我们在多年实践的经验的基础上，总结出诊断 HAT 的流程，使患者得到早期诊断与治疗。

超声造影时，肝动脉的血流早于门静脉血流到达肝脏。当肝动脉的血流速度大幅度降低，由于肝动脉管径较门静脉纤细，肝动脉血流的显示可能受到邻近门静脉的干扰。本组患者中超声造影误诊 1 例。该患者的临床表现及肝功能检查均无特殊表现，彩超未能在肝门部及肝内探及搏动性肝动脉血流，超声造影时动脉期在肝门部未能显示肝动脉，故提示 HAT。进一步行肝动脉超声造影检查，提示肝动脉通畅，流速降低。在术后第 3 日的彩超随

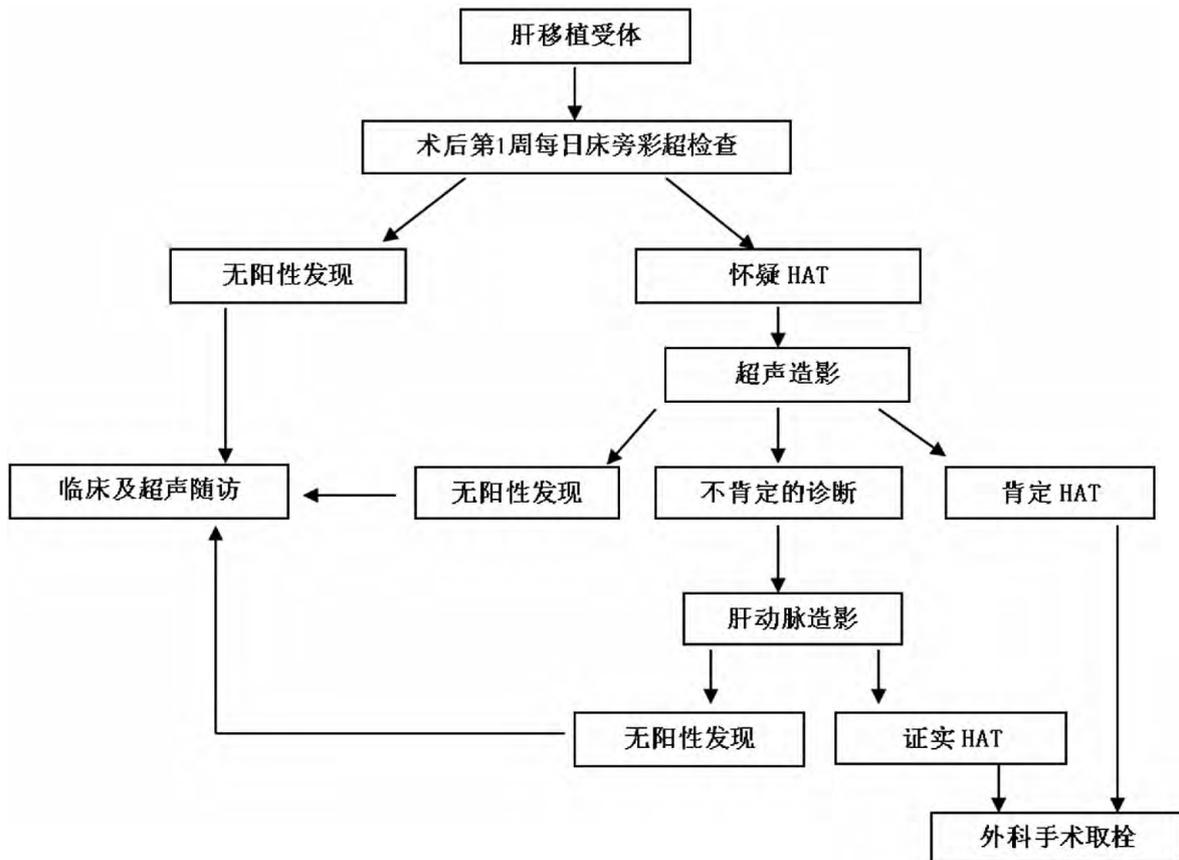


图 4 四川大学华西医院肝移植中心肝动脉血栓诊断流程图

Fig. 4 Flow chart of diagnosis of hepatic artery thrombosis in Liver Transplantation Center of West China Hospital of Sichuan University

访中能探及正常的肝动脉血流。具体原因未明,复习有关文献,曾有报道指出脾动脉盗血综合征会造成对移植肝的影响,主要表现在肝动脉流速降低,甚至出现反向血流<sup>[22]</sup>。当肝移植术后出现脾动脉盗血,导致肝动脉的血流速度大幅度降低甚至反向时,肝动脉的血流可能晚于门静脉到达肝脏,超声造影动脉期不能显示肝动脉结构,门脉期时又受到邻近门静脉增强信号的干扰,造成超声造影对 HAT 的误诊。

当彩超不能探及肝固有动脉,却能探及肝内动脉的低阻低速血流,则要怀疑 HAT 伴侧枝循环形成<sup>[23]</sup>。超声造影可以清晰地显示肝门部肝动脉的侧枝及通畅的肝内动脉。1 例迟发性 HAT 患者不仅显示出肝门部簇状的细小动脉,也显示出肝内胆管壁的不均匀增厚,这可能是肝内动脉血供不足致使肝内胆管缺血造成。

综上所述,超声造影是肝移植术后诊断 HAT 的一项准确、无创的检查。肝移植术后彩超检查怀疑 HAT 时应立即行超声造影检查,超声造影的阴性结果可避免肝动脉造影检查。

#### 参考文献:

- [1] Hom BK, Shrestha R, Palmer SL, et al. Prospective evaluation of vascular complications after liver transplantation: comparison of conventional and microbubble contrast-enhanced US [J]. *Radiology*, 2006, 241 (1): 267-274.
- [2] Väli T, Tein A, Tiganik V, et al. Vascular complications after orthotopic liver transplantation in Estonia [J]. *Transplant Proc*, 2013, 45 (3): 1201-1203.
- [3] Itri JN, Heller MT, Tublin ME. Hepatic transplantation: postoperative complications [J]. *Abdom Imaging*, 2013, 38 (6): 1300-1333.
- [4] Hilmi IA, Planinsic RM. Live liver donors: are they at a higher risk for post-operative thrombotic complications? [J]. *World J Transplant*, 2012, 2 (1): 1-4.
- [5] Heaton ND. Hepatic artery thrombosis: conservative management or retransplantation? [J]. *Liver Transpl*, 2013, 19 (Suppl 2): S14-S16.
- [6] Nemes B, Gaman G, Gelley F, et al. Technical risk factors for hepatic artery thrombosis after orthotopic liver transplantation: the hungarian experience [J]. *Transplant Proc*, 2013, 45 (10): 3691-3694.
- [7] Werneck CC, Lindsay TF. Tibial angioplasty for limb salvage in high-risk patients and cost analysis [J]. *Ann Vasc Surg*, 2009, 23 (5): 554-559.
- [8] Tamsel S, Demirpolat G, Killi R, et al. Vascular complications after liver transplantation: evaluation with Doppler US [J]. *Abdom Imaging*, 2007, 32 (3): 339-347.
- [9] Adams B, Chiem D, Wang C, et al. Combined bilateral lung-liver transplantation complicated by intraoperative right ventricular dysfunction and postoperative hepatic artery thrombosis [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27 (6): 1343-1346.
- [10] Casadaban L, Parvinian A, Tzvetanov IG, et al. Unconventional extrahepatic neovascularization after transplant hepatic artery thrombosis: a case report [J]. *Transplant Proc*, 2013, 45 (7): 2841-2844.
- [11] Choi EK, Lu DS, Park SH, et al. Doppler US for suspicion of hepatic arterial ischemia in orthotopically transplanted livers: role of central versus intrahepatic waveform analysis [J]. *Radiology*, 2013, 267 (1): 276-284.
- [12] Luo Y, Fan YT, Lu Q, et al. CEUS: a new imaging approach for postoperative vascular complications after right-lobe LDLT [J]. *World J Gastroenterol*, 2009, 15 (29): 3670-3675.
- [13] Lee SJ, Kim KW, Kim SY, et al. Contrast-enhanced sonography for screening of vascular complication in recipients following living donor liver transplantation [J]. *J Clin Ultrasound*, 2013, 41 (5): 305-312.
- [14] Clevert DA, Sommer WH, Zengel P, et al. Imaging of carotid arterial diseases with contrast-enhanced ultrasound (CEUS) [J]. *Eur J Radiol*, 2011, 80 (1): 68-76.
- [15] van Keimpema L, Nevens F, Adam R, et al. Excellent survival after liver transplantation for isolated polycystic liver disease: an European liver transplant registry study [J]. *Transpl Int*, 2011, 24 (12): 1239-1245.
- [16] Sanchez-Fueyo A. Tolerance profiles and immunosuppression [J]. *Liver Transpl*, 2013, 19 (Suppl 2): S44-S48.
- [17] Duffy JP, Hong JC, Farmer DG, et al. Vascular complications of orthotopic liver transplantation: experience in more than 4,200 patients [J]. *J Am Coll Surg*, 2009, 208 (5): 896-905.
- [18] Lyu SQ, Wang P, Zheng RQ, et al. Differential diagnosis of early and later hepatic artery thrombosis after liver transplantation by contrast-enhanced ultrasonography [J]. *Organ Transplant*, 2012, 3 (5): 258-261, 277.

吕素琴, 王平, 郑荣琴, 等. 肝移植术后早期及晚

- 期肝动脉血栓的超声造影鉴别诊断[J]. 器官移植, 2012, 3 (5): 258-261, 277.
- [19] Fontanilla T, Noblejas A, Cortes C, et al. Contrast-enhanced ultrasound of liver lesions related to arterial thrombosis in adult liver transplantation [J]. J Clin Ultrasound, 2013, 41 (8): 493-500.
- [20] Zheng RQ, Mao R, Ren J, et al. Contrast-enhanced ultrasound for the evaluation of hepatic artery stenosis after liver transplantation: potential role in changing the clinical algorithm [J]. Liver Transpl, 2010, 16 (6): 729-735.
- [21] Wang WP, Huang BJ, Ding H, et al. Preliminary application of contrast-enhanced ultrasonography in the diagnosis of the hepatic artery occlusion after liver transplantation [J]. Shanghai Med Imaging, 2006, 15 (4): 272-273.
- 王文平, 黄备建, 丁红, 等. 超声造影在检测移植肝肝动脉栓塞中的初步应用 [J]. 上海医学影像, 2006, 15 (4): 272-273.
- [22] Dokmak S, Aussilhou B, Belghiti J. Liver transplantation and splenic artery steal syndrome: the diagnosis should be established preoperatively [J]. Liver Transpl, 2013, 19 (6): 667-668.
- [23] Chan RW, Wong J, Lai PB, et al. The potential clinical utility of serial plasma albumin mRNA monitoring for the post-liver transplantation management [J]. Clin Biochem, 2013, 46 (15): 1313-1319.
- (收稿日期: 2013-12-16)  
(本文编辑: 邬加佳 朱佩玲)

## 2014 年中华医学会外科学分会外科手术优秀视频展评活动通知

为促进我国外科医师手术技术交流, 展现当代外科医师风采, 发现和培养临床外科优秀人才, 由中华医学会外科学分会手术学组主办, 《中华肝脏外科手术学电子杂志》和西安交通大学附属第一医院共同承办, 奥林巴斯(北京)销售有限公司上海分公司协办的2014年中华医学会外科学分会外科手术优秀视频展评活动于2014年2月正式启动。入围选手将受邀参加2014年9月西安召开的中华医学会外科学分会手术学组年会暨2014年普通外科手术规范与技术创新高峰论坛, 会议期间进行手术视频展播、评比、表彰, 并与我国肝胆胰外科领域知名专家、学者现场点评、交流, 且优秀作品可在该刊优先发表。

一、征集时间: 2014年2月至8月。

二、征集对象: 肝脏外科领域的医师。

三、主题: 肝切除术(肝段切除、肝叶切除、半肝切除等), 展示开腹、腹腔镜下、机器人辅助、离体肝切除、ALPPS(联合肝脏分割和门静脉结扎的分阶段肝切除术)、肝血流阻断、前入路、绕肝悬吊、射频止血器、精准肝切除等手术技巧。

四、格式要求: 视频剪辑成长为10~15 min的精彩片段, 并保存为WMV格式。标明手术名称、术者、手术日期、关键操作的文字注解, 有配音解说更佳。

五、联系方式:

1. 请将视频刻录数据光盘寄至: 广州市天河区天河路600号中山大学附属第三医院肝病大楼4楼《中华肝脏外科手术学电子杂志》编辑部, 邮编510630

2. Email: chinaliver@126.com

3. 联系电话: 020-85253160

4. QQ号: 1625241853

《中华肝脏外科手术学电子杂志》编辑部