

TIPS术后支架狭窄或闭塞的研究现状

张建龙, 李迎春, 李松蔚

张建龙, 昆明医科大学第二附属医院影像医学与核医学
云南省昆明市 650101

李迎春, 李松蔚, 昆明医科大学第二附属医院放射科 云南
省昆明市 650101

张建龙, 昆明医科大学影像医学与核医学专业在读研究生, 主
要从事介入治疗、CT诊断方面的研究。

云南省卫生科技计划资助项目, Nos. 2012WS0107,
2014NS112

作者贡献分布: 本文综述由张建龙完成; 李迎春与李松蔚审校。

通讯作者: 李迎春, 教授, 主任医师, 650101, 云南省昆明市
昆明滇池大道374号, 昆明医科大学第二附属医院放射科。
yc303@vip.sina.com
电话: 0871-5351281-2241

收稿日期: 2015-09-22
修回日期: 2015-10-20
接受日期: 2015-10-26
在线出版日期: 2015-11-28

Shunt stenosis or occlusion after transjugular intrahepatic portosystemic shunt

Jian-Long Zhang, Ying-Chun Li, Song-Wei Li

Jian-Long Zhang, Department of Imaging and Nuclear
Medicine, Kunming Medical University, Kunming 650101,
Yunnan Province, China

Ying-Chun Li, Song-Wei Li, Department of Radiology, the
Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University,
Kunming 650101, Yunnan Province, China

Supported by: Health Science and Technology Program
of Yunnan Province, Nos. 2012WS0107 and 2014NS112

Correspondence to: Ying-Chun Li, Professor, Chief
Physician, Department of Radiology, the Second
Affiliated Hospital of Kunming Medical University, 374
Dianmian Road, Kunming 650101, Yunnan Province,
China. yc303@vip.sina.com

Received: 2015-09-22
Revised: 2015-10-20
Accepted: 2015-10-26
Published online: 2015-11-28

Abstract

Transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) has been extensively used to treat the complications of portal hypertension and should be considered the first-line treatment for hemorrhage of acute esophagogastric varices caused by portal hypertension. However, stent stenosis or occlusion after TIPS is the main cause of shunt dysfunction and surgical failure. This paper aims to make a comprehensive review of stents, with the focus being on the development of stents and stent coat material, the reason of shunt stenosis or occlusion, and the revision of shunt.

© 2015 Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

Key Words: Transjugular intrahepatic portosystemic shunt; Bare stents; Covered stents; Stent coat material; Fluency stent; Viatorr stent; Shunt; Shunt dysfunction; Restenosis; Revision

Zhang JL, Li YC, Li SW. Shunt stenosis or occlusion
after transjugular intrahepatic portosystemic shunt.
Shijie Huaren Xiaohua Zazhi 2015; 23(33): 5311-5317
URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/5311.asp>
DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i33.5311>

摘要

经颈静脉肝内门腔分流术, 目前已广泛应用于肝硬化门脉高压并发症的治疗, 尤其是门脉高压引起的胃底食管静脉曲张破裂出血,

■背景资料

经颈静脉肝内门腔分流术 (transjugular intrahepatic portosystemic shunt, TIPS), 作为治疗门脉高压症伴食管胃底静脉曲张破裂出血的重要方法, 他止血快, 疗效明显, 被选患者范围广, 微创等特点, 使其越来越受临床医生的青睐。但术后支架的狭窄或闭塞是导致分流道功能障碍, 患者症状复发的主要原因。所以针对支架狭窄和闭塞的形成原因、预防、再治疗等显得尤为重要。

■同行评议者

龙学颖, 副主任医师, 中南大学湘雅医院

■ 研发前沿

术前多层螺旋CT及多层螺旋CT门静脉造影检查, 采用最大密度投影、多平面重建等技术, 建立肝静脉到门静脉的空间解剖关系, 明确肝静脉穿刺点和门静脉靶点的空间对应关系, 可明显减少肝内的穿刺次数, 减少对肝脏的损伤。

经颈静脉肝内门腔分流术更应作为一线治疗方案。然而, 术后支架的狭窄或闭塞是引起分流道功能障碍导致手术失效的主要原因。本文着重回顾支架、覆膜材料的发展, 分流道狭窄或闭塞的原因以及分流道的再次修复。

© 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有。

关键词: 经颈静脉肝内门腔分流术; 裸支架; 覆膜支架; 覆膜材料; Fluency支架; Viatorr支架; 分流道; 分流道功能障碍; 再狭窄; 分流道修复

核心提示: 回顾了支架和覆膜的材料探索简史, 阐述了不同类型支架狭窄或阻塞的多发部位、形成原因, 归纳了预防支架狭窄或闭塞的不同方法, 总结了支架狭窄或闭塞后的治疗方法。

张建龙, 李迎春, 李松蔚. TIPS术后支架狭窄或闭塞的研究现状. 世界华人消化杂志 2015; 23(33): 5311-5317 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/5311.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i33.5311>

0 引言

经颈静脉肝内门腔分流术(transjugular intrahepatic portosystemic shunt, TIPS)是指利用支架在肝内建立门静脉分支到肝静脉分支的门静脉-腔静脉人工血流通路, 同时栓塞食管胃底曲张静脉, 起到外科分流加断流术的双重作用, 治疗和预防静脉曲张破裂出血、顽固性腹水等肝硬化并发症。TIPS与传统外科手术相比, 具有操作简单、并发症少、死亡率低、适应症更广泛的特点。但TIPS术后, 肝性脑病和支架的狭窄或闭塞是影响其远期疗效的主要原因。本文就TIPS术后支架狭窄或闭塞的原因作一综述, 希望对不同类型支架的使用有更加科学全面的认识。

1 TIPS支架简史及类型

从1969年Rosch等第一次提出在肝内建立门-腔静脉分流的概念, 到1989年Richter等^[1]首次将TIPS应用于临床, 再到现如今的一片繁荣景象, 期间不同材料、不同类型的支架使用是推动这项技术发展的可靠保证之一。

1.1 裸支架 TIPS技术早期使用的球囊扩张式支架, 是以金属钽丝为材料编制而成的Strecker stent支架。该支架的优点是: 表面带有负电荷氧化层, 可以减少血栓形成; 密度高, 在

X线下显影清晰, 有利于准确定位; 有良好的核磁共振兼容性, 可行磁共振成像检查。缺点是: 钽丝太过柔软, 径向支撑力不够, 难以抵抗和支撑肝组织的压缩, 易出现成角和早期分流道闭塞; 该支架与肝实质间摩擦系数低, 释放时易漂浮; 已被弃用^[2,3]。20世纪90年代初有学者使用316L不锈钢为材料的Z型或改良螺旋形Z型支架, 其优点是: 可视性好。缺点: 形态恢复力较强, 使支架两端易嵌入肝静脉或门静脉内造成支架闭塞, 已弃用^[3]。之后, Wallstent自膨式支架被用于TIPS, 其优点是: 具有较高的支撑强度和硬度; 膨胀性、顺应性较好; 有良好的生物相容性和抗腐蚀性; 可视性好, 定位准确, 当释放<55%, 释放不满意仍可回收重新定位释放。缺点: 释放后易出现支架大幅度缩短以及强大的金属弹性使支架短时间内变回设计形态, 使支架两端易嵌入肝静脉上壁或门静脉下壁内, 导致支架“盖帽”现象发生, 造成支架早期闭塞^[2-4]。目前使用最多的是镍钛形状记忆合金自膨式支架, 他有激光镂刻和编织2种制作方式, 前者是使用的主体; 其优点是: 有优良的形状记忆和超弹性, 有足够的韧度和支撑力, 有优良的耐疲劳性能; 有良好核磁共振兼容性; 有良好的生物相容性和抗腐蚀性。缺点是: 密度相对较低, X光线下可视性差, 需要做marks标记; 过长的分流道或者角度较大的分流道, 支架内可出现折曲^[2,3,5]。Dotter等^[6]1983年报道镍钛合金支架应用于血管和胆管内。Rossi等^[7]1996年报道使用镍钛合金Strecker支架应用于TIPS手术, 之后镍钛形状记忆合金自膨式支架应用于TIPS手术^[8], 他们认为: 镍钛合金支架行TIPS是安全可行的, 短期通畅率值得肯定。

1.2 覆膜支架 覆膜支架是由金属支架的表面涂覆一层生物性聚合物或支架内衬托移植植物构成, 不但具有普通支架的支撑作用, 还通过膜的机械性阻隔和膜表面的特殊物质起到防治血栓形成和内膜过度增生的作用^[9]。自1995年起, 至今已有聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene, PTFE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene glycol terephthalate, PET)、聚氨酯复合物(PUs)、硅酮、小肠黏膜下层(small intestinal submucosa, SIS)等为材料的覆膜支架应用于TIPS的实验和临床治疗。

1.2.1 PET: 俗称涤纶, 具有耐热、耐腐蚀性, 强

韧性等特点^[10]。PET覆膜支架在临床上广泛应用于主动脉重建术及胸腹主动脉瘤的治疗,但在TIPS中,其应用并不多见^[11]。Otal等^[12]和Haskal等^[13]的动物实验提示:PET移植物的支架致炎性强,支架早期闭塞率高,并不能显著延长TIPS分流道的通畅时间。Krajina等^[14]和Lau等^[15]的小样本临床实验提示:PET作为覆膜材料可限制支架内内膜生长,但有较高的致炎和致血栓性阻碍了他在TIPS中的应用。

1.2.2 聚氨酯复合物:覆膜具有强度高、耐腐蚀性、不易老化,展开充分,展开不回缩,支撑力强,稳定性好等特点^[16]。Haskal等^[17]和张曦彤等^[18]使用聚氨酯复合物覆膜支架行TIPS动物实验,他们的研究表明:聚氨酯复合物作为覆膜材料可有效防止增生组织向分流道内生长,但其有较高的致血栓性,易发生支架的狭窄或闭塞。

1.2.3 硅酮:硅酮材料有良好的延展性和牢固性,硅酮覆膜支架较多使用于非血管腔^[19]。早期Tanihata等^[20]将外覆硅酮材料的Wallstent支架用于TIPS的动物实验研究,他们认为硅酮有很高的致血栓性以及异物反应导致支架早期闭塞。李文涛等^[21]也做了类似的动物实验研究并认为:国产硅酮膜支架的血液相容性不优于裸支架。硅酮材料的血液相容性差、致血栓性强使其并不适合作为TIPS支架的覆膜材料。

1.2.4 SIS:是一种天然的细胞外基质,他没有血管,不含细胞,没有免疫原性。其在临床异体移植中,被用作血管壁、膀胱壁、骨、肌腱、泌尿道、胰岛、神经等组织缺损的代用品^[22,23]。Hiraki等^[24]和王晓白等^[25]均采用SIS作为覆膜材料制备覆膜支架行TIPS动物实验。他们的结果表明SIS覆膜支架短期狭窄率高,不能明显提高TIPS术后分流道的通畅率,但可有效防止增生的纤维组织向分流道内生长,减轻血栓形成、炎性反应、新生胆管增生及异物反应等。

1.2.5 膨体聚四氟乙烯:膨体聚四氟乙烯(expended PTFE, ePTFE)由PTFE经双向拉伸工艺制备而成,可形成约0.1-1.5 μm 级别的微小孔道结构^[26]。其特点:首先,ePTFE膜继承了PTFE摩擦系数低、耐腐蚀、抗老化、低表面能的优点,具有良好的生物相容性及其特有的微孔结构,人体组织细胞及血管组织可长在其微孔中,形成组织连接,如同自体组织一样。其次,他质地柔软,弹性和硬度与软组织相

似,有较好的抗张强度。再次,经过近30年的临床观察,ePTFE没有发生免疫变态反应,无毒性、无致癌、无致敏等不良反应,且很少发生排异反应。ePTFE的这些特点使其很快成为首选的支架覆膜材料^[15]。在TIPS的使用上Nishimine等^[27]、Haskal等^[28]较早使用ePTFE的覆膜支架在家猪体内建立TIPS分流道模型,他们的结论是:ePTFE覆膜支架在延长分流道通畅率上要优于裸支架。Saxon等^[29]、Haskal等^[30]、Rose等^[31]较早使用ePTFE覆膜支架应用于临床,他们的结果也是:ePTFE覆膜支架可以显著的延长分流道通畅时间。目前比较成熟的2种用于TIPS的ePTFE覆膜支架是:Viatorr覆膜支架和Fluency覆膜支架。

Viatorr覆膜支架,是以镍钛合金为径向力支撑,包绕3层ePTFE覆膜材料。他由两部分组成,伸入门脉端的2 cm裸支架区以及链接后面5-8 cm的覆膜区,两部分之间用金属环分隔并有黄金标志物作为marker,目前有直径8、10、12 mm 3种类型,是专用于TIPS的覆膜支架,目前在欧美国家使用较多。

Fluency覆膜支架,也是以镍钛合金为径向支撑力,2层全段ePTFE覆膜材料包绕,内含碳涂层,两端只有2 mm的裸区,主要用于外周血管。由于Viatorr覆膜支架未进入中国市场,目前Fluency覆膜支架作为替代品应用于国内TIPS手术。

2 支架狭窄或闭塞的原因

2.1 裸支架狭窄或闭塞的原因 裸支架的狭窄或闭塞以发生在分流道的肝实质内和肝静脉端最为多见。造成肝实质分流道内狭窄或闭塞的原因如下:(1)支架内血栓形成:分流道内大量胆汁漏出,引起炎症反应,抑制内皮细胞的生长及功能,促进血栓的形成,导致分流道的早期狭窄或闭塞;穿刺过程中对肝实质细胞的损伤,会启动凝血系统,使血小板聚集,纤维素沉积,和红细胞吸附,进而导致血栓形成;支架置入后血液直接与肝实质和金属支架接触,激发凝血系统,导致血栓的形成;(2)假性内膜的增生:分流道内胆汁漏出,引起炎症反应,导致假性内膜过度增生;术中穿刺及球囊扩张时对周围肝实质细胞造成损伤,引发炎症反应和纤维修复反应,进而刺激假性内膜过度增生;肝实质细胞对金属支架的排异反应,引发炎症反

■创新盘点

本文对Fluency支架和Viatorr支架这两种国内外主流使用支架,从支架的构造形态、支架狭窄或闭塞的好发部位、形成原因等方面进行了阐述。

应用要点

本文从支架材料、覆膜材料着手, 阐述了裸支架、Fluency支架、Viatorr支架的狭窄或闭塞的形成原因、多发部位以及预防延长支架通畅率的不同方法和狭窄或闭塞后的治疗方法。

应, 刺激假性内膜的过度增生; (3) 支架陷入肝组织中或分流道内局部肝细胞的过度生长, 经支架网孔进入分流道内造成狭窄; (4) 支架的径向支撑力不够出现塌陷或支架未经球囊扩张, 在肝实质内成角过大造成支架内的狭窄或闭塞^[32-39]。

造成肝静脉端狭窄的原因: (1) 支架的末端没有完全覆盖肝静脉, 分流道出口处局部血流量和压力增高, 导致局部血液涡流和湍流的形成, 加之血流对肝静脉壁的冲刷和支架对肝静脉壁的机械刺激, 这些因素叠加, 久之, 就会刺激肝静脉内膜的过度增生, 引起肝静脉端分流道狭窄^[38,40,41]。Clark等^[42]报道107例使用裸支架行TIPS分两组, A组47例支架肝静脉端位于肝静脉内, B组60例支架肝静脉端位于肝静脉和下腔静脉链接处, 结果显示B组术后12 mo支架通畅率优于A组。表明支架完全覆盖肝静脉可延长支架的通畅率; (2) 支架放置时定位不够准确, 支架术后的移位。

2.2 覆膜支架狭窄或闭塞的原因

2.2.1 Viatorr覆膜支架: (1) 肝静脉端的狭窄或闭塞。Viatorr覆膜支架以肝静脉端狭窄或闭塞最为多见。Angeloni等^[43]、Hausegger等^[44]、Rossi等^[45]分别报道32例、71例、53例患者使用Viatorr覆膜支架, 术后1年的随访情况, 分别有3例、3例、5例发生肝静脉端狭窄。他们认为形成原因为: 支架不能够完全覆盖肝静脉端到达下腔静脉链接处。造成支架肝静脉端不能完全覆盖到下腔静脉连接处的原因有3点: 选用支架长度不够; 支架长度足够的前提下, 由于操作者技术或经验问题导致支架释放位置过低^[43,45]; 支架释放后本身的轴向弹性张力, 使支架逐渐变伸直, 分流道出口发生“盖帽”现象, 引起支架肝静脉端闭塞^[46,47]。(2) 门静脉端的狭窄或闭塞相对于肝静脉端要少。Angeloni等^[43]、Hausegger等^[44]、Rossi等^[45]的报道分别有2例、1例、4例。他们认为形成原因为: 支架释放的位置过高^[44], 门静脉端裸支架区血栓的形成; 血栓形成多位于裸支架区或非覆膜与覆膜的连接处^[44,45]; Viatorr支架在门脉端发生折叠导致狭窄^[46]; (3) 支架内狭窄或闭塞。由于ePTFE覆膜材料的使用, Viatorr覆膜支架的支架内狭窄发生率很低。Angeloni等^[43]、Rossi等^[45]、Saad等^[48]报道, 覆膜支架的覆膜部分没有发生支架内狭窄的

情况。但在Hausegger等^[44]的报道中, 有1例发生支架内狭窄, 狭窄大约30%-40%。Vignali等^[49]认为, 支架过长可能是造成支架内出现狭窄或闭塞的重要原因。

2.2.2 Fluency覆膜支架: (1) 肝静脉端狭窄或闭塞。Fluency覆膜支架, 同样以肝静脉端的狭窄和“盖帽”最为多见^[50]。形成原因与Viatorr覆膜支架相似; (2) 门脉端狭窄或闭塞。由于Fluency覆膜支架结构不同, 他在门脉端的狭窄或闭塞的发生率要高于Viatorr覆膜支架^[51]。主要原因: 支架过长深入门静脉内, 支架壁可能阻塞门静脉分支开口导致局部血栓形成; 在满足肝静脉端充分覆盖情况下, 门脉端可能会出现伸入不足, 加上呼吸运动和肝硬化加重肝体积缩小的影响, 门脉端支架出口和门静脉壁贴近, 引起门脉端“盖帽”的发生^[52]。关于Fluency覆膜支架进入门脉端长度, 国内至今没有统一的标准。如果进入过短, 覆膜部分不能覆盖门静脉穿刺入口; 如果进入过长可能会阻塞门静脉分支。赵剑波等^[50]建议将支架全覆膜部分进入门脉的长度控制在1 cm以内; (3) 支架内狭窄。Fluency支架具有与Viatorr支架同样的覆膜结构, 所以Fluency支架内的狭窄发生率很低。朱清亮等^[53]报道, 80例患者使用Fluency覆膜支架的患者, 随访期间有6例出现支架内狭窄, 可能与血栓形成、纤维化等有关。

3 支架狭窄或闭塞的预防

3.1 术前影像学评估 随着影像技术和设备的快速发展, 术前多层螺旋CT(multi-slice spiral CT, MSCT)及多层螺旋CT门静脉造影(multi slice helical CT portography, MSCTP)检查, 采用最大密度投影、多平面重建、遮蔽表面显示和容积再现等后处理技术, 可明确肝静脉、下腔静脉、门静脉的空间位置解剖关系以及血管的直径大小, 了解肝内外组织的基本情况, 为选择最佳的穿刺位置、角度、方向、深度提供更多的信息支持, 减少支架折曲、打弯、成角的发生。李松蔚等^[54]认为: MSCT及MSCTP对TIPS联合胃冠状静脉栓塞术中准确引导门静脉穿刺及曲张静脉栓塞治疗具有重要指导意义。汤善宏等^[55]认为: TIPS术前肝-门静脉系统血管三维重建技术的使用, 可减少术中穿刺的次数。因此, MSCT及MSCTP检查, 为TIPS术前评估提供了新方法, 对减少术后支架的狭窄

或闭塞提供了帮助。

3.2 术中分流道长度测量和支架长度选择 分流道长度的测量关系到支架长度的选择, 关系到支架能不能覆盖到肝静脉与下腔静脉的链接处, 更是关系到以后肝静脉端狭窄发生率的问题。Hausegger等^[44]强调, 要认真测量门静脉壁到肝静脉与下腔静脉开口处之间的长度, 并选择合适支架覆盖分流道的全程。Rossi等^[45]对于Viatorr覆膜支架, 给出的建议是选择比测量距离长1 cm的支架。Fluency支架的长度选择, 国内专家、学者没有给出明确建议。因此, 在使用覆膜支架行TIPS手术时, 术中手术者的经验和对手术的熟练掌握至关重要^[56]。

3.3 双支架技术应用 由于Viatorr支架未在中国上市, 所以国内学者使用裸支架与Fluency支架联合, 模仿Viatorr支架门脉端结构, 应用于手术中, 效果较为理想^[57]。术中支架先从门脉端释放, 在优先满足门脉端需求的条件下, 如果支架不能够完全覆盖至肝静脉与下腔静脉的开口处, 多使用覆膜支架或者裸支架进行套接, 以延伸到肝静脉与下腔静脉开口处, 预防术后很快发生的肝静脉端支架狭窄或闭塞。

4 支架狭窄或闭塞的处理

TIPS术后支架狭窄或闭塞, 再次介入治疗是不可避免的, 国内外采用的修复方法大致相同。

4.1 分流道修复 分流道修复包括球囊扩张和再次支架置入。

球囊扩张多用于肝静脉端的狭窄。对于选择使用球囊扩张的标准, 国内外没有太明确的定义, 大多数学者根据肝静脉端狭窄的程度以及扩张后门静脉压力梯度来判定。一般为肝静脉端的狭窄程度较小, 球囊扩张后门静脉压力梯度 ≤ 12 mmHg, 2009年美国肝病研究协会在《TIPS在治疗门脉高压症中的作用实践指南》^[58]中的推荐值为标准。

再次支架置入, 在应对支架狭窄或闭塞时是最为常用和有效的方法, 1年内再次通畅率可达100%^[59]。肝静脉端或支架内的狭窄, 多使用覆膜支架套叠于原支架内, 达到支架通畅的目的。Luo等^[60]研究认为Fluency支架在修复支架功能障碍, 延长支架通畅率方面优于Wallgraft支架。门脉端支架狭窄或闭塞多使用裸支架或Viatorr支架套叠于原支架内, 以达到分流道通畅和门脉血流灌注的目的^[45,46,61]。

4.2 平行TIPS 在再次介入治疗的过程中, 当导丝不能穿过分流道的闭塞处时, 很多专家提出可采用建立平行TIPS的方法, 在肝内重新建立一条门静脉至肝静脉的分流道, 达到继续降低门静脉压力的目的^[44,45,62]。

目前, 导致TIPS术后支架狭窄或闭塞的因素是多方面的, 诸如支架材料, 支架类型, 支架释放位置, 术者的技术、经验等都会影响到TIPS术后支架的通畅情况。目前, 在国内无法引进Viatorr覆膜支架的前提下, 大量使用Fluency支架的背景下, 对于从事TIPS手术的医务工作者来说, 探索使用Fluency覆膜支架的使用经验显得尤为重要。

5 参考文献

- 1 Richter GM, Palmaz JC, Nöldge G, Rössle M, Siegerstetter V, Franke M, Wenz W. [The transjugular intrahepatic portosystemic shunt. A new nonsurgical percutaneous method]. *Radiologe* 1989; 29: 406-411 [PMID: 2798853]
- 2 赵振心, 刘道志, 张一. 血管支架材料及其临床研究进展. *中国医疗器械杂志* 2005; 29: 391-395
- 3 褚建国, 黄鹤, 孙鹏, 孙晓丽. TIPS支架的选择与远期疗效. *当代医学* 2010; 16: 619-620
- 4 褚建国. 我国经颈静脉肝内门体分流技术的发展现状及其规范化. *中华介入放射学电子杂志* 2013; 1: 72-77
- 5 马嘉丽, 于振华, 朱明, 缪卫东. 镍钛合金血管支架性能研究综述. *金属功能材料* 2015; 22: 56-59
- 6 Dotter CT, Buschmann RW, McKinney MK, Rösch J. Transluminal expandable nitinol coil stent grafting: preliminary report. *Radiology* 1983; 147: 259-260 [PMID: 6828741 DOI: 10.1148/radiology.147.1.6828741]
- 7 Rossi P, Bezzi M, Salvatori FM, Broglia L, Maccioni F, Pizzi G, Abbondanza S, Bonomo G. Self-expanding stents in transjugular intrahepatic portosystemic shunt: experience with nitinol Strecker stents. *Eur Radiol* 1996; 6: 741-747 [PMID: 8934143 DOI: 10.1007/BF00187682]
- 8 Yoon CJ, Chung JW, Kim HB, Lee JW, Park JH. A new nitinol monofilament stent: early experience with use for transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002; 25: 200-204 [PMID: 12058215 DOI: 10.1007/s00270-001-0036-4]
- 9 曹广邵, 王晓白. 覆膜支架防治TIPS分流道再狭窄的研究进展. *介入放射学杂志* 2008; 17: 670-674
- 10 刘婧. PET/蛭石纳米复合材料的研制. 北京: 中国地质大学, 2007
- 11 罗剑钧, 颜志平. 支架-移植物在TIPS术中的应用. *中国临床医学* 2002; 9: 197-200
- 12 Otal P, Rousseau H, Vinel JP, Ducoin H, Hassissene S, Joffre F. High occlusion rate in experimental transjugular intrahepatic portosystemic shunt created with a Dacron-covered nitinol stent. *J Vasc Interv Radiol* 1999; 10: 183-188 [PMID: 10082107 DOI: 10.1016/S1051-0443(99)70463-X]

同行评价

该文较为系统地综述了TIPS支架及覆膜材料的发展, 术后支架或分流道狭窄闭塞的原因及其预防与再次修复方法, 对于进一步规范TIPS技术的临床应用有一定的作用。

- 13 Haskal ZJ, Brennecke LH. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts formed with polyethylene terephthalate-covered stents: experimental evaluation in pigs. *Radiology* 1999; 213: 853-859 [PMID: 10580966 DOI: 10.1148/radiology.213.3.r99dc24853]
- 14 Krajina A, Hulek P, Ferko A, Nozicka J. Extrahepatic portal venous laceration in TIPS treated with stent graft placement. *Hepatogastroenterology* 1997; 44: 667-670 [PMID: 9222668]
- 15 Lau CT, Scott M, Stavropoulos SW, Soulen MC, Solomon JA, Clark TW. Dacron-covered stent-grafts in transjugular intrahepatic portosystemic shunts: initial experience. *Radiology* 2005; 236: 725-729 [PMID: 16000648 DOI: 10.1148/radiol.2362040766]
- 16 刘道志, 奚廷斐. 微创介入医疗器械与材料产业的现状和发展趋势. *中国医疗器械信息* 2006; 12: 1-14
- 17 Haskal ZJ, Brennecke LJ. Porous and nonporous polycarbonate urethane stent-grafts for TIPS formation: biologic responses. *J Vasc Interv Radiol* 1999; 10: 1255-1263 [PMID: 10527205 DOI: 10.1016/S1051-0443(99)70228-9]
- 18 张曦彤, 姜宏, 徐克等. 覆膜支架TIPS分流道狭窄病理基础的实验研究. *中国医学影像技术* 2003; 16: 653-655
- 19 伍筱梅. 大气道狭窄的支架治疗. *介入放射学杂志* 2002; 11: 278-280
- 20 Tanihata H, Saxon RR, Kubota Y, Pavcnik D, Uchida BT, Rosch J, Keller FS, Yamada R, Sato M. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with silicone-covered Wallstents: results in a swine model. *Radiology* 1997; 205: 181-184 [PMID: 9314982 DOI: 10.1148/radiology.205.1.9314982]
- 21 李文涛, 王建华, 刘清欣, 瞿旭东. 国产硅酮覆膜支架血液相容性的实验研究. *介入放射学杂志* 2005; 14: 175-177
- 22 张凤兰, 李华, 徐力群, 张陈平. 小肠黏膜下层作为组织工程支架材料的性能研究. *口腔颌面外科杂志* 2006; 16: 219-221
- 23 张歌, 田伟. 小肠黏膜下层作为组织工程支架材料的研究进展. *沈阳医学院学报* 2011; 13: 54-56
- 24 Hiraki T, Pavcnik D, Uchida BT, Timmermans HA, Wu RH, Niyati M, Keller FS, Rösch J. Small intestinal submucosa sandwich Zilver stent-grafts for TIPS: experimental pilot study in swine. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2005; 14: 32-38 [PMID: 16754151 DOI: 10.1080/13645700510010818]
- 25 王晓白, 曹广劭, 张红, 张艳. 小肠黏膜下层覆膜支架预防家猪经颈静脉肝内门腔静脉分流术后分流道狭窄. *中国介入影像与治疗学* 2010; 7: 571-575
- 26 丁建武, 卢辉. 膨体聚四氟乙烯(ePTFE)膜的应用与发展. *广东化工* 2014; 9: 127-128
- 27 Nishimine K, Saxon RR, Kichikawa K, Mendel-Hartvig J, Timmermans HA, Shim HJ, Uchida BT, Barton RE, Keller FS, Rösch J. Improved transjugular intrahepatic portosystemic shunt patency with PTFE-covered stent-grafts: experimental results in swine. *Radiology* 1995; 196: 341-347 [PMID: 7617843 DOI: 10.1148/radiology.196.2.7617843]
- 28 Haskal ZJ, Davis A, McAllister A, Furth EE. PTFE-encapsulated endovascular stent-graft for transjugular intrahepatic portosystemic shunts: experimental evaluation. *Radiology* 1997; 205: 682-688 [PMID: 9393521 DOI: 10.1148/radiology.205.3.9393521]
- 29 Saxon RR, Timmermans HA, Uchida BT, Petersen BD, Benner KG, Rabkin J, Keller FS. Stent-grafts for revision of TIPS stenoses and occlusions: a clinical pilot study. *J Vasc Interv Radiol* 1997; 8: 539-548 [PMID: 9232568 DOI: 10.1016/S1051-0443(97)70606-7]
- 30 Haskal ZJ. Improved patency of transjugular intrahepatic portosystemic shunts in humans: creation and revision with PTFE stent-grafts. *Radiology* 1999; 213: 759-766 [PMID: 10580950 DOI: 10.1148/radiology.213.3.r99dc28759]
- 31 Rose JD, Pimpalwar S, Jackson RW. A new stent-graft for transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *Br J Radiol* 2001; 74: 908-912 [PMID: 11675307 DOI: 10.1259/bjr.74.886.740908]
- 32 LaBerge JM, Ferrell LD, Ring EJ, Gordon RL, Lake JR, Roberts JP, Ascher NL. Histopathologic study of transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *J Vasc Interv Radiol* 1991; 2: 549-556 [PMID: 1797223 DOI: 10.1016/S1051-0443(91)72241-0]
- 33 LaBerge JM, Ferrell LD, Ring EJ, Gordon RL. Histopathologic study of stenotic and occluded transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *J Vasc Interv Radiol* 1993; 4: 779-786 [PMID: 8281000 DOI: 10.1016/S1051-0443(93)71972-7]
- 34 Freedman AM, Sanyal AJ, Tisnado J, Cole PE, Shiffman ML, Luketic VA, Purdum PP, Darcy MD, Posner MP. Complications of transjugular intrahepatic portosystemic shunt: a comprehensive review. *Radiographics* 1993; 13: 1185-1210 [PMID: 8290720 DOI: 10.1148/radiographics.13.6.8290720]
- 35 Saxon RR, Mendel-Hartvig J, Corless CL, Rabkin J, Uchida BT, Nishimine K, Keller FS. Bile duct injury as a major cause of stenosis and occlusion in transjugular intrahepatic portosystemic shunts: comparative histopathologic analysis in humans and swine. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7: 487-497 [PMID: 8855524 DOI: 10.1016/S1051-0443(96)70789-3]
- 36 Ducoin H, El-Khoury J, Rousseau H, Barange K, Peron JM, Pierragi MT, Rumeau JL, Pascal JP, Vinel JP, Joffre F. Histopathologic analysis of transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *Hepatology* 1997; 25: 1064-1069 [PMID: 9141418 DOI: 10.1002/hep.510250503]
- 37 Sanyal AJ, Contos MJ, Yager D, Zhu YN, Willey A, Graham MF. Development of pseudointima and stenosis after transjugular intrahepatic portosystemic shunts: characterization of cell phenotype and function. *Hepatology* 1998; 28: 22-32 [PMID: 9657092 DOI: 10.1002/hep.510280105]
- 38 Teng GJ, Bettmann MA, Hoopes PJ, Wagner RJ, Park BH, Yang L, Baxter BR. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt: effect of bile leak on smooth muscle cell proliferation. *Radiology* 1998; 208: 799-805 [PMID: 9722863 DOI: 10.1148/radiology.208.3.9722863]
- 39 滕皋军, 徐克. TIPS再狭窄的研究现状和进展. *介入放射学杂志* 2005; 14: 87-91
- 40 罗剑钧, 颜志平. 支架-移植在TIPS术中的应用. *中国临床医学* 2002; 9: 197-200
- 41 Tesdal IK, Jaschke W, Bühler M, Adamus R, Filser T, Holm E, Georgi M. Transjugular intrahepatic

- portosystemic shunting (TIPS) with balloon-expandable and self-expanding stents: technical and clinical aspects after 3 1/2 years' experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997; 20: 29-37 [PMID: 8994721 DOI: 10.1007/s002709900105]
- 42 Clark TW, Agarwal R, Haskal ZJ, Stavropoulos SW. The effect of initial shunt outflow position on patency of transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *J Vasc Interv Radiol* 2004; 15: 147-152 [PMID: 14963180 DOI: 10.1097/01.RVI.0000109401.52762.56]
- 43 Angeloni S, Merli M, Salvatori FM, De Santis A, Fanelli F, Pepino D, Attili AF, Rossi P, Riggio O. Polytetrafluoroethylene-covered stent grafts for TIPS procedure: 1-year patency and clinical results. *Am J Gastroenterol* 2004; 99: 280-285 [PMID: 15046218 DOI: 10.1111/j.1572-0241.2004.04056.x]
- 44 Hausegger KA, Karnel F, Georgieva B, Tauss J, Portugaller H, Deutschmann H, Berghold A. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation with the Viatorr expanded polytetrafluoroethylene-covered stent-graft. *J Vasc Interv Radiol* 2004; 15: 239-248 [PMID: 15028808 DOI: 10.1097/01.RVI.0000116194.44877.C1]
- 45 Rossi P, Salvatori FM, Fanelli F, Bezzi M, Rossi M, Marcelli G, Pepino D, Riggio O, Passariello R. Polytetrafluoroethylene-covered nitinol stent-graft for transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation: 3-year experience. *Radiology* 2004; 231: 820-830 [PMID: 15118117 DOI: 10.1148/radiol.2313030349]
- 46 Cura M, Cura A, Suri R, El-Merhi F, Lopera J, Kroma G. Causes of TIPS dysfunction. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 191: 1751-1757 [PMID: 19020247 DOI: 10.2214/AJR.07.3534]
- 47 褚建国, 孙晓丽, 徐晓明, 黄鹤, 朴龙松, 吕春燕, 孙鹏, 杨淑慧, 刘姝英. 经肝段下腔静脉入路经颈静脉肝内门体分流术的适应证及解剖基础. *介入放射学杂志* 2004; 13: 15-18
- 48 Saad WE, Darwish WM, Davies MG, Waldman DL. Stent-grafts for transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation: specialized TIPS stent-graft versus generic stent-graft/bare stent combination. *J Vasc Interv Radiol* 2010; 21: 1512-1520 [PMID: 20801686 DOI: 10.1016/j.jvir.2010.06.009]
- 49 Vignali C, Bargellini I, Grosso M, Passalacqua G, Maglione F, Pedrazzini F, Filauri P, Niola R, Cioni R, Petruzzini P. TIPS with expanded polytetrafluoroethylene-covered stent: results of an Italian multicenter study. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 472-480 [PMID: 16037523 DOI: 10.2214/ajr.185.2.01850472]
- 50 赵剑波, 陈勇, 何晓峰, 曾庆乐, 梅雀林, 李彦豪. 聚四氟乙烯覆膜支架经颈静脉肝内门腔分流术后分流道再狭窄及影响因素分析. *介入放射学杂志* 2013; 22: 629-633
- 51 Qi XS, Bai M, Yang ZP, Fan DM. Selection of a TIPS stent for management of portal hypertension in liver cirrhosis: an evidence-based review. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 6470-6480 [PMID: 24914368 DOI: 10.3748/wjg.v20.i21.6470]
- 52 蒋天鹏, 王黎洲, 李兴, 宋杰, 吴晓萍, 周石. 经颈静脉肝内门体分流术手术使用全覆膜支架. *世界华人消化杂志* 2013; 21: 3265-3269
- 53 朱清亮, 阎东, 袁曙光, 李迎春, 胥莹, 童玉云. 80例e-PTFE覆膜支架在Tipss术后发生狭窄的随访. *当代医学* 2011; 17: 23-25
- 54 李松蔚, 张捷, 沿东, 王家平, 孙勇, 童玉云, 李琳, 谢雯钰, 李迎春. 多层螺旋CT及门静脉造影在TIPS联合胃冠状静脉栓塞术前的应用价值. *介入放射学杂志* 2015; 24: 476-480
- 55 汤善宏, 秦建平, 束庆飞, 蒋明德. TIPS术中引导门静脉分支穿刺方法. *介入放射学杂志* 2014; 23: 640-643
- 56 徐克, 钟红珊. 迎接TIPS发展的第二个春天. *放射学实践* 2006; 21: 449-450
- 57 李常青, 李洪璐, 郭江, 魏建, 赵冬, 蔡亮, 段又佳, 罗燕. 双支架技术在TIPS治疗中的临床应用研究. *中国肝脏病杂志(电子版)* 2014; 6: 50-54
- 58 Boyer TD, Haskal ZJ. The Role of Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt (TIPS) in the Management of Portal Hypertension: update 2009. *Hepatology* 2010; 51: 306 [PMID: 19902484 DOI: 10.1002/hep.23383]
- 59 Saxon RR. A new era for transjugular intrahepatic portosystemic shunts? *J Vasc Interv Radiol* 2004; 15: 217-219 [PMID: 15028804 DOI: 10.1097/01.RVI.0000116862.34422.A5]
- 60 Luo XF, Nie L, Wang Z, Tsao J, Liu LJ, Yu Y, Zhou B, Tang CW, Li X. Stent-grafts for the treatment of TIPS dysfunction: fluency stent vs Wallgraft stent. *World J Gastroenterol* 2013; 19: 5000-5005 [PMID: 23946607 DOI: 10.3748/wjg.v19.i30.5000]
- 61 Tanaka T, Günther RW, Isfort P, Kichikawa K, Mahnken AH. Pull-through technique for recanalization of occluded portosystemic shunts (TIPS): technical note and review of the literature. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011; 34: 406-412 [PMID: 20440498 DOI: 10.1007/s00270-010-9874-2]
- 62 Luo X, Nie L, Tsao J, Wang Z, Tang C, Li X. Parallel shunt for the treatment of transjugular intrahepatic portosystemic shunt dysfunction. *Korean J Radiol* 2013; 14: 423-429 [PMID: 23690708 DOI: 10.3348/kjr.2013.14.3.423]

编辑: 于明茜 电编: 都珍珍

