



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2014.01.022
http://www.zpwz.net/CN/abstract/abstract3768.shtml

· 文献综述 ·

门静脉栓塞术临床应用研究进展

郑万仁 综述 曾兆林 审校

(哈尔滨医科大学附属第二医院 普通外科, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要 选择性门静脉栓塞术(PVE)可使栓塞侧肝叶萎缩,未栓塞侧肝叶代偿性增生,从而增加了剩余肝组织(FLR),扩大了肝切除术的手术适应范围,达到降低术后肝衰竭发生率的目的。笔者就PVE相关问题及最新研究进展做一综述。 [中国普通外科杂志, 2014, 23(1):111-116]

关键词 门静脉; 栓塞, 治疗性; 肝切除术 / 方法; 剩余肝组织; 综述文献
中图分类号: R657.3

Advances in clinical application of portal vein embolization

ZHENG Wanren, ZENG Zhaolin

(Department of General Surgery, the Second Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Harbin 150086, China)

Corresponding author: ZENG Zhaolin, Email: zengzhaolin999@sina.com

ABSTRACT Selective portal vein embolization (PVE) can produce atrophy of the embolized segments and compensatory hypertrophy of the contralateral segments, which increases the size of future liver remnant (FLR), expands the scope of liver resection, and reduces the incidence of postoperative liver insufficiency. In this paper, the authors address the PVE-related issues and research progress in this field.

[Chinese Journal of General Surgery, 2014, 23(1):111-116]

KEYWORDS Portal Vein; Embolization, Therapeutic; Hepatectomy/methods; Future Liver Remnant; Review
CLC number: R657.3

1920年Rous等^[1]意外发现选择性门静脉结扎(portal vein ligation, PVL)可使结扎侧肝叶萎缩,未结扎侧肝叶代偿性增大。Kinoshita等^[2]于1986年首次报道了肝癌切除术前门静脉栓塞术(portal vein embolization, PVE)的应用。20世纪80年代的日本,PVE被迅速广泛应用于治疗肝癌、Klatskin瘤^[3-5],全球多地选择PVE作为肝切除术

前准备^[6]。虽然术前PVE带来很多好处^[7-9],但是仍然存在大量未解决的问题^[9]。

1 PVE 原理及机制

门静脉栓塞后,门静脉血流重新分布完全流入未栓塞侧,DNA在24~72h内逐渐合成,细胞进入高度活跃状态并可持续2周。诱导复制的生物分子包括肿瘤坏死因子 α (TNF- α)、Kupffer细胞产生的IL-6、星形细胞产生的肝细胞生长因子(HGF)、血管内皮细胞生长因子、血小板源性生长因子等^[10]。Miyake等^[11]亦发现热休克蛋白70(HSP-70)在诱导肝细胞增殖中也起着重要作用。此外有研究发现肝外促肝细胞增殖的因子由门静

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(GC09C409-2)。

收稿日期:2013-08-22; 修订日期:2013-12-22。

作者简介:郑万仁,哈尔滨医科大学附属第二医院硕士研究生,主要从事普通外科方面的研究。

通信作者:曾兆林, Email: zengzhaolin999@sina.com

脉血入肝而不是肝动脉^[12-13]。

文献^[12]报道PVE后门静脉血流速度明显增快,后逐渐减慢,术后14 d流速仍显著高于基线,且肝脏增生速度与血流流速呈正相关。此外栓塞侧门静脉周围炎症是一个非常重要的肝细胞复制信号^[14-15]。

2 PVE操作及栓塞材料

2.1 PVE入路

超声引导下经皮经肝门静脉穿刺;经回结肠静脉插管;经颈静脉入路为3种PVE途径。目前超声介导下经皮经肝穿刺门静脉途径最为常用,根据穿刺肝与栓塞肝是否在同一侧又可分为同侧穿刺和对侧穿刺。同侧穿刺的优点是避免剩余肝组织(future liver remnant, FLR)因穿刺插管而损伤,且有利于第4段门静脉分支的插管,但因其肝右叶门脉分支插管有锐角而需要采用反弧或球囊导管,且有穿刺经过肿瘤组织而发生肿瘤转移的危险。对侧穿刺的好处是没有锐角而便于门脉分支插管及栓塞剂的注入且无栓塞剂异位风险,缺点是损伤了FLR甚至造成不可外科手术的危险。入路的选择主要取决于栓塞剂的种类、栓塞的区域、肿瘤位置和操作者技术熟练程度等。

2.2 栓塞剂的选择

栓塞剂种类较多,可单用亦可联合应用。常用的栓塞材料有明胶海绵^[16]、氰基丙烯酸醋(NBCA)^[17]、纤维蛋白胶、微粒(如微球、PVA颗粒)^[18-19]、凝血酶、无水乙醇^[20]、弹簧圈^[21]等。PVE后肝叶代偿增生程度主要与栓塞前FLR比例相关^[22],但是良好的栓塞剂应具有栓塞持久性和栓塞门脉末梢的功能,凝血酶、大的明胶海绵常发生再通和侧支循环形成,影响FLR的再生肥大。弹簧圈栓塞门静脉近端后可致远端肝内分流。de Baere等^[15]在猪模型中比较了NBCA与微球,认为NBCA更为有效,可永久栓塞末梢门静脉,但液体栓塞容易误栓,甚至造成其他肝段的非特异性栓塞,且可引起门脉炎导致门静脉纤维化加大切肝手术难度。无水乙醇可造成肝功改变,患者耐受性较差。目前常用的栓塞剂为PVA颗粒,优点是安全、极少发生门脉炎,其与金属圈联合使用可持久栓塞门静脉,FLR增生效果好,但成本高。

3 PVE适应证及禁忌证

3.1 标准的FLR估算

标准的FLR=FLR体积/总肝体积×100%。一般地,FLR可以通过CT及相应的图像体积分析软件^[23]计算求得,总肝体积(TELV)的估测目前有3种方法:(1)CT计算,但要求除去肿瘤体积,当有多个肿瘤结节存在时计算较繁琐复杂且无法直接测量FLR,也无法估计在有慢性肝病、血管栓塞、胆管扩张等状态下有功能的肝组织的体积;(2)体表面积(BSA)法,Vauthey等^[24]推荐以下计算TELV公式为 $TELV(\text{cm}^3) = -794.41 + 1267.28BSA(\text{m}^2)$,该法考虑了不同体型对剩余肝体积的需求量不同;(3)体质量法^[25]。Meta分析及最新研究认为Vauthey公式在计算成人总肝体积上较其他方法优越精确^[26-27]。

3.2 肝切除适应证

根据患病不同可有不同的手术适应证,是否适合手术要参考肝功能、手术复杂程度等因素。肝功能评价是复杂且有争议的,主要考虑3项内容:Child-Pugh评分、门静脉压力和ICG试验。

3.3 PVE适应证

Kishi等^[28]研究了301位接受扩大右肝切除的患者,发现术后肝功能不足及肝衰竭发生比例,FLR<20%组明显高于FLR>20%组。2010年肝癌治疗准则会议建议肝功正常者FLR<20%可考虑行PVE^[29]。合并脂肪肝、接受化疗、代偿性肝硬化患者术后并发症风险增高^[30-32],因此这类患者FLR<30%可考虑PVE,代偿性肝硬化FLR<40%可考虑PVE。此外应结合患者年龄、是否存在糖尿病或营养不良等影响肝细胞再生的疾病、手术复杂程度等因素综合考虑分析。

3.4 禁忌证

Madoff等^[19]认为以下情况不适合行PVE:(1)有远处转移和门静脉周围转移的患者不能行外科手术切除者;(2)累及整个肝右叶和I、II或III段,或累及整个左叶和VI段或VII段肝内转移的患者因不适合右叶或左三叶肝切除;(3)门静脉瘤栓和门静脉血栓的患者;(4)ICG>20%。此类患者肝功能损害严重,且肝硬化严重,再生率低。

4 PVE术后并发症

50%患者PVE术后无明显改变,一般术后

1~3 d ALT、AST 升至峰值, 7~10 d 降至基线, 与栓塞剂种类无关。血清胆红素、外周血象仅有轻微波动。肝脏吸收、合成、分泌功能几乎不受影响。PVE 的不良作用远小于肝动脉栓塞后, 栓塞后综合征(恶心呕吐、发热、疼痛)也少见。PVE 主要并发症包括气胸、腹腔或肝被膜下出血、胆道损伤、动静脉瘘、假性动脉瘤、胆管炎等并发症。此外 PVE 特有的并发症有异位分支栓塞、栓塞再通及全门静脉栓塞等。Abulkhir 等^[33]综合 37 个研究包含 1990—2005 年 1 088 例患者对 PVE 术后并发症做了 Meta 分析(72% 经皮 PVE, 其余经回结肠 PVE), 仅有 2% 出现并发症。Di Stefano 等^[34]综合分析了 188 个接受同侧入路 PVE 的病例, 有 24 例发生了并发症。暂时性肝衰竭在肝硬化患者中比例明显增高(5/30, $P < 0.01$)。Kodama 等^[35]评价了 47 例经皮 PVE (11 例为对侧入路)高并发症的原因, 作者建议首先考虑行同侧入路)。

5 PVE 新技术

5.1 经肝动脉 PVE

Madoff 等^[36]通过 3 F 微导管将 3:1 碘油、无水乙醇混合溶液注入肝叶动脉分支, 进而通过胆管周围血管丛流入门静脉系统, 结果显示其 FLR 增加比例是常规经皮经肝穿刺 PVE 组的 2 倍, 提示该方法可能更好地促进 FLR 增生。

5.2 经肝窦 PVE

Smits 等^[37]首次探讨了通过肝静脉置入微导管, 将乙烯醇聚合物、钽粉、二甲亚砷混合物注入肝静脉进而逆流入肝血窦再流入肝门静脉的可行性, 他们称此 PVE 方法为经肝窦 PVE, 成功率 62.5% (5/8), 但是未对肝再生肥大能力做进一步研究。

5.3 PVE 与干细胞移植

骨髓干细胞在肝再生中起着重要作用, 且能替代受损肝细胞^[38]。am Esch 等^[39-41]先后于 2005、2007、2010 年在行 PVE 的同时将取自髂嵴的骨髓干细胞灌注于门静脉内, 结果发现灌注骨髓干细胞组相比单纯 PVE 组在 FLR 绝对值、增加比例、每日增生速度都有明显差异, 他们认为 PVE 与门静脉内灌注骨髓干细胞可更快、更好地刺激 FLR 增生。

6 PVE 争议

6.1 右侧门静脉分支 PVE 与 PVL

PVL 可能比 PVE 更能使肝左叶再生肥大^[42-43], 但需要开腹或者腹腔镜下完成, 故而在二期肝切除情况下使用^[44]。肝左右叶都有转移灶的患者^[45], 一期行肝左叶小转移灶切除, 同时行 PVL, 4~5 周肝左叶增生后行二期肝右叶切除术。但 PVE 还是 PVL 仍然存在争议, PVL 并不能栓塞门静脉末梢, 可出现肝内门脉-门脉侧支循环^[46], 另外肝左叶小转移灶可一期行射频消融术同时行 PVE^[47], 4 周后行右半肝切除术。动物实验呈现出两种不同结果, 在猪、兔子模型中支持 PVE^[48-49], 而大鼠模型则显示 PVL 更优越^[50]。这可能与大鼠各肝叶分离, 而猪、兔子各肝叶容易形成侧支循环而影响 PVL 效果, 另外分离大鼠门静脉亦很可能造成动脉损伤而增加 PVL 效果。

6.2 PVE 后化疗

由于恶性肿瘤增殖及 PVE 后促进原发或继发肝肿瘤增殖^[51-52], 使得部分患者 PVE 后无法行肝切除术, 故而有人主张 PVE 后、手术前行系统性新辅助化疗。化疗后是否影响 FLR 增长比例是有争议的^[53-54], Ogata 等^[55]对比了 18 例分别行 PVE、PVE+ 动脉化疗病人 FLR 增生比例, 认为 PVE 联合化疗更能有效刺激 FLR 增生, 这不仅是因为动脉化疗栓塞阻止了 PVE 后肿瘤生长, 也是因为动脉化疗栓塞封闭了可能限制增生的动脉分流。

6.3 右叶联合 IV 段栓塞

一项调查显示^[56], 80% 正常人中肝叶 II、III 段体积之和低于肝总体积的 20%, 也就是说 80% 的扩大肝右叶切除术患者术前都应该行 PVE。Capussotti 等^[57]统计了各 13 例分别接受右门静脉 PVE、右门静脉联合 IV 段门静脉 PVE 的患者, 结果显示肝 II、III 段体积增加绝对值及比例上并无统计学意义。但是最近 Kishi 等^[58]统计了 15 例接受右门静脉 PVE、58 例右门静脉联合 IV 段门静脉 PVE 数据, 显示后者肝 2、3 段体积增加绝对值(平均 106 mL vs. 141 mL, $P=0.044$)、肝叶增生比例(平均数 26% vs. 54%, $P=0.021$)均高于前者, 并发症比例两组相似(7% vs. 10%, $P>0.99$)。但是 4 段 PVE 很难经对侧入路且操作难度大, 易发生栓塞材料反流^[57], 能否达到预期效果与操作经验技巧有很大关系。

7 PVE 后 FLR 不足处理

一般 PVE 后都能获得满意的 FLR，但是肝增生差异较大，特别是并存营养不良或糖尿病等影响肝再生的基础疾病。一项包含 42 例患者的回顾性分析显示仅有 10% 的患者 PVE 术后无有意义的肝再生肥大^[17]，PVE 后肝再生不足被认为是肝衰竭的危险因素，因而这类患者不适宜行切肝手术。患有慢性肝病者 PVE 后 FLR 增加低于 10% 提示术后存在肝功不足高风险^[32]，而正常肝脏则认为低于 5%^[17]。患有慢性肝疾病的患者可能需要等待更长的时间（6~8 周）以获得足够的增生肥大。最近一项研究^[59]表明 PVE 后 1 年仍存在肝叶肥大增生。此外可通过动脉栓塞（TAE）或肝静脉栓塞（HVE）获得满意的 FLR。

Nagino 等^[60]于 2000 年描述了 2 例 PVE 后 FLR 不足而接受肝动脉无水乙醇栓塞的患者，并获得了满意的肝增生肥大，但患者都出现了发热、腹痛、肝功异常，1 例出现肝脓肿而行经皮肝穿刺引流术。2006 年 Gruttadauria 等^[61]对 2 例 PVE 后 FLR 不足的患者分别用微粒 + 明胶海绵，微粒 + 金属圈实施 TAE，并未出现任何并发症而获得可接受手术的 FLR。

Hwang 等^[62]的一项前瞻性调查研究了 9 例等待右肝切除的患者，PVE 后再行右肝静脉栓塞，FLR 比例分别为（ 34.8 ± 1.5 ）%（PVE 前），（ 39.7 ± 0.6 ）%（PVE 后 1~2 周），（ 44.2 ± 1.1 ）%（HVE 后 2 周），（ 64.5 ± 6.2 ）%（右肝切除后 1 周），显示 HVE 可有效增加 PVE 后 FLR 比例。

8 总结

PVE 作为一种相对安全、有效的减少肝大部切除术后并发症、扩大手术患者范围的手段之一，已在世界范围内得到越来越多的认可与发展。对 PVE 的不断研究和更多循证医学证据必将使 PVE 在临床上得到更广泛的应用。

参考文献

- [1] Rous P, Larimore LD. Relation of the portal blood to liver maintenance: a demonstration of liver atrophy conditional on compensation[J]. *J Exp Med*, 1920, 31(5):609-632.
- [2] Kinoshita H, Sakai K, Hirohashi K, et al. Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma[J]. *World J Surg*, 1986, 10(5):803-808.
- [3] Takayasu K, Muramatsu Y, Shima Y, et al. Hepatic lobar atrophy following obstruction of the ipsilateral portal vein from hilar cholangiocarcinoma[J]. *Radiology*, 1986, 160(2):389-393.
- [4] Makuuchi M, Kosugue T, Lygidakis N. New possibilities for major liver surgery in patients with Klatskin tumors or primary hepatocellular carcinoma--an old problem revisited[J]. *Hepatology*, 1991, 38(4):329-336.
- [5] Makuuchi M, Thai BL, Takayasu K, et al. Preoperative portal embolization to increase safety of major hepatectomy for hilar bile duct carcinoma: a preliminary report[J]. *Surgery*, 1990, 107(5):521-527.
- [6] Mise Y, Sakamoto Y, Ishizawa T, et al. A worldwide survey of the current daily practice in liver surgery[J]. *Liver Cancer*, 2013, 2(1):55-66.
- [7] Ribero D, Abdalla EK, Madoff DC, et al. Portal vein embolization before major hepatectomy and its effects on regeneration, respectability and outcome[J]. *Br J Surg*, 2007, 94(11):1386-1394.
- [8] Giraudo G, Greget M, Oussoultzoglou E, et al. Preoperative contralateral portal vein embolization before major hepatic resection is a safe and efficient procedure: a large single institution experience[J]. *Surgery*, 2008, 143(4):476-482.
- [9] van Gulik TM, van den Esschert JW, de Graaf W, et al. Controversies in the use of portal vein embolization[J]. *Dig Surg*, 2008, 25(6):436-444.
- [10] Clavien PA. Liver regeneration: a spotlight on the novel role of platelets and serotonin[J]. *Swiss Med Wkly*, 2008, 138(25/26):361-370.
- [11] Miyake H, Fujii M, Sasaki K, et al. Heat shock protein 70 induction in hepatocytes after right portal vein embolization[J]. *Hepatology*, 2003, 50(5):2084-2087.
- [12] Abdalla EK, Hicks ME, Vauthey JN. Portal vein embolization: rationale, technique and future prospects[J]. *Br J Surg*, 2001, 88(2):165-175.
- [13] Michalopoulos GK, Zarnegar R. Hepatocyte growth factor[J]. *Hepatology*, 1992, 15(1):149-155.
- [14] Tanaka H, Hirohashi K, Kubo S, et al. Influence of histological inflammatory activity on regenerative capacity of liver after percutaneous transhepatic portal vein embolization[J]. *J Gastroenterol*, 1999, 34(1):100-104.
- [15] de Baere T, Denys A, Paradis V. Comparison of four embolic materials for portal vein embolization: experimental study in pigs[J]. *Eur Radiol*, 2009, 19(6):1435-1442.
- [16] de Baere T, Roche A, Vasseur D, et al. Portal vein embolization: utility for inducing left hepatic lobe hypertrophy before surgery[J]. *Radiology*, 1993, 188(1):73-77.
- [17] Denys A, Lacombe C, Schneider F, et al. Portal vein embolization with N-butyl cyanoacrylate before partial hepatectomy in patients

- with hepatocellular carcinoma and underlying cirrhosis or advanced fibrosis[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2005, 16(12):1667-1674.
- [18] Covey AM, Tuorto S, Brody LA, et al. Safety and efficacy of preoperative portal vein embolization with polyvinyl alcohol in 58 patients with liver metastases[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2005, 185(6):1620-1626.
- [19] Madoff DC, Hicks ME, Abdalla EK, et al. Portal vein embolization with polyvinyl alcohol particles and coils in preparation for major liver resection for hepatobiliary malignancy: safety and effectiveness--study in 26 patients[J]. *Radiology*, 2003, 227(1):251-260.
- [20] Ogasawara K, Uchino J, Une Y, et al. Selective portal vein embolization with absolute ethanol induces hepatic hypertrophy and makes more extensive hepatectomy possible[J]. *Hepatology*, 1996, 23(2):338-345.
- [21] Bent CL, Low D, Matson MB, et al. Portal vein embolization using a nitinol plug (Amplatzer vascular plug) in combination with histoacryl glue and iodinated oil: adequate hypertrophy with a reduced risk of nontarget embolization[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2009, 32(3):471-477.
- [22] de Baere T, Teriitehau C, Deschamps F, et al. Predictive factors for hypertrophy of the future remnant liver after selective portal vein embolization[J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(8):2081-2089.
- [23] Ogasawara K, Une Y, Nakajima Y, et al. The significance of measuring liver volume using computed tomographic images before and after hepatectomy[J]. *Surg Today*, 1995, 25(1):43-48.
- [24] Vauthey JN, Abdalla EK, Doherty DA, et al. Body surface area and body weight predict total liver volume in Western adults[J]. *Liver Transpl*, 2002, 8(3):233-240.
- [25] Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, et al. Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations[J]. *Surgery*, 2000, 127(5):512-519.
- [26] Johnson TN, Tucker GT, Tanner MS, et al. Changes in liver volume from birth to adulthood: a meta-analysis[J]. *Liver Transpl*, 2005, 11(12):1481-1493.
- [27] Shah A, Goffette P, Hubert C, et al. Comparison of different methods to quantify future liver remnants after preoperative portal vein embolization to predict postoperative liver failure[J]. *Hepatogastroenterology*, 2011, 58(105):109-114.
- [28] kishi Y, Abdalla EK, Chun YS, et al. Three hundred and one consecutive extended right hepatectomies: evaluation of outcome based on systematic liver volumetry[J]. *Ann Surg*, 2009, 250(4):540-548.
- [29] Dixon E, Abdalla E, Schwarz RE, et al. AHPBA/SSO/SSAT sponsored consensus conference on multidisciplinary treatment of hepatocellular carcinoma[J]. *HPB*, 2010, 12(5):287-288.
- [30] de Meijer VE, Kalish BT, Puder M, et al. Systematic review and meta-analysis of steatosis as a risk factor in major hepatic resection[J]. *Br J Surg*, 2010, 97(9):1331-1339.
- [31] Vauthey JN, Pawlik TM, Ribero D, et al. Chemotherapy regimen predicts steatohepatitis and an increase in 90-day mortality after surgery for hepatic colorectal metastases[J]. *J Clin Oncol*, 2006, 24(13):2065-2072.
- [32] Farges O, Belghiti J, Kianmanesh R, et al. Portal vein embolization before right hepatectomy: prospective clinical trial[J]. *Ann Surg*, 2003, 237(2):208-217.
- [33] Abulkhir A, Limongelli P, Healey AJ, et al. Preoperative portal vein embolization for major liver resection: a meta-analysis[J]. *Ann Surg*, 2008, 247(1):49-57.
- [34] Di Stefano DR, de Baere T, Denys A, et al. Preoperative percutaneous portal vein embolization: evaluation of adverse events in 188 patients[J]. *Radiology*, 2005, 234(2):625-630.
- [35] Kodama Y, Shimizu T, Endo H, et al. Complications of percutaneous transhepatic portal vein embolization[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2002, 13(12):1233-1237.
- [36] Madoff DC, Gupta S, Pillsbury EP, et al. Transarterial versus transhepatic portal vein embolization to induce selective hepatic hypertrophy: a comparative study in swine[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2007, 18(1 pt 1):79-93.
- [37] Smits ML, Vanlangenhove P, Sturm EJ, et al. Transsinusoidal portal vein embolization with ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx): a feasibility study in pigs[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2012, 35(5):1172-1180.
- [38] K rbling M, Katz RL, Khanna A, et al. Hepatocytes and epithelial cells of donor origin in recipients of peripheral-blood stem cells[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346(10):738-746.
- [39] am Esch JS 2nd, Knoefel WT, Klein M, et al. Portal application of autologous CD133+ bone marrow cells to the liver: a novel concept to support hepatic regeneration[J]. *StemCells*, 2005, 23(4):463-470.
- [40] F  rst G, Schulte am Esch J, Poll LW, et al. Portal vein embolization and autologous CD133+ bone marrow stem cells for liver regeneration: initial experience[J]. *Radiology*, 2007, 243(1):171-179.
- [41] am Esch JS, Schmelzle M, F  rst G, et al. Infusion of CD133+ bone marrow-derived stem cells after selective portal vein embolization enhances functional hepatic reserves after extended right hepatectomy: a retrospective single-center study[J]. *Ann Surg*, 2012, 255(1):79-85.
- [42] Kianmanesh R, Farges O, Abdalla EK, et al. Right portal vein ligation: a new planned two-step all-surgical approach for complete resection of primary gastrointestinal tumors with multiple bilateral liver metastases[J]. *J Am Coll Surg*, 2003, 197(1):164-170.
- [43] Aussilhou B, Lesurtel M, Sauvanet A et al. Right portal vein ligation is as efficient as portal vein embolization to induce hypertrophy of the left liver remnant[J]. *J Gastrointest Surg*, 2008, 12(2):297-303.
- [44] 董科, 俞小炯, 熊伟, 等. 腹腔镜选择性门静脉结扎术在二期肝癌肝切除术中的应用 [J]. *中华消化外科杂志*, 2013, 12(8):620-623.
- [45] Folprecht G. Treatment of colorectal liver metastases[J]. *Dtsch Med Wochenschr*, 2013, 138(41):2098-2103.
- [46] Denys AL, Abehsera M, Sauvanet A, et al. Failure of right portal vein ligation to induce left lobe hypertrophy due to intrahepatic portoportal

- collaterals: successful treatment with portal vein embolization[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1999, 173(3):633-635.
- [47] Elias D, Santoro R, Ouellet JF, et al. Simultaneous percutaneous right portal vein embolization and left liver tumor radiofrequency ablation prior to a major right hepatic resection for bilateral colorectal metastases[J]. *Hepatology*, 2004, 41(6):1788-1791.
- [48] Wilms C, Mueller L, Lenk C, et al. Comparative study of portal vein embolization versus portal vein ligation for induction of hypertrophy of the future liver remnant using a mini-pig model[J]. *Ann Surg*, 2008, 247(5):825-834.
- [49] van den Esscher JW, van Lienden KP, de Graaf W, et al. Portal vein embolization induces more liver regeneration than portal vein ligation in a standardized rabbit model[J]. *Surgery*, 2011, 149(3): 378-385.
- [50] Furrer K, Tian Y, Pfammatter T, et al. Selective portal vein embolization and ligation trigger different regenerative responses in the rat liver[J]. *Hepatology*, 2008, 47(5):1615-1623.
- [51] Elias D, Cavalcanti A, de Baere T, et al. Long-term oncological results of hepatectomy performed after selective portal embolization[J]. *Ann Chir*, 1999, 53(7):559-564.
- [52] Hayashi S, Baba Y, Ueno K, et al. Acceleration of primary liver tumor growth rate in embolized hepatic lobe after portal vein embolization[J]. *Acta Radiol*, 2007, 48(7):721-727.
- [53] Zorzi D, Chun YS, Madoff DC, et al. Chemotherapy with bevacizumab does not affect liver regeneration after portal vein embolization in the treatment of colorectal liver metastases[J]. *Ann Surg Oncol*, 2008, 15(10):2765-2772.
- [54] Beal IK, Anthony S, Papadopoulou A, et al. Portal vein embolisation prior to hepatic resection for colorectal liver metastases and the effects of periprocedure chemotherapy[J]. *Br J Radiol*, 2006, 79(942):473-478.
- [55] Ogata S, Belghiti J, Farges O, et al. Sequential arterial and portal vein embolizations before right hepatectomy in patients with cirrhosis and hepatocellular carcinoma[J]. *Br J Surg*, 2006, 93(9):1091-1098.
- [56] Abdalla EK, Denys A, Chevalier P, et al. Total and segmental liver volume variations: implications for liver surgery[J]. *Surgery*, 2004, 135(4):404-410.
- [57] Capussotti L, Muratore A, Ferrero A, et al. Extension of right portal vein embolization to segment IV portal branches[J]. *Arch Surg*, 2005, 140(11): 1100-1103.
- [58] Kishi Y, Madoff DC, Abdalla EK, et al. Is embolization of segment 4 portal veins before extended right hepatectomy justified?[J]. *Surgery*, 2008, 144(5):744-751.
- [59] Corrêa D, Schwartz L, Jarnagin WR, et al. Kinetics of liver volume changes in the first year after portal vein embolization[J]. *Arch Surg*, 2010, 145(4):351-354.
- [60] Nagino M, Kanai M, Morioka A, et al. Portal and arterial embolization before extensive liver resection in patients with markedly poor functional reserve[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2000, 11(8):1063-1068.
- [61] Gruttadauria S, Luca A, Mandala L, et al. Sequential preoperative ipsilateral portal and arterial embolization in patients with colorectal liver metastases[J]. *World J Surg*, 2006, 30(4):576-578.
- [62] Hwang S, Lee SG, Ko GY, et al. Sequential preoperative ipsilateral hepatic vein embolization after portal vein embolization to induce further liver regeneration in patients with hepatobiliary malignancy[J]. *Ann Surg*, 2009, 249(4):608-616.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 郑万仁, 曾兆林. 门静脉栓塞术临床应用研究进展 [J]. 中国普通外科杂志, 2014, 23(1):111-116. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.01.022

Cite this article as: ZHENG WR, ZENG ZL. Advances in clinical application of portal vein embolization [J]. *Chin J Gen Surg*, 2014, 23(1):111-116. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.01.022

本刊为《中国学术期刊网络出版总库》期刊

为了实现学术期刊媒体的数字化、网络化转型,更好地推进学术文献资源的广泛传播和深度开发利用,本刊已加入《中国学术期刊网络出版总库》。在我刊刊登的文章,该数据库可免费提供作者文章引用统计分析资料。如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明或另投它刊。作者著作权使用费将在本刊稿酬中一次性给付。

《中国学术期刊网络出版总库》通过“中国知网”(www.cnki.net)和“中国期刊网”(www.chinajournal.net.cn)进行网络出版与信息服务。其集成整合和优化利用我国知识信息资源,向国内外读者提供动态信息服务,欢迎广大作者、读者浏览。

中国普通外科杂志编辑部