

Application and Progress of the Stents Used in the Therapy of Malignant Biliary Obstruction

Guoyu Chen*, Li Li#, Shengning Zhang, Yiming Chen, Yang Gao, Chunping Zhang

The Calmette Affiliated Hospital of Kunming Medical University, The First People's Hospital of Kunming, Kunming Yunnan
Email: #402694728@qq.com

Received: Feb. 26th, 2016; accepted: Mar. 14th, 2016; published: Mar. 17th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Using biliary stents for palliative care has become the first choice for the patients with malignant biliary obstruction who cannot undergo surgical resection. After stent implantation, it can effectively alleviate the clinical symptoms, maximize prolong survival time and improve the quality of life. This article summarizes the latest research and progress on the stent's classification and selection, insertion methods and relevant combination treatments.

Keywords

Stent, Malignant Biliary Obstruction, Palliative Therapy

胆道支架在治疗胆道恶性梗阻中的应用及进展

陈国煜*, 李立#, 张升宁, 陈奕明, 高杨, 张春平

昆明市第一人民医院暨昆明医科大学附属甘美医院, 云南 昆明
Email: #402694728@qq.com

收稿日期: 2016年2月26日; 录用日期: 2016年3月14日; 发布日期: 2016年3月17日

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 陈国煜, 李立, 张升宁, 陈奕明, 高杨, 张春平. 胆道支架在治疗胆道恶性梗阻中的应用及进展[J]. 临床医学进展, 2016, 6(1): 55-60. <http://dx.doi.org/10.12677/acm.2016.61011>

摘要

对于无法行外科根治手术的胆道恶性梗阻病人，使用胆道支架进行姑息治疗已成为首选。支架植入后能有效缓解患者临床症状，最大限度延长患者生存时间，提高患者生存质量。本文概述了目前胆道支架的分类及选择、植入方式及相关联合治疗等方面的最新研究及进展。

关键词

支架，胆道恶性梗阻，姑息治疗

1. 引言

胆道恶性梗阻是指由累及胆道系统的肝细胞癌、肝门部胆管癌、肝外胆管癌、胆囊癌、十二指肠乳头癌、胰头癌或其他部位肿瘤转移的淋巴结等直接或间接导致胆道梗阻所引起的以高胆红素血症、组织和体液黄染、胆管扩张等为主要临床表现的一类疾病。长期胆道梗阻可引起进行性加重的黄疸，导致肝脏功能迅速恶化，消化道出血和肾脏功能衰竭等并发症，病死率很高[1]。目前恶性胆道梗阻的治疗手段有限，外科根治性或扩大切除是唯一可治愈的治疗方式，但由于多发病隐匿，临床症状常不典型，当患者出现临床症状而就诊时肿瘤常已进展至中晚期，瘤体大、位置复杂、肿瘤浸润，手术处理较复杂，常无法完全解决病变，丧失手术根治切除机会，肿瘤整体手术切除率仍较低[2]。对不能手术切除的患者，维持胆道通畅有重要的临床价值[3]，采用胆道支架进行姑息治疗能有迅速效缓解因梗阻而引起的黄疸、疼痛等症状，也能很好的预防胆管炎和胆汁淤积性肝功能衰竭，减少引起患者死亡的其他因素的发生和发展。

2. 常用支架的比较

2.1. 常用胆道支架的分类

目前常用的胆道支架大致可分为塑料支架(Plastic stents, PS)及金属支架(Metal stents, MS)。塑料支架指由高分子聚合物制成的支架，而金属支架为镍钛合金丝、钽丝、不锈钢丝等编织成特定形状的支架。对于恶性胆道梗阻的病人两种支架在短期内都能有效地解除梗阻，提高病患的生存质量。

2.1.1. 塑料支架

塑料支架可分为非降解高分子支架及可降解高分子支架，包括有聚乙烯支架、聚氨酯支架、聚四氟乙烯支架、单丝聚乳酸支架等。塑料支架相对价格便宜、置换容易，具有一定的耐磨性、耐疲劳性、弹性、抗凝血性及生物相容性。但是应用塑料支架在较短时间胆道再阻塞发生率高[4]，主要是细菌(需氧菌和厌氧菌)和粘性似蛋白质物质形成的细菌生物膜在支架表面沉积以及胆红素钙、棕榈酸钙聚集形成的胆泥，同时也与支架的形状设计以及支架的材料有关。相关学者研究表明[5]，通常塑料支架植入3个月其阻塞率为30%，6个月后阻塞率约为70%，甚至需定期更换新的支架。国内外对于再阻塞问题有也一些防治措施：如减少十二指肠—胆管反流；增加支架表面光洁度来减少细菌的黏附，采用透明质酸来阻止细菌在材料表面的黏附；用抗生素药物来抑制细菌生物膜的形成等[6]。虽然上述方法能在一定程度上有效防治短期内再狭窄，但塑料支架发生再阻塞的主要原因是塑料支架本身只有保持较小的口径，才能保持其力学性能[6]。

2.1.2. 金属支架

目前常用的金属支架为镍钛合金胆道支架，镍钛合金胆道支架除了具有无细胞毒性及良好的生物相容性、耐腐蚀性、超弹性等特性外，还具有特殊的记忆功能，即在马氏体相温度(0℃~4℃)时处于收缩状态，在奥氏体相温度(38℃~40℃)时恢复伸展状态，这使镍钛记忆合金具有良好的自扩展性，这一特性在能迅速解除胆道梗阻的同时，也能有效降低植入短期因胆泥沉积而造成的再梗阻的发生率[7]。但镍钛合金胆道支架可长期放置的特性，会出现因胆道上皮组织增生而使增加支架取出的难度，和局部异常的胆管壁组织(主要为胆道恶性肿瘤)通过镍钛合金胆道支架的网孔向管腔内生长而再次梗阻[8]。在此基础上1994年首次研制出Gore-Tex覆膜自膨式金属支架并推广运用到临床[9]，覆膜金属支架是在原有支架表面涂上一层相容性好、防止细菌黏附的有机薄膜(完全覆盖和部分覆盖[10])，使覆膜支架具有可取出并更换支架及有效防止肿瘤向支架内生长的特性。国内学者梁凯伦等[11]对126名恶性胆道梗阻患者的研究表明，其在植入成功率方面无差别，覆膜组和无膜组的术后胰腺炎发生率13.6%和1.5% ($P < 0.05$)、术后胆囊炎发生率11.9%和1.5% ($P < 0.05$)、中位生存时间为389 d和372 d ($P < 0.05$)、中位支架通畅时间为368 d和190 d ($P < 0.05$)。证明覆膜金属支架通畅时间明显优于非覆膜金属支架，但术后胰腺炎和胆囊炎发生率均明显高于非覆膜金属支架。Park等[12]的研究结果却认为覆膜和无覆膜的支架的平均开放时间和累积开放时间、急性胆囊炎和胰腺炎发病率并无明显差异，覆膜支架的移位率则显著高于无覆膜支架。目前多数研究结果认为覆膜金属支架通畅时间上优于非覆膜金属支架，但患者的中位生存期无明显差异[13]-[16]。

2.2. 塑料支架与金属支架比较

塑料支架与金属支架在成功植入后无疑都能够迅速缓解胆道梗阻，但随着时间的延长金属支架在3个月以后的通畅率明显高于塑料支架组。国内学者王田田等[17]的研究表明，金属支架与塑料支架相比而言，金属支架有着更长的畅通期，金属支架组的中位通畅期为(248.53 ± 138.61) d，塑料支架组的中位通畅期为(101.76 ± 38.53) d，经Log-rank检验差异有统计学意义($P < 0.001$)，金属支架组在3个月以后的通畅率明显高于塑料支架组，因此，如果患者预计生存期 > 3个月，选用金属支架更为有利。其他国内学者[3] [18] [19]及国外学者[20]-[22]的结果也表明金属支架置入成功率和引流有效率更高，通畅时间更长，支架堵塞率更低，中位生存期更长。价格方面，塑料支架的价格较金属支架的低，常用的金属支架的价格约为塑料支架的十倍[23]，但也有学者[24]指出塑料支架长时间放置阻塞后常需要再次或多次手术，这无形中也增加了塑料支架的价格，而且再次手术也给病患带来了更多的痛苦，金属支架再次介入率更低，最终总治疗费用更低同时也减轻了患者因再次手术而带来的痛苦。故究竟应该选用何种支架需结合患者的预计生存期及经济承受能力，在经济条件允许的情况下对于预计生存期 > 3个月者应该选用金属支架，生存期 < 3个月可选用塑料支架，对于经济条件相对有限的患者，在选用支架时不能只考虑到塑料支架的价格，更加应该结合患者的预计生存期，判断是否存在因塑料支架阻塞而再次手术的可能性，才能最大限度的减少病患的痛苦及经济负担。

3. 支架植入方法比较

目前临床上多采用的支架植入方式为：内镜下逆行胆道造影途径(endoscopic retrograde cholangiography, ERC)及经皮经肝胆道造影途径(percutaneous transhepatic cholangiography, PTC)。有国外学者[25]认为内镜下逆行胆道造影途径放置容易、费用较低且相对安全，固为首选方式，国内学者[26]也建议将内镜下逆行胆道造影途径的支架放置作为首选。但在国内学者崔建华[27]的研究中，经ERC及PTC支架置入成功率的差异无统计学意义，ERC组在低位恶性梗阻疾病中黄疸改善效果及并发症总发生率要明显优

于 PTC 组，而 PTC 组在高位恶性梗阻疾病中黄疸改善效果及并发症总发生率要明显优于 ERC 组。国内学者闫勇等[28]的研究指出位于胆总管下端和壶腹部的恶性胆道梗阻首选 ERC 途径放置支架，位于肝门部及以上的恶性胆道梗阻应以 PTC 途径放置支架为宜，国外学者也有类似的研究结果[29] [30]。当然作为 ERC 及 PTC 这两种技术手段，各个医院的开展情况、熟练程度也多不相同，固究竟使用何种方式作为首选，应结合医院自身条件及恶性胆道梗阻的具体部位而定，在技术条件不受限制的情况下，病患梗阻位置在胆总管下端和壶腹部的选用内镜下逆行胆道造影途径放置支架，而对于病患梗阻位置在肝门部及以上的选用经皮经肝胆道造影途径放置支架，是目前相对合理的选择。

4. 支架联合治疗

对于晚期恶性胆道梗阻的病人胆道支架的置入虽然能迅速有效的使胆道短时间能得以畅通，但对于恶性肿瘤本身却无治疗效果，且随着置入时间的增加，存在因肿瘤的长入致使支架阻塞等一系列问题，固目前支架联合其他治疗已成为研究的热点。现有的联合治疗方式多种多样，包括联合 ^{125}I 粒子条同时置入[31]、联合光动力治疗[32]、联合腔内射频消融治疗[33]、联合高强度超声聚焦刀治疗[34]、联合碘油化疗药治疗[35]、联合三维适形放疗[36] [37]等联合治疗方式，这些联合治疗方式在一定程度上都能控制肿瘤生长，改善患者生活质量及延长患者生存时间[31]-[37]。国内目前报道较多的联合治疗方式为支架联合 ^{125}I 粒子条植入治疗， ^{125}I 粒子作为一种释放 γ 射线的低剂量率微型放射源，因其放射源射线射程短、穿透力低、可最大限度杀伤肿瘤而不损及周围正常组织等优点，其植入放疗被广泛应用于前列腺癌、直肠癌、鼻咽癌等恶性肿瘤的临床治疗[38]-[41]，在赵苏鸣[42]的研究中， ^{125}I 粒子条能有效控制局部肿瘤的生长阻止肿瘤浸润性生长导致胆道再梗阻，其中位生存期(半数生存期)明显长于单纯支架放置组，但该治疗方案尚处于研究探索阶段，离临床推广使用还有一定的距离。上述联合治疗方法多为在支架置入的同时，再联合其他治疗手段，而对支架本身不做改变，国外有报道 Chen MH 等[43]制备的 PDT-化疗支架原型(PDT-chemo stent)，其对支架本身进行洗脱，使其覆盖吉西他滨(GEM)和血卟啉(HP) (Genmcitabine and Hematoporphrin)，这种抗癌药物直接与支架本身相结合的做法为支架置入治疗提供了新的思路，但其目前尚未应用于临床。在支架置入的同时辅以其它手段治疗胆道恶性梗阻有着良好的前景，如何使这种协同作用更为有效，最大限度的延长患者生存时间及提高生存质量还有待更多学者的探索和研究。

5. 结论

对不适于手术的恶性胆道梗阻晚期患者，胆道支架的置入无疑是最佳的选择，国外对于胆道支架的应用较国内更加的普遍，我国尚处于发展阶段。塑料支架的价格较金属支架的低，但金属支架组在 3 个月以后的通畅率明显高于塑料支架组，在经济条件允许的情况下对于预计生存期 > 3 个月者应首选用金属支架，生存期 < 3 个月选用塑料支架更为合适，对于生存期 > 3 个月但经济条件相对有限的患者，更应慎重考虑，避免因放置塑料支架阻塞后再次手术而增加患者的痛苦和治疗总费用。关于支架置入方式的选择应结合患者的胆道梗阻位置及具体病情，以及当地医院的技术开展情况来选择途径，在技术条件相对不受限制的情况下，病患梗阻位置在胆总管下端和壶腹部的选用内镜下逆行胆道造影途径放置支架，梗阻位置在肝门部及以上的选用经皮经肝胆道造影途径放置支架是较为合理的。无论是支架结合其他辅助治疗还是将抗肿瘤药物融入支架本身，这些联合治疗方式虽取得了一定成果，但尚不成熟，仍需我们继续为之不懈努力。

参考文献 (References)

- [1] 董家鸿, 曾永毅. 阻塞性黄疸减黄研究热点与难点[J]. 中国实用外科杂志, 2007, 10(27): 768.

- [2] Jemal, A., Siegel, R., Ward, E., *et al.* (2009) Cancer Statistics. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **59**, 225-249.
- [3] 勾承月, 秦鸣放, 王庆, 王震宇, 丁国乾. 胆道支架介入治疗恶性胆道梗阻 136 例临床分析[J]. 中国微创外科杂志, 2010, 10(5): 412-414.
- [4] Elwir, S., Sharzehi, K., Veith, J., Moyer, M.T., Dye, C., McGarrity, T. and Mathew, A. (2013) Biliary Stenting in Patients with Malignant Biliary Obstruction: Comparison of Double Layer, Plastic and Metal Stents. *Digestive Diseases and Sciences*, **58**, 2088-2092. <http://dx.doi.org/10.1007/s10620-013-2607-z>
- [5] Kim, B.S. and Mooney, D.J. (1998) Development of Biocompatible Synthetic Extracellular Matrices for Tissue Engineering. *Trends in Biotechnology*, **16**, 224.
- [6] 王良辉, 蒋小松, 刘恒全, 黄楠. 胆道内支架材料的研究进展[J]. 材料导报 A 综述篇, 2013, 27(3): 96-98.
- [7] Norbert, B., Andrea, S., Ulrich, G., *et al.* (1996) Human Tissue Responses to Metal Stents Implanted *in Vivo* for the Palliation of Malignant Stenoses. *Gastrointestinal Endoscopy*, **43**, 596.
- [8] Severini, A., Mantero, S., Tanzi, M.C., *et al.* (1999) *In Vivo* Study of Polyurethane-Coated Gianturco-Rosch Biliary Z-Stents. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, **22**, 510.
- [9] Saito, H., Sakurai, Y., Takamura, A., *et al.* (1994) Biliary Endoprosthesis Using Gore-Tex Covered Expandable Metallic Stents: Preliminary Clinical Evaluation. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi*, **54**, 180-182.
- [10] Jaganmohan, S. and Lee, J.H. (2012) Self-Expandable Metal Stents in Malignant Biliary Obstruction. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, **6**, 105-114.
- [11] 梁凯伦, 孙大勇. 覆膜与非覆膜胆道金属支架治疗恶性胆道梗阻的临床观察[J]. 现代消化及介入诊疗, 2015, 20(5): 485-488.
- [12] Park, H., Kim, M.H., Choi, J.S., *et al.* (2006) Covered versus Uncovered-Wallstent for Malignant Extrahepatic Biliary Obstruction: A Cohort Comparative Analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **4**, 790.
- [13] Isayama, H., Komatsu, Y., Tsujino, T., Sasahira, N., Hirano, K., Toda, N., Nakai, Y., Yamamoto, N., Tada, M., Yoshida, H., Shiratori, Y., Kawabe, T. and Omata, M. (2003) A Prospective Randomised Study of "Covered" versus "Uncovered" Diamond Stents for the Management of Distal Malignant Biliary Obstruction. *Gut*, **53**, 729-734. <http://dx.doi.org/10.1136/gut.2003.018945>
- [14] Li, F., Wang, F., Yang, X., Ji, D., Li, J., Wang, N., Liu, Y., Li, C., Zhang, T. and Li, K. (2012) Covered Stents versus Uncovered Stents for the Palliation of Malignant Extrahepatic Biliary Obstruction Caused by Direct Tumor Invasion: A Cohort Comparative Study. *Medical Oncology*, **29**, 2762-2770. <http://dx.doi.org/10.1007/s12032-012-0187-y>
- [15] Saleem, A., Leggett, C.L., Murad, M.H., Baron, T.H. (2011) Meta-Analysis of Randomized Trials Comparing the Patency of Covered and Uncovered Self-Expandable Metal Stents for Palliation of Distal Malignant Bile Duct Obstruction. *Gastrointestinal Endoscopy*, **74**, 321-327, e1-e3.
- [16] Moses, P.L., Alnaamani, K.M., Barkun, A.N., Gordon, S.R., Mitty, R.D., Branch, M.S., Kowalski, T.E., Martel, M. and Adam, V. (2013) Randomized Trial in Malignant Biliary Obstruction: Plastic vs Partially Covered Metal Stents. *World Journal of Gastroenterology*, **19**, 8638-8646. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v19.i46.8638>
- [17] 王田田, 潘亚敏, 高道键, 吴军, 杨小明, 叶馨, 胡冰. 内镜下同期放置双侧金属支架或双侧塑料支架治疗肝门部恶性胆道梗阻[J]. 第二军医大学学报, 2013, 34(3): 252-256.
- [18] 戴放, 黄信华, 陈勇, 李彦豪, 周杰, 唐玉新. 金属与塑料支架姑息性治疗恶性胆道梗阻疗效对比研究[J]. 放射学实践, 2003, 18(10): 731-734.
- [19] 谢子英, 赵亚刚. 胆管恶性梗阻的内镜治疗[J]. 现代消化及介入诊疗, 2013, 18(1): 14-17.
- [20] Raju, R.P., Jaganmohan, S.R., Ross, W.A., *et al.* (2011) Optimum Palliation of Inoperable Hilar Cholangiocarcinoma: Comparative Assessment of the Efficacy of Plastic and Self-Expanding Metal Stents. *Digestive Diseases and Sciences*, **56**, 1557-1564. <http://dx.doi.org/10.1007/s10620-010-1550-5>
- [21] Kanno, Y., Ito, K., Fujita, N., *et al.* (2011) Single-Session Endoscopic Bilateral Y Configured Placement of Metal Stents for Hilar Malignant Biliary Obstruction. *Digestive Endoscopy*, **23**, 91-96.
- [22] Sangchan, A., Kongkasame, W., Pugkhem, A., *et al.* (2012) Efficacy of Metal and Plastic Stents in Unresectable Hilar Cholangiocarcinoma: A Randomized Controlled Trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, **76**, 93-99.
- [23] Mukai, T., Yasuda, I., Nakashima, M., *et al.* (2013) Metallic Stents Are More Efficacious than Plastic Stents in Unresectable Malignant Hilar Biliary Strictures: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences*, **20**, 214-222. <http://dx.doi.org/10.1007/s00534-012-0508-8>
- [24] Hong, W.D., Chen, X.W., Wu, W.Z., *et al.* (2013) Metal versus Plastic Stents for Malignant Biliary Obstruction: An Update Meta-Analysis. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology*, **37**, 496-500. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinre.2012.12.002>

- [25] Yasuda, I., Mukai, T. and Moriwaki, H. (2013) Unilateral versus Bilateral Endoscopic Biliary Stenting for Malignant Hilar Biliary Strictures. *Digestive Endoscopy*, **25**, 81-85. <http://dx.doi.org/10.1111/den.12060>
- [26] 吴洁, 王翔. 经 ERCP 或 PTCD 胆管支架置入治疗恶性梗阻性黄疸 32 例体会[J]. 中国临床研究, 2013, 26(11): 1164-1165.
- [27] 崔建华. 胆道金属支架在治疗胆道恶性梗阻疾病中的临床应用[J]. 中外医疗, 2015, 33: 28-29.
- [28] 闫勇, 戴睿武, 汪涛, 叶明辉, 张生, 江宗兴. 经 PTC 或 ERC 两种途径放置胆道支架治疗恶性胆管梗阻对比分析[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2011, 18(11): 1184-1187.
- [29] Walter, T., Ho, C.S., Horgan, A.M., *et al.* (2013) Endoscopic or Percutaneous Biliary Drainage for Klatskin Tumors? *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, **24**, 113-121.
- [30] Dumonceau, J.M., Tringali, A., Blero, D., *et al.* (2012) Biliary Stenting: Indications, Choice of Stents and Results: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Clinical Guideline. *Endoscopy*, **44**, 277-298.
- [31] 姚红响, 陈根生, 叶冠雄, 徐胜前, 等. 胆道支架联合 ^{125}I 粒子条治疗恶性梗阻性黄疸[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23(10): 893-895.
- [32] Kahaleh, M., Mishra, R., Shami, V.M., *et al.* (2008) Unresectable Cholangio-Carcinoma: Comparison of Survival in Biliary Stenting Alone versus Stenting with Photodynamic Therapy. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **6**, 290-297.
- [33] 项倩茹, 李虎城, 梁峰, 吴田田. 腔内射频消融联合胆道支架植入术和单纯胆道支架植入术治疗恶性梗阻性黄疸的临床效果分析[J]. 军事医学, 2015, 39(10): 777-780.
- [34] 曹驰, 程隆, 李国均, 崔宁, 吴海江. 胆道支架植入联合高强度超声聚焦刀治疗恶性梗阻性黄疸[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20(10): 792-794.
- [35] 林少彬, 谢蓉芝, 胡碧香, 马兴灿, 方建林. 胆道支架置入联合碘油化疗药治疗胰头癌合并阻塞性黄疸的临床应用[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(3): 485-488.
- [36] 疏云, 王洪云, 陶黎明, 吴燕玲, 邹彩亮, 胡贤春, 乐薇, 钟梅. 胆道支架置入联合三维适形放疗治疗恶性胆道梗阻的临床观察[J]. 实用癌症杂志, 2014, 29(12): 1708-1710.
- [37] Li, T.F., Chen, C., Han, X.W., Zhen, L., Jiao, D.C. and Ma, J. (2014) Clinical Efficacy of Metallic Biliary Stents Combined with Different Anti-Cancer Treatments in the Management of Bile Duct Cancer. *Hepato-Gastroenterology*, **61**, 22-26.
- [38] Beydoun, N., Bucci, J. and Malouf, D. (2014) Iodine-125 Prostate Seed Brachytherapy in Renal Transplant Recipients: An Analysis of Oncological Outcomes and Toxicity Profile. *Journal of Contemporary Brachytherapy*, **6**, 15-20.
- [39] Zhang, F., Wu, K., Gao, F., *et al.* (2013) Refractory Nasopharyngeal Carcinoma: Positron Emission Tomography Combined with Computed Tomography-guided ^{125}I Seed Implantation Therapy after Repeated Traditional Radiochemotherapy. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, **149**, 417-423.
- [40] Peng, S., Yang, Q.X., Zhang, T., *et al.* (2014) Lobaplatin-TACE Combined with Radioactive ^{125}I Seed Implantation for Treatment of Primary Hepatocellular Carcinoma. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, **15**, 5155-5160.
- [41] 任庆, 熊锐华, 田秀荣, 等. ^{125}I 粒子植入联合化疗治疗结肠癌术后肝转移的临床研究[J]. 肿瘤防治研究, 2014, 41(6): 653-656.
- [42] 赵苏鸣, 赵辉, 顾滩炜, 杨晓虎, 贾鹏飞. 单纯胆道支架与支架联合 ^{125}I 粒子条植入治疗恶性梗阻性黄疸[J]. 上海交通大学学报, 医学版, 2015, 35(11): 1661-1665.
- [43] Chen, M.H., Liang, P.C., Chang, K.C., Huang, J.Y., Chang, Y.T., Chang, F.Y., Wong, J.M. and Lin, F.H. (2014) Prototype of Biliary Drug-Eluting Stent With Photodynamic and Chemotherapy Using Electrospinning. *Biomedical Engineering*, **13**, 118.