

胰腺 3D 外科

方驰华 蔡伟 钟世镇

【摘要】 科学技术的发展不仅推动了社会的进步,更是对医学的成长产生了强大的推动作用。3D 打印技术将与其他数字化生产模式一起,推动第三次工业革命的实现;新兴 3D 设备和新锐理念的不断涌现带来了人类医学外科的一次巨大飞跃,胰腺外科亦是受益于此。笔者近十年来一直致力于 3D 胰腺外科的基础和临床研究,将三维可视化技术应用到胰腺肿瘤诊断与治疗、胰周血管三维重建、胰腺肿瘤可切除性评估、胰瘘防治等,对胰腺外科发展提出了新思路,介绍了在 3D 时代胰腺肿瘤诊断与治疗中的进步以及新近设备(如达芬奇机器人手术系统、3D 腹腔镜)所带来的相关优势。

【关键词】 胰腺肿瘤; 数字医学; 三维可视化; 手术机器人手术系统

Three dimensional visualization technology in pancreatic surgery Fang Chihua, Cai Wei, Zhong Shizhen. First Department of Hepatobiliary Surgery, Zhujiang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510282, China
Corresponding author: Fang Chihua, Email: fangch_dr@163.com

【Abstract】 The development of science and technology not only promotes the development of the society, but also has a great influence on the progress of medicine. The three dimensional (3D) printing technology together with other digital production modes will promote the realization of the third industrial revolution. New 3D equipments and concepts brought a huge leap of surgery, and pancreatic surgery is also benefited from this. The author has committed himself to the scientific research of 3D pancreatic surgery for decades, and applying 3D visualization technology of the diagnosis and treatment of pancreatic cancer, 3D visualization of peri-pancreatic vessels, resectability evaluation of the pancreatic cancer and prevention of pancreatic fistula. This article presents a new idea on the development of pancreatic surgery and introduces not only the progress in the diagnosis and treatment of pancreatic diseases in the era of digital

medicine, but also the relative advantages brought about by the new equipments (such as da Vinci robotic surgical system, 3D laparoscope).

【Key words】 Pancreatic neoplasms; Digital Medicine; Three dimensional visualization; Robotic surgical system

随着一个多世纪以来手术技术的发展与革新,胰腺外科已进入一个新的时期。21 世纪的外科新形势是以微创外科为基础,计算机为中介,人体影像立体可视化、介入影像学、内镜、非自然通道腔镜、经自然腔道内镜手术、达芬奇机器人手术系统、虚拟现实外科模拟器和微创外科的新联盟^[1]。外科将进入一个数字化时代,胰腺外科亦是如此。2002 年中国首套数字人数据集成功开发,这标志着我国在数字医学领域进入到了世界领先水平,采用该数据集中肝脏、胆道、胰腺图像数据进行分割提取、三维重建与三维可视化构建,拉开了我国胰腺 3D 外科研究的序幕。

1 胰腺外科发展的新思路

胰腺外科手术是现代外科学的手术难点,其困难之处不仅源于胰腺本身的结构特点,更重要的是胰腺与十二指肠、胆总管、门静脉及肠系膜上动、静脉紧密而复杂多变的结构关系^[2-3]。胰腺外形复杂多变,传统解剖学图谱的二维图像难以说明胰腺的外形结构及周围的复杂关系。应用虚拟人体技术是研究腹部器官和解决外科手术困难的新途径,获得数字化胰腺三维解剖图像对胰腺外科发展有极大帮助,将带来胰腺外科的巨大飞跃^[4]。目前,通过现代仪器设备进行胰腺及胰周结构的三维重建,是临床外科医师提高对胰腺疾病的诊断水平和对胰腺形态定位的重要方法。通过三维重建显示胰腺肿瘤和胰周血管之间的关系,是精确施行外科手术,减少手术中意外损伤的有效措施^[5]。但是对胰周关系的探索仍然不足,无法达到基于可视化人体进行的生物与仿真学研究。三维可视化形式可从任意角度显示胰腺、十二指肠、胆总管、下腔静脉、门静脉主干及主要属支、腹主动脉、腹腔干及分支、肠系膜上动脉

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2014.10.020

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2006AA02Z346, 2012AA021105); 国家自然科学基金(81170458); 广东省自然科学基金团队项目(6200171); 广东省重大科技专项计划项目(2012A080203013); 广东省中科院全面战略协作项目(2010A090100032); 广东省科技计划项目(2011B031800088, 2011B031800091)

作者单位: 510282 广州,南方医科大学珠江医院肝胆一科(方驰华、蔡伟); 南方医科大学解剖研究所(钟世镇)

通信作者: 方驰华, Email: fangch_dr@163.com

的结构关系;通过不同透明度的设置,对深层结构进行细致观察,这对临床外科及解剖学习都极有帮助。在此基础上可以研究胰腺的任意角度切割,将为胰腺虚拟手术的发展打下坚实的基础。

2 胰腺肿瘤诊断与治疗的 3D 时代

胰腺外科已经进入 3D 外科时代,更准确地说应该是进入胰腺肿瘤的 3D 外科时代。胰腺癌发现晚、手术切除率低,准确地术前可切除性评估可以避免不必要的手术探查,减轻患者痛苦及经济负担。部分胰腺肿瘤患者因为影像学特征不典型、影像再现技术缺陷等原因,被临床医师或影像科医师错误诊断为不可切除的恶性肿瘤,而放弃手术治疗。2009 年 11 月至 2011 年 8 月南方医科大学珠江医院及第三军医大学西南医院对 80 例胰腺及壶腹周围肿瘤患者进行术前评估,分别运用三维可视化软件 MI-3DVS 和腹上区 64-MSCT 增强扫描图像数据进行术前评估,以实际手术探查进行肿瘤可切除性的验证,64-MSCT 增强扫描评估准确率为 82.5%;MI-3DVS 则达到 100%,两组比较差异有统计学意义^[6]。这体现了三维可视化技术对胰腺肿瘤准确术前评估方面的巨大优势。

3 胰周血管的三维可视化研究

正常人胰十二指肠上前及下前动脉在胰头前方汇合构成胰头前动脉弓,前动脉弓在胰头动脉弓中较纤细,常规影像学检查不易观察。胰十二指肠上后及下后动脉在胰腺背侧缘汇合,构成胰十二指肠后动脉弓,该动脉弓为胰头动脉弓中最为粗大的动脉,可识别率较高。有研究结果显示:胰背动脉在胰周血管中出现率为 77.5%~96.0%,直径一般为 2~3 mm^[7]。解剖学上胰背动脉为胰头或胰颈部接近中线处紧贴胰腺后侧方或行走于胰腺实质内的供血动脉,其血液供应胰体部及胰尾部。胰头前后动脉弓及其构成血管的出现率较高,可视化重建三维图像可清晰显示胰头动脉弓(图 1)。胰头上部由胰十二指肠上前动脉和胰十二指肠上后动脉供应,胰头下部由胰十二指肠下前动脉和胰十二指肠下后动脉供应,此二动脉弓向十二指肠发出多条分支,成为胰头及十二指肠血供的主要来源。十二指肠降段与胰头部结构紧密,一般情况下该段由胰十二指肠动脉弓分支供血^[8-9]。

可视化重建三维图像显示胰头静脉弓(图 2):

胰十二指肠上前静脉汇入胃网膜右静脉,与汇入肠系膜上静脉的胰十二指肠下前静脉共同组成胰头前静脉弓,前静脉弓主要收集胰头十二指肠前侧缘的血液。胰十二指肠上后静脉与下后静脉共同构成了胰头后静脉弓。胰十二指肠后静脉弓主要收集胰头十二指肠后侧缘的血液。其余胰周小静脉较为纤细,一般不易观察,病理状态下,肿瘤压迫胰周大血管,可导致血液回流障碍,造成胰周小静脉的广泛扩张。由此可见,胰周分布着人体诸多重要血管^[10-12]。

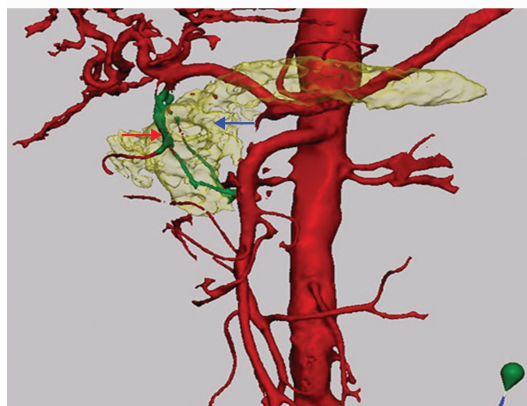


图 1 可视化重建三维图像显示胰腺(←)和胰头动脉弓(→)

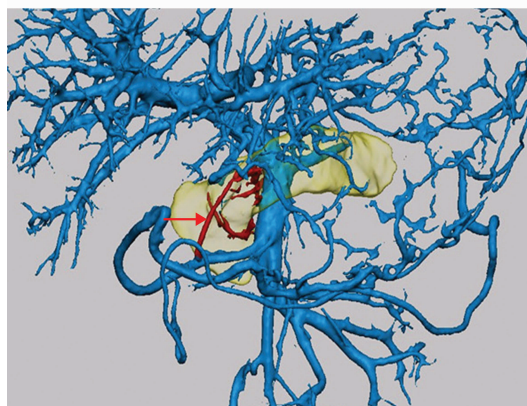


图 2 可视化重建三维图像显示胰头静脉弓(→)

胰周血管的变异在临床中却并不少见,血管变异将影响胰腺外科手术操作^[13]。运用数字医学可视化系统术前对腹腔脏器和胰周血管进行重建,具有直观、逼真等特点,可根据需要进行移动、旋转、透明化等操作,任意调整观察角度,不仅能清晰显示胰周血管的走行及变异情况,还可隐去其他无需观察的部分,使个体化观察与评估更准确^[14]。对胰周血管情况清晰、系统地认识,详细了解胰头十二指肠区域的解剖,可降低胰腺手术手术风险,减少术后并发症的发生,利于指导临床手术操作。

4 三维可视化技术在合并肝动脉变异的胰十二指肠切除术中的应用

有研究结果显示:肝动脉变异率高且种类复杂,胰十二指肠切除术前若不能认识到变异肝动脉的存在,术中极易将其损伤,或被迫改变手术方案,进行血管重建,易导致术后肝功能损伤、肝脓肿、胆汁漏、腹腔出血等并发症的发生^[15]。若术前未能发现存在变异的肝右动脉供血,在手术探查时因惯性思维易被忽视。当胃十二指肠动脉被离断后,肝右动脉成为剩余肝外胆管的主要供血动脉,若术中不慎将其离断,术后易发生肝脏并发症,同时还可能会引起肝外胆管缺血,导致胆肠吻合口瘘的发生^[16-17]。因此,术前精确了解变异肝动脉的类型及走行方向,有无经过胰腺实质及有无肿瘤侵犯可为外科医师提供更加直观的可切除性评估与术前规划。

数字减影血管造影术是目前研究活体肝动脉的标准方法,可以直接显示肝动脉起源及走行,但难以判断血管与胰腺等器官组织的立体几何关系,该技术作为侵入性的检查方法也限制了其在胰十二指肠切除术前评估中的广泛应用。多排螺旋 CT 及非创伤性血管成像检查能显示主动脉 3~5 级分支,可任意角度、方位和层面观察肝动脉的起源、走行及分支情况。Sahani 等^[18]和 Kapoor 等^[19]分别将肝脏肿瘤患者腹部非创伤性血管成像检查和数字减影血管造影检查结果与术中探查结果进行比较,前者诊断肝动脉变异敏感度 >96%。但是由于外科及影像科医师对胰十二指肠切除患者合并变异肝动脉的警惕性不高,多排螺旋 CT 对变异肝动脉的诊断率仍不甚满意。

MI-3DVS 是基于亚毫米 CT 数据的快速三维可视技术,该检查获得的患者器官解剖位置、形态 3D 模型都与术中情况吻合,对 14 例变异肝动脉全部做出正确诊断,MI-3DVS 诊断变异肝动脉的敏感度、特异度及准确率均为 100%^[20]。外科医师通过 3D 模型能多维度观察肿瘤形态、血管形态及走行等情况,充分评估肿瘤的可切除性,详尽了解变异肝动脉的走行、是否经过胰腺实质及肿瘤浸润包绕情况,选择合理的手术方案。

5 数字医学时代胰肠吻合口瘘的预防

胰肠吻合口瘘是胰十二指肠切除术后危险的并发症之一。尽管近 20 年来随着外科技术的进步,胰十二指肠切除术后病死率已降至 5% 以下,但胰肠

吻合口瘘发生率仍较高,为 8%~25%。B 级胰瘘占 57%,C 级胰瘘占 8%,胰瘘病死率占总病死率的 20%^[21-22]。胰肠吻合口瘘发生受多种因素影响,其中胰肠吻合方式是术中唯一可以控制的因素^[23]。笔者团队根据胰瘘发生的理论和解剖基础,自创了三维可视化指导的“一根线”胰肠吻合法,并将该方法运用于 26 例施行胰十二指肠切除术患者中,其研究结果显示:该技术能有效预防术后胰瘘的发生^[24]。胰十二指肠切除术操作步骤如下:(1)术者在术前三维手术预演拟定个体化的胰腺切断线。(2)根据术前 3D 图像显示胰管和测量直径(图 3)。(3)离断胰腺时准确定位显示胰管,选择与胰管内径相称的支撑管,前端剪 3~4 个侧孔,插入主胰管内 5~6 cm,用 4-0 薇乔线将胰管与支撑管缝合固定,以胰管为中心,行胰腺残端前后壁全层 U 型缝合,支撑管另一端置入空肠。(4)U 型缝合胰腺断面:距胰腺断面约 0.5 cm 处使用 4-0 Prolene 线对胰腺残端行贯穿前后壁间断、交锁 U 型缝合。从胰腺断面的前壁进针,后壁出针,再从胰腺后壁进针,前壁出针,然后打结,依次完成胰胰残端缝合。一根线胰肠吻合法的具体方法:(1)定位胰肠吻合口位置:使用一根完整的 4-0 Prolene 线,将对系膜缘空肠壁与胰腺断端靠拢,从下缘开始,用 A 端线将胰腺残端下缘被膜组织和空肠后壁浆肌层缝合,缝线中间打结(图 4)。(2)胰肠吻合口后壁浆肌层吻合:A 端线缝针直视下距胰腺断面 0.5~0.8 cm 处将胰腺后壁组织与空肠浆肌层连续缝合至吻合口上缘,最后收紧每一针缝线,与胰腺残端上缘的牵引线打结(图 5)。(3)切开对系膜缘空肠:根据术前 3D 测量的胰腺残端上缘与下缘间的距离,在对应部位切开空肠壁适宜大小切口。(4)胰肠吻合口后壁全层吻合:用 B 端线在吻合口下缘将缝针从空肠浆膜层进针,黏膜层出针,由下向上将胰腺残端后壁与空肠后壁全层连续缝合,缝合胰腺后壁全层时,每一缝针超过胰腺残端后壁的 U 型缝合线,当到达吻合口上缘时与 A 端缝线打结(图 6)。(5)将胰管支撑管另一端剪短为 6.0~8.0 cm 后置入空肠远端。(6)胰肠吻合口前壁全层吻合:用 A 端缝线由上向下行胰腺残端前壁与空肠前壁全层连续缝合,每一缝针均需超过胰腺残端前壁的 U 型缝合线,到达下缘时与胰腺下缘牵引线打结(图 7)。(7)胰肠吻合口前壁浆肌层缝合:用 B 端线由上向下行胰腺前壁被膜与空肠前壁浆肌层连续缝合,在吻合口下缘与 A 端线打结。见图 8。

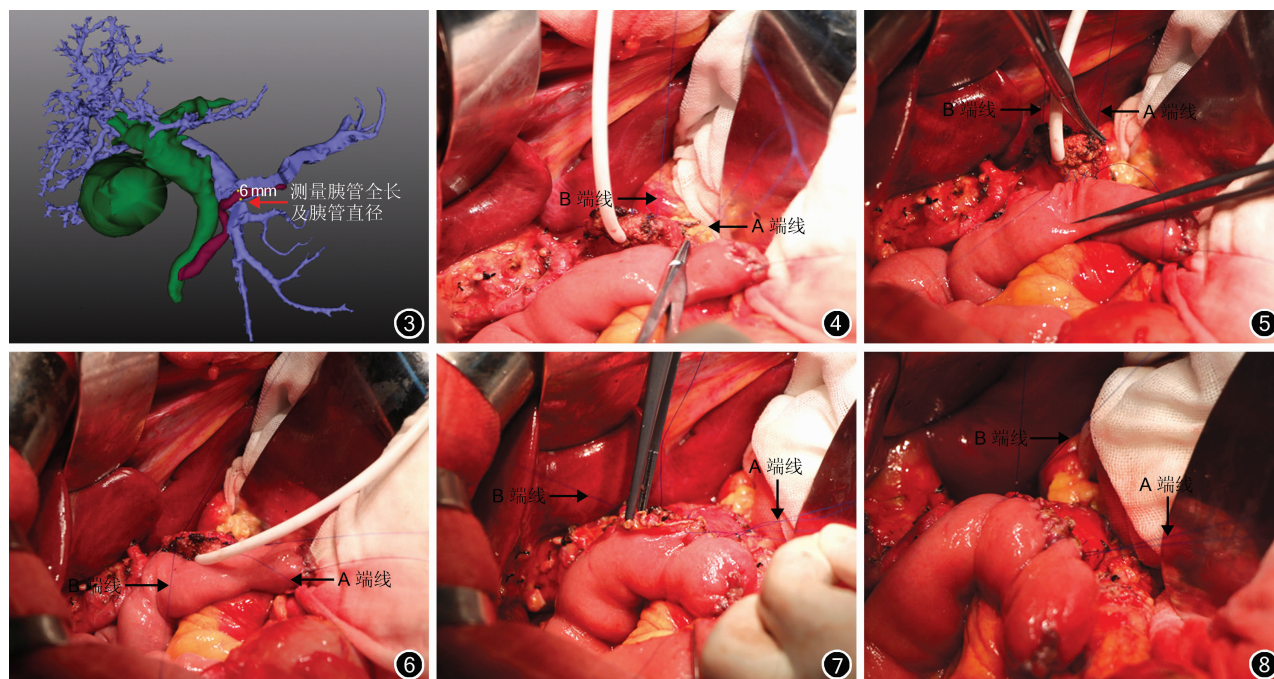


图3 术前3D图像显示胰管(红色箭头)并测量胰管直径 图4 使用一根完整的4-0 Prolene线,将胰腺残端下缘被膜组织和空肠后壁浆肌层缝合,在缝线的中间打结,Prolene线分为A、B两端 图5 A端线缝针直视下距胰腺断面约0.5~0.8 cm处将背面胰腺组织与空肠浆肌层连续缝合至吻合口上缘 图6 胰肠吻合口后壁全层吻合用B端线在吻合口下缘将缝针从空肠浆膜层进针,黏膜层出针,由下向上将胰腺残端后侧与空肠后壁全层连续缝合 图7 胰肠吻合口前壁全层吻合:用A端缝线由上向下做胰腺残端前壁与空肠前壁全层连续缝合 图8 胰肠吻合口前壁浆肌层吻:用B端线由上向下做胰腺前壁被膜与空肠前壁浆肌层连续缝合,最后与A线打结

运用MI-3DVS系统指导下一根线胰肠吻合法简便易行,对胰腺组织损伤少,符合胰腺组织的解剖学特征,适用于所有残端胰情况,吻合牢固可靠。术后胰瘘发生率仅为7.7%,全为A级胰瘘,明显低于文献报道的胰瘘发生率^[19]。该术式具有手术时间短,操作简便,吻合可靠,术后并发症少等优点,是预防胰肠吻合术后胰瘘的有效措施,值得临床应用。

6 机器人手术系统和3D腹腔镜

进入21世纪后,以达芬奇机器人手术系统为代表的机器人手术系统,以其全新的理念和前所未有的技术优势将手术精确度和可行性提升到一个全新的高度,被认为是外科发展史上一次新革命^[25-27]。目前应用于临床的第3代四臂高清型达芬奇机器人手术系统,能最大限度降低患者创伤。医师操控台、床旁机器臂手术系统和3D成像系统,3个看似独立的子系统在为患者实施手术时,密切配合,相辅相成。达芬奇机器人手术系统通过直视三维立体高清图像,将术野放大10~15倍后,通过比人手更灵活拥有7个自由度的仿真机器完全模仿术中的动作来进行操作,其自身所带的控制器可以自动滤除震颤,比人的双手更加稳定,其对神经、血管的

吻合具有明显的优势^[28]。在胰腺部分切除和胰十二指肠切除术中,机器人手术系统具有明显优势。有研究结果显示:104例采用达芬奇机器人手术系统施行胰腺外科手术患者中,60例行胰十二指肠切除术,23例行胰腺远端切除术,3例行中段胰腺切除术,1例行全胰切除术,3例行剜除术,手术死亡率为2.2%,胰瘘发生率为21.0%,14例中转开腹,并发症发生率为26.0%^[1]。

与传统的2D腹腔镜手术相比较,3D高清腹腔镜手术能够清晰地显示腹腔三维立体手术视野和关键解剖结构,层次感较普通2D腹腔镜更加明显。3D高清腹腔镜手术能够更好地显示腹腔的重要结构毗邻关系,最大限度减少对重要组织的损伤,为微创外科更安全、更精准地完成手术提供保障,手术效率大大提高。

7 小结

在科技飞速发展的今天,随着外科手术设备及其技术的改进,胰腺疾病的治疗将建立在以外科医师为中心,多学科交叉互利、相互协作的基础上。外科医师应该拓宽眼界,敢于创新,将先进的诊断工具和操作设备运用到胰腺外科,通过共同努力来改善胰腺疾病患者的预后。

参考文献

- [1] 黄志强. 3D 时代的肝胆胰外科: 从“阿童木”到“阿凡达”[J/CD]. 中华腔镜外科杂志: 电子版, 2010, 3(3): 218-220.
- [2] 方驰华, 祝文, 鲍苏苏, 等. 数字化微创技术在胰腺肿瘤外科中的应用[J]. 中国数字医学, 2012, 7(2): 59-60, 64.
- [3] 方驰华, 顾杨. 数字医学技术在我国腹部外科临床应用现状、困难和发展前景[J]. 中国实用外科杂志, 2013, 33(1): 25-29.
- [4] 方驰华, 周五一, 钟世镇. 虚拟人研究现状及展望[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(15): 953-955.
- [5] 范应方, 方驰华, 项楠, 等. 三维可视化技术在中段胰腺切除术的临床应用. 中华实验外科杂志[J], 2010, 27(9): 1338-1340, 封 4.
- [6] Fang CH, Zhu W, Wang H, et al. A new approach for evaluating the respectability of pancreatic and periampullary neoplasms [J]. Pancreatolgy, 2012, 12(4): 364-371.
- [7] Uchiyama D, Yoshida S. Dorsal pancreatic artery aneurysm with celiac trunk occlusion[J]. Intern Med, 2012, 51(6): 667-668.
- [8] 陈东, 陈伟, 殷晓煜, 等. 胰十二指肠切除术后并发症发生的相关因素分析[J]. 中华消化外科杂志, 2012, 11(4): 331-334.
- [9] 朱峰, 秦仁义. 选择性动静脉优先处理的根治性胰十二指肠切除术[J]. 中华消化外科杂志, 2012, 11(4): 355-358.
- [10] 徐恩多. 局部解剖学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 107-139.
- [11] 钟世镇. 腹部外科临床解剖学图谱[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2006.
- [12] 韩永坚, 刘牧之. 临床解剖学丛书[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992: 311.
- [13] Topal B, Fieus S, Aerts R, et al. Pancreaticojejunostomy versus pancreaticogastrostomy reconstruction after pancreaticoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours: a multicentre randomised trial[J]. Lancet Oncol, 2013, 14(7): 655-662.
- [14] 方驰华, 苏仲和, 范应方, 等. 腹部医学图像三维可视化系统在胰腺肿瘤诊断和可切除性评估中的作用[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(9): 681-685.
- [15] Shukla PJ, Barreto SG, Kulkarni A, et al. Vascular anomalies encountered during pancreatoduodenectomy: do they influence outcomes? [J]. Ann Surg Oncol, 2010, 17(1): 186-193.
- [16] Biehl TR, Traverso LW, Hauptmann E, et al. Preoperative visceral angiography alters intraoperative strategy during the Whipple procedure[J]. Am J Surg, 1993, 165(5): 607-612.
- [17] Traverso LW, Freeny PC. Pancreaticoduodenectomy. The importance of preserving hepatic blood flow to prevent biliary fistula[J]. Am Surg, 1989, 55(7): 421-426.
- [18] Sahani D, Saini S, Pena C, et al. Using multidetector CT for pre-operative vascular evaluation of liver neoplasms: technique and results[J]. AJR Am J Roentgenol, 2002, 179(1): 53-59.
- [19] Kapoor V, Brancatelli G, Federle MP, et al. Multidetector CT arteriography with volumetric three-dimensional rendering to evaluate patients with metastatic colorectal disease for placement of a floxuridine infusion pump[J]. AJR Am J Roentgenol, 2003, 181(2): 455-463.
- [20] 杨剑, 方驰华, 范应方, 等. 三维可视化技术在合并肝动脉变异的胰十二指肠切除术中的应用[J]. 中华外科杂志, 2014, 52(1): 55-59.
- [21] Kawai M, Yamaue H. Analysis of clinical trials evaluating complications after pancreaticoduodenectomy: a new era of pancreatic surgery[J]. Surg Today, 2010, 40(11): 1011-1017.
- [22] McPhee JT, Hill JS, Whalen GF, et al. Perioperative mortality for pancreatotomy: a national perspective[J]. Ann Surg, 2007, 246(2): 246-253.
- [23] Yang YM, Tian XD, Zhuang Y, et al. Risk factors of pancreatic leakage after pancreaticoduodenectomy [J]. World J Gastroenterol, 2005, 11(16): 2456-2461.
- [24] 项楠, 方驰华, 伍天崇, 等. 三维可视化技术结合单线连续胰肠端侧吻合术在胰十二指肠切除术中的应用研究[J]. 中国实用外科杂志, 2014, 34(3): 49-52.
- [25] 嵇武, 李宁, 黎介寿. 我国手术机器人外科面临的机遇和挑战[J]. 中国微创外科杂志, 2012, 12(7): 577-579.
- [26] 刘荣, 赵之明. 正确认识“达芬奇”手术机器人在肝胆胰外科中的作用[J/CD]. 中华腔镜外科杂志: 电子版, 2012, 5(2): 83-85.
- [27] 嵇武. 手术机器人胰十二指肠切除术[J]. 中国微创外科杂志, 2012, 12(7): 580-583.
- [28] Masuru M, Gheza F, Raimondi P, et al. Robot-assisted subtotal pancreas-preserving duodenectomy[J]. JSLS, 2012, 16(4): 654-659.

(收稿日期: 2014-06-24)

(本文编辑: 赵蕾)

广告目次

柯惠医疗器材国际贸易(上海)有限公司…………… 封二
 奥林巴斯(北京)销售服务有限公司…………… 对封二
 深圳市瑞霖医疗器械有限公司…………… 对中文目次 1
 深圳翰宇药业股份有限公司…………… 对中文目次 2
 江苏先声药业有限公司…………… 对英文目次 1

雅培制药有限公司…………… 对英文目次 2
 华瑞制药有限公司…………… 对正文
 阿斯利康制药有限公司…………… 对封三
 柯惠医疗器材国际贸易(上海)有限公司…………… 封三
 强生(上海)医疗器材有限公司…………… 封四