

· 综 述 ·

医学影像技术在肝脏虚拟手术的应用

闫建平 综述, 黄 枢 审校

【摘要】 肝脏虚拟手术是依托当前高度发达的生物医学和信息科学技术的支撑而形成的一种全新的肝脏手术理念和技术体系。如何做到精准肝切除是现代外科的主要科学技术和研究方向,而医学影像技术的肝脏虚拟手术使之成为可能。本文通过复习关于医学影像的肝脏虚拟手术文献报道,提高医学影像学在精准肝切除应用的认识。

【关键词】 肝脏虚拟手术;三维超声;医学影像

【中图分类号】 R445.1 【文献标志码】 A doi:10.3969/j.issn.1672-271X.2013.06.018

肝脏是人体的重要器官,具有多套管道系统,是解剖结构极其复杂的实质性器官,其代谢活动十分复杂,具有重要的功能,是肿瘤好发的主要器官之一。肝脏手术一直被认为是很困难的^[1]。该器官内部结构的复杂性和变异性,增加了手术时间及并发症的发生率。由于肝脏复杂的解剖结构,制定精准的肝脏手术计划很困难,这就要求外科医生对肝脏的解剖结构充分掌握,手术方案依赖于对肝内血管树和肿瘤三维空间关系的精确把握。而医学影像技术和计算机技术的迅速发展使之成为可能。肝脏虚拟手术系统主要包括以下几方面。

1 数字化虚拟肝对原位肝移植手术的指导价值

肝移植手术复杂,肝动脉的变异率较高,可达 20%~50%^[2],故肝脏移植手术的实施较复杂。肝脏的血供是防止胆道并发症的必要条件,移植物的存活也需要有肝脏丰富的血液供应。1985 年 Bis-muth 等^[3]为 1 例慢性肝病患者成功实施了临床首例辅助性部分原位肝移植。虚拟外科手术系统的使用,令医务工作者较真实地对各种肝脏临床手术的实际情况进行体验,从中学习如何应对各种突发情况,包括肝脏血管变异,大出血等,使年轻医生实施手术的风险降低。这对临床的教学意义重大,可以让实习生在虚拟系统内亲自动手^[4]。

2 数字化虚拟肝应用于腹腔镜下肝脏切除手术

在肝脏外科,由于腹腔镜器械设备的不断更新,腔镜手术技巧的不断提高,腹腔镜手术已扩展到肝脏部分切除直至目前的肝叶解剖性切除。但是,大

多数原发性肝癌的患者存在慢性肝损害现象^[5],受损的肝功能限制了手术切除肝组织的体积。应用数字化虚拟肝技术,可在术前明确肝静脉、门静脉和肿瘤血管的分布以及相互关系,有利于减少术中切肝时的出血量。此外,运用数字化虚拟肝系统可进行反复术前模拟仿真,显示各种预切除方案的肝断面及残肝体积、需切除或保留的肝内管道,从而选择既能完整切除肿瘤又能保留足够残肝体积的最优手术切除方案^[6],最大程度减少术后并发症的发生,准确预测术后发生肝功能衰竭的可能性,提高手术的成功率。

3 数字化虚拟肝对门静脉栓塞术的指导价值

在肝脏移植尚不能普及的今天,手术切除是目前治疗肝癌的最有效方法。但是术后残肝体积(future liver remnant, FLR)过少则是造成术后肝功能衰竭等并发症的重要因素,限制了肝癌手术的进行^[7]。对于预切除肝体积和预留肝体积等,国外有免费软件和可供教学的网站^[8-9],数字化虚拟肝有助于在三维空间上对门静脉进行直观、准确地划分,准确测定肝体积有助于门静脉栓塞术后肝切除时机的选择,从而最大限度地减少术后肝功能衰竭的发生,更加有利于术后患者的恢复,体现了数字化虚拟肝技术对门静脉栓塞术的指导价值。虚拟手术具有可交互操作、可预测、可重复等优点,且在手术之前可预先模拟其手术过程,预测在真实手术过程中可能出现的复杂及险要情况。该系统有助于完整地保留残肝、血管及重要结构的完整性,最大程度地减少术后并发症的发生率,提高手术成功率。该系统通过测定拟切除肝脏的体积、残余肝脏的体积、功能性肝脏的体积,完整地保留残肝、血管及其重要结构,最大程度地减少术后并发症的发生率,预测术后发生

基金项目: 南京军区医学科技创新项目(12MA062)

作者单位: 361003 福建厦门,解放军 174 医院超声医学科

通讯作者: 黄 枢, E-mail: hs@xm.gov.cn

肝功能衰竭的风险性,从而提高肝脏手术的成功率^[10]。

精准肝脏虚拟手术主要依靠三维影像技术及虚拟手术系统。三维图像可视化重建技术又被称为非损伤性立体解剖,其利用计算机图像处理技术对二维切面图像进行分析和处理实现了对人体器官、软组织和病变组织的分割提取、三维重建和三维图像的显示,不需对二维图像进行综合想象,对肝脏、管道系统的分支走形及病灶的空间位置信息的显示更加直观、准确。可辅助外科医生对病变区域进行分析,为手术方案设计提供了准确的个体化信息,大大提高了诊断的准确性和可靠性,比二维断层图像的临床应用价值更高。三维可视化重建基础上的虚拟手术技术是肝脏外科手术有效的辅助工具之一,这对制定合理的手术预案具有重要的临床价值^[11]。2004 年起我们进行中国女性一号数字化虚拟肝脏三维重建及虚拟手术研究并得到了令人满意的结果,为今后数字化虚拟肝脏及虚拟各种肝脏手术的研究做了积极探索^[12]。这些方法主要是利用 CT 进行三维重建,先进的螺旋 CT 带有三维软件和重建功能,对收集的二维图像通过计算机处理重建出三维图像,对疾病的诊断和手术方案的制订具有一定的指导作用。三维图像可供外科医生对肝脏进行多方位、多角度的观察,有利于肝脏正确分段、肝内病变术前定位和肝内血管变异情况的观察,降低手术的风险^[13-16]。文献报道应用三维肿瘤治疗系统同样是提高放疗的精确定位和安全性的方法^[17],说明三维影像技术具有精确定位和精确引导的作用。

三维超声具有更加准确、直观的特点^[18],尤其是三维断层超声模式可根据实际需要任意调整最小层间距^[19-20],更加有利于分层及精确定位,对于肝脏的病变有更加准确的定位。三维超声能提供许多二维超声不能提供的信息^[21-22]。可根据肝脏肿瘤内部血管的走形及空间位置关系进行准确的定位,从不同角度观察手术区域,同时能从二维超声不易得到的冠状切面进行观察,提高了手术的精确性。超声造影可以作为评估肝癌治疗疗效的可靠方法^[23],可评估虚拟各种肝脏手术的效果。医生可借助术前进行超声影像技术的检查,制定最佳手术路径、切除肝段的大小、阻断肝内管道的预案,达到减小手术损伤、预测治疗效果的目的。由于 CT 价格昂贵且对人体产生辐射,虽然现在的防辐射技术有所提高,但是仍不适宜为外科医生常用的手术方法。相比较之下,三维超声具有无辐射的特点,可以反复操作,且其对血流具有较高的敏感性,更加有利于定

位时趋避血管。在肝脏虚拟手术应用中,是一种具有广泛发展前景的方法。

4 开展医学影像技术在肝脏虚拟手术的展望

通过医学影像技术在肝脏虚拟手术的应用,可以在手术前进行肝脏手术规划,起到减小组织损伤的目的,经三维重建的肝脏肿瘤虚拟手术系统免去了临床医生复杂的图形综合空间想象过程,可以直观、清晰、任意角度地显示肝脏各段的解剖及肝内管道系统的走行,以及肝脏病灶的定位及大小,提高了定性、定位诊断的准确性和可靠性,可望为临床制定精确的手术方案提供个体化的信息。

【参考文献】

- [1] Lamade W, Glombitza G, Fischer L, et al. The impact of 3-dimensional reconstructions on operation planning in liver surgery [J]. Arch Surg, 2000, 135(11): 1256-1261.
- [2] 郑树森, 徐 骁. 肝移植手术中供肝动脉变异与肝动脉重建 [J]. 中华外科杂志, 2005, 43(21): 1367.
- [3] Bismuth H, Houssin D. Hepatic transplantation in children. Facilitation by the use of an adult liver reduced by hepatectomy [J]. Chirurgie, 1985, 111(2): 124-131.
- [4] 方驰华, 吴东波, 黄燕鹏, 等. 螺旋 CT 扫描数据的虚拟辅助性部分原位肝移植手术 [J]. 中国普外基础与临床杂志. 2008, 15(10): 729-732.
- [5] Befeler AS, Di Bisceglie AM. Hepatocellular carcinoma: diagnosis and treatment [J]. Gastroenterology, 2002, 122(6): 1609-1619.
- [6] 魏东庆, 刘景丰. 虚拟可视化肝脏的研究和临床应用现状 [J]. 肝胆外科杂志, 2011, 19(3): 238-239.
- [7] Mise Y, Hasegawa K, Satou S, et al. Venous reconstruction based on virtual liver resection to avoid congestion in the liver remnant [J]. Br J Surg, 2011, 98(12): 1742-1751.
- [8] vander Vorst JR, van Dam RM, van Stiphout RS, et al. Virtual liver resection and volumetric analysis of the future liver remnant using open source image processing software [J]. World J Surg, 2010, 34(10): 2426-2433.
- [9] Shoarina A, Foroni RI, Minicozzi A, et al. Software for hepatic vessel classification: feasibility study for virtual surgery [J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2010, 5(1): 39-48.
- [10] Wigmore SJ, Redhead DN, Yan XJ, et al. Virtual Hepatic resection using three-dimensional Reconstruction of helical computed tomography angiogram [J]. Ann Surg, 2001, 233(2): 221-226.
- [11] 范毓东, 周代全, 王成波, 等. 肝胆外科中的虚拟手术方案设计 [J]. 消化外科, 2005, 4(5): 336-340.
- [12] 方驰华, 周五一, 黄立伟. 虚拟中国人女性一号肝脏图像三维重建和虚拟手术的切割 [J]. 中华外科杂志, 2005, 43(11): 748-752.
- [13] Jurgaitis J, Paskonis M, Pivoriunas J, et al. The comparison of 2 dimensional with 3-dimensional hepatic visualization in the clinical hepatic anatomy education [J]. Medicina (Kaunas), 2008, 44(6): 428-438.

2 结 果

本组 18 例患者中:①15 例一次性肉芽组织生长良好,颗粒饱满,鲜红嫩活,予以游离植皮(拉网植皮、邮票法、皮片植皮),7 d 后均一次全部成活。②2 例行两次 VSD 治疗(每次 7d),1 例肌皮瓣转移,1 例植皮覆盖创面,均成活良好;③1 例患者左下肢全部皮肤缺损达 20%,行 3 次清创 + VSD 治疗(每次 7 d),后创面植皮覆盖,皮片成活良好。

所有患者的不同复杂创面均达到治愈,治疗时间最短 9 d,最长 43 d,平均 21 d。

3 讨 论

负压封闭引流技术已广泛应用于创伤外科、骨科、整形烧伤科等科室^[4],能有效控制感染,减少感染所致的全身中毒症状已被报道证实^[5-6],且有研究证明负压封闭引流在控制感染发展和防治全身多器官衰竭有明确疗效^[7]。本组患者入院后都不同程度地存在有明显局部感染甚至全身感染征象,经全身抗感染治疗及内环境稳定后予以及时清创及 VSD 治疗,患者未再出现明显全身症状,治疗效果良好。负压封闭引流控制感染的机制在于:高效引流、促进局部血液循环、改善局部血供、抑制大部分需氧菌群的滋生及促进创面内肉芽组织的生长等^[8-11]。

综上所述,VSD 是外科引流技术的革新,该技术疗效显著可靠,安全、应用简便,对治疗各种复杂创面是一种简单而有效的治疗方法,疗效远优于常规治疗。

【参考文献】

- [1] 王 波,罗建成,连海云. 负压封闭引流在骨科临床的应用[J]. 实用骨科杂志,2011,18(1):82-83.
- [2] 许龙顺,陈绍宗,乔 骋. 负压对创面血流量的影响[J]. 第四军医大学学报,2000,21(8):976-978.
- [3] 姚元章,孙士锦,李英才,等. 负压封闭引流技术治疗严重软组织损伤的手术技巧[J]. 国际外科学杂志,2010,37(4):279-281.
- [4] 裴华德. 负压封闭引流技术[M]. 北京:人民卫生出版社,2003:37-71.
- [5] 孟 朋,黄相杰,毕晓英. 负压封闭引流临床引用策略研究[J]. 疑难病杂志,2012,11(2):155-157.
- [6] 王顺富,王学文,蔡成科. 负压封闭引流技术的应用[J]. 中华医院感染学杂志,2007,17(4):420-421.
- [7] 杨 帆,白祥军,易成腊. 急症负压封闭引流技术治疗挤压综合征[J]. 中华创伤杂志,2009,25(2):103-106.
- [8] 李仁杰,胡 岗,白祥军,等. 负压封闭引流技术对创面细菌数、G⁻/G⁺(革兰氏染色)比例及创面细菌种属数量的影响[J]. 临床急诊杂志,2011,12(6):379-381.
- [9] 李金清,陈绍宗,李学拥,等. 封闭负压引流技术对猪皮肤软组织爆炸伤创面炎症反应的影响[J]. 中国临床康复,2005,9(10):110-111.
- [10] 李会清,陈绍宗,付小兵,等. 封闭负压引流技术对猪皮肤软组织爆炸伤感染创面肉芽组织生成的影响[J]. 解放军医学杂志,2004,29(8):690-694.
- [11] Baldwin C, Potter M, Clayton E. Topical negative pressure stimulates endothelial migration and proliferation: a suggested mechanism for improved integration of Integra[J]. Ann Plast Surg, 2009, 62(1):92-96.

(收稿日期:2013-08-24;修回日期:2013-09-23)

(本文编辑:潘雪飞)

(上接第 611 页)

- [14] Ueno S, Sakoda M, Kurahara H, et al. Preoperative segmentation of the liver, based on 3D CT images, facilitates laparoscopic atomic hepatic resection f or small nodular hepatocellular carcinoma in patients with cirrhosis [J]. Hepatogastroenterology, 2010, 57(101): 807-812.
- [15] Radtke A, Sotiropoulos GC, Molmenti EP, et al. Computer assisted surgery planning f or complex liver resections; when is it helpful? A single center experience over an 8 year period [J]. Ann Surg, 2010, 252(5): 876-883.
- [16] Fujimoto J, Yamanaka J. Liver resection and transplantation using a novel 3D hepatectomy simulation system[J]. Adv Med Sci, 2006, 51:7-14.
- [17] 周诚种, 闻炳基, 夏炎春, 等. 三维适形放疗联合奥沙利铂化疗治疗肝转移瘤的临床观察[J]. 东南国防医药, 2011, 13(1):45-47.
- [18] 黄 枢, 闫建平. 2 种超声显像技术在诊断胎儿畸形中的价值

[J]. 医学研究生学报, 2010, 23(7):729-732.

- [19] Devore GR, Polanko B. Tomographic ultrasound imaging of the fetal heart[J]. J Ultrasound Med, 2005, 24(12):1685-1696.
- [20] Duric N, Littrup P, Babkin A, et al. Development of ultrasound tomography for breast imaging: technical Assessment [J]. Med Phys, 2005, 32(5):1375-1386.
- [21] Luo W, Numata K, Morimoto M, et al. Clinical utility of contrast-enhanced three-dimensional ultrasound imaging with Sonazoid: findings on hepatocellular carcinoma lesions [J]. Eur J Radiol, 2009, 2(3):425-431.
- [22] Hirche C, Hünerbein M. Image navigated resection of liver segments[J]. Praxis, 2009, 98(11):589-595.
- [23] 司 芩, 黄省稀, 张华华, 等. 超声造影在肝癌非手术治疗中的应用价值[J]. 东南国防医药, 2009, 11(1):14-16

(收稿日期:2013-06-06;修回日期:2013-07-31)

(本文编辑:黄攸生)