

## Value of MSCT and IQQA in evaluation on liver volume in living donor liver transplantation

HUANG Li-xiang<sup>1</sup>, DING En-ci<sup>2</sup>, SHEN Wen<sup>3\*</sup>, JI Qian<sup>3</sup>, JIANG Wen-tao<sup>4</sup>, GONG Bi-yan<sup>5</sup>

(1. Department of Radiology, Tianjin First Central Hospital, Tianjing Medical University, Tianjin 300192, China; 2. Department of Nuclear Medicine, 3. Department of Radiology, 4. Department of Transplantation, Tianjin First Central Hospital, Tianjin 300192, China; 5. Imaging Center, Armed Police Hospital, Chongqing 400061, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the correlation of the right lobe volume obtained by IQQA semiautomatic method, traditional CT manual method, right portal vein territory method and intraoperation volume in living donor liver transplantation using right lobe graft, and to explore the impact factors. **Methods** Total liver volume and right hemiliver volume of seventy-nine donors were measured respectively by traditional CT manual method (CTV<sub>all</sub>, CTV) and IQQA semiautomatic method (IQQAV<sub>all</sub>, IQQAV) by drainage of the right branch of portal (RPVTV). Then preoperative right hemiliver volume measured by three methods were compared with intraoperational volume (IOV), and graft recipient weight ratio (GRWR) were calculated. **Results** IQQAV was bigger than IOV, and had little correlation with IOV than CTV. RPVTV had better correlation with IOV than IQQAV. GRWR of CTV and IQQAV less than 0.8% was found in 1 case, respectively. **Conclusion** Compared with the CTV, IQQAV is more accurate in evaluation on liver volume in living donor liver transplantation.

**[Key words]** Liver transplantation; Tomography, X-ray computed; Semiautomatic method; Liver volume

## MSCT、IQQA 评价肝移植供体术前肝体积的价值

黄黎香<sup>1</sup>, 丁恩慈<sup>2</sup>, 沈文<sup>3\*</sup>, 季倩<sup>3</sup>, 蒋文涛<sup>4</sup>, 龚必焱<sup>5</sup>

(1. 天津医科大学一中心临床学院放射科, 天津 300192; 2. 天津市第一中心医院核医学科, 3. 放射科, 4. 移植科, 天津 300192; 5. 武警重庆总队医院影像中心, 重庆 400061)

**[摘要]** **目的** 探讨 CT 手动法、IQQA 半自动法、门静脉右支流域法测量右半肝体积与术中移植肝体积的相关性, 分析其影响因素。 **方法** 对 79 名供体分别以 CT 手动法及 IQQA 半自动法测量全肝体积(以 CTV<sub>全</sub>、IQQAV<sub>全</sub> 表示)及右半肝体积(以 CTV、IQQAV 表示), 用门静脉右支流域法测量右半肝体积(以 RPVTV 表示), 并分别将 3 种术前右半肝体积测量结果与术中右半肝体积(IOV)对比, 计算术前所测 3 种右半肝质量与受体体质量的比例(GRWR), 比较其准确性。 **结果** IQQAV 大于 IOV, 其与 IOV 的相关性比 CTV 与 IOV 的相关性更好。 RPVTV 与 IOV 亦有相关性, 但相关性不如 IQQAV。 CTV 及 IQQAV 的 GRWR 各有 1 例小于 0.8%。 **结论** 与 CTV 相比, IQQAV 更准确。

**[关键词]** 肝移植; 体层摄影术, X 线计算机; 半自动法; 肝脏体积

**[中图分类号]** R657.3; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)04-0783-04

肝移植是治疗终末期肝病最有效的方法, 而活体

肝移植则是拓宽肝源的重要方法。术前肝体积的评估对供者、受者的安全至关重要。传统 MSCT 手动法测量肝体积繁琐、耗时。本研究分析 IQQA 半自动法、门静脉右支流域法及 CT 手动法测量右半肝体积与术中测量体积的相关性, 探讨影响其准确性的相关因素。

**[作者简介]** 黄黎香(1985—), 女, 湖南郴州人, 在读硕士。研究方向: 腹部影像学。E-mail: puchisaiyu@126.com

**[通讯作者]** 沈文, 天津市第一中心医院放射科, 300192。

E-mail: shenwen66happy@163.com

**[收稿日期]** 2011-08-15 **[修回日期]** 2011-11-08

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2008 年 3 月—2010 年 10 月自愿捐献右半肝的供体 79 名,男 72 名,女 7 名,年龄 20~59 岁,平均(28.1±8.3)岁;身高 147~191 cm,平均(171.85±6.63)cm,体质量 44~93 kg,平均(67.99±9.20)kg。所有供者在术前 1 周内接受 CT 扫描,并于天津市第一中心医院接受右半肝切除术,其中带肝中静脉(middle hepatic vein, MHV)术式 50 例,不带 MHV 术式 29 例。在相应 79 例受体中,男 64 例,女 15 例,年龄 26~71 岁,平均(48.5±8.8)岁;身高 131~181 cm,平均(169.06±7.62)cm,体质量 39.5~107.0 kg,平均(72.29±11.94)kg;原发病中,乙型肝炎后肝硬化 34 例,丙型肝炎后肝硬化 34 例,原发或合并肝癌 28 例,合并门静脉高压症 6 例,原发或合并酒精性肝硬化 3 例,隐源性肝硬化 4 例,原发性硬化性胆管炎 2 例,肝豆状核变性 2 例,胆汁淤积性肝硬化 1 例。本研究经医院伦理委员会审批。

1.2 仪器与方法 采用 GE LightSpeed 16 层螺旋 CT,常规行平扫及四期增强扫描。扫描范围自膈顶至双肾下极水平。扫描参数:层厚 10 mm,螺距 1.25 mm,重建层厚 1.5 mm,间隔 1.2 mm,管电压 120 kV,管电流 260 mA。以高压注射器经肘前静脉注入非离子型对比剂优维显,剂量 1.5~2.0 ml/kg 体质量,流率 3 ml/s,延迟时间动脉期 20~25 s,门静脉流入期 40~45 s,门静脉期 60~70 s,延迟期 300 s。

1.3 肝脏体积测量 将原始数据分别传送到 GE AW 4.2 工作站及 IQQA®-liver 肝脏 CT 影像解读分析系统(EDDA 科技公司),由 2 名医师各测 1 次,取平均值。

1.3.1 手动法 在 GE AW 4.2 工作站选取显示肝静脉最清楚的静脉期,从肝顶起每 4 层圆滑勾画全肝轮廓,将肝门区门静脉、下腔静脉、大的肝裂及肝圆韧带等排除在外,得出全肝体积(CTV<sub>全</sub>)。以同样方法勾画右半肝轮廓,由于术前评估时不确定临床切肝时是否带有 MHV,测量时以 MHV 主干中线(下腔静脉与胆囊窝长轴)为界,当 MHV 有多条分支时,根据 MHV 主干弯曲幅度及 Couinaud 分段标准进行切面弯曲幅度调节,最后得出右半肝体积(CTV)。

1.3.2 半自动法 载入原始数据到 IQQA,在大三维模式下,系统自动根据肝脏解剖位置及肝脏密度勾画出每层肝实质轮廓,利用修改功能得到满意的全肝轮廓后结束修改,点击“确定”,得到全肝体积(IQQAV<sub>全</sub>)。在全肝轮廓基础上,以 MHV 为界,调节曲面,或以手动切割功能进行自动化肝脏分割,得到

右半肝体积(IQQAV,图 1)。

1.3.3 门静脉右支流域法 以半自动法得到全肝体积后,回到大三维模式,点击“血管标记”,选择标记肝静脉,在肝静脉期用“加点”、“show/hide”、“切换视图”等功能将肝静脉及门静脉同时标记,然后进行三维修改,除去多余的非静脉部分。点击“确定”后重新回到大三维模式,点击“血管分割”,将门静脉及肝静脉分别用不同颜色标记,通过对比原始 CT 图像,用“简单/智慧画笔”将二者准确分离。再次点击“确定”,回到大三维模式。然后右击门静脉的颜色方块,选择“血管形态”,分别标记门静脉右支、左支。点击“确定”后可得出门静脉右支流域体积(RPVTV,图 1)。

1.3.4 术中肝组织的质量换算法 术中取出供体右半肝后,灌入 UW 液,去除附着肝门结构和附属韧带组织,20 min 后称重,将供肝质量除以肝密度(1 g/ml),计算得出术中体积(intraoperational volume, IOV)。

1.3.5 术前移植肝体积安全评估标准 采用国际上普遍认可的右半肝质量与受体体质量比例(graft recipient weight ratio, GRWR)安全值为标准。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 软件进行分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示;符合正态分布时采用配对 *t* 检验,对非正态分布者采用配对秩和检验,并对数据进行两两相关分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

2.1 CT 手动法、IQQA 半自动法、门静脉右支流域法测定的右半肝体积与术中测定的体积比较见表 1。CTV<sub>全</sub> 与 IQQAV<sub>全</sub> 呈高度相关( $r = 0.96, P < 0.01$ ),CTV 与 IQQAV 呈高度相关( $r = 0.92, P < 0.01$ ),且其差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。IQQAV、CTV、RPVTV 与 IOV 的差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ )。

2.2 CT 手动法、IQQA 半自动法、门静脉右支流域法测定的右半肝体积与 IOV 呈高度相关( $r = 0.81, 0.82, 0.77, P$  均  $< 0.001$ )。

表 1 不同方法测定的肝体积比较( $\text{cm}^3, \bar{x} \pm s$ )

测定方法	全肝体积	右半肝体积
CT 手动法	1347.40±214.45	852.19±149.95
IQQA 半自动法	1356.69±217.61	842.29±152.80
门静脉右支流域法	—	870.21±151.37
术中测定的体积	—	717.24±124.22

2.3 4 种 GRWR 见表 2。CTV 和 IQQAV 的 GRWR 小于 0.8% 各 1 例,CTV 的 GRWR 最小值为 0.74%,其 IQQAV 的 GRWR 为 0.85%,手术为带 MHV 术

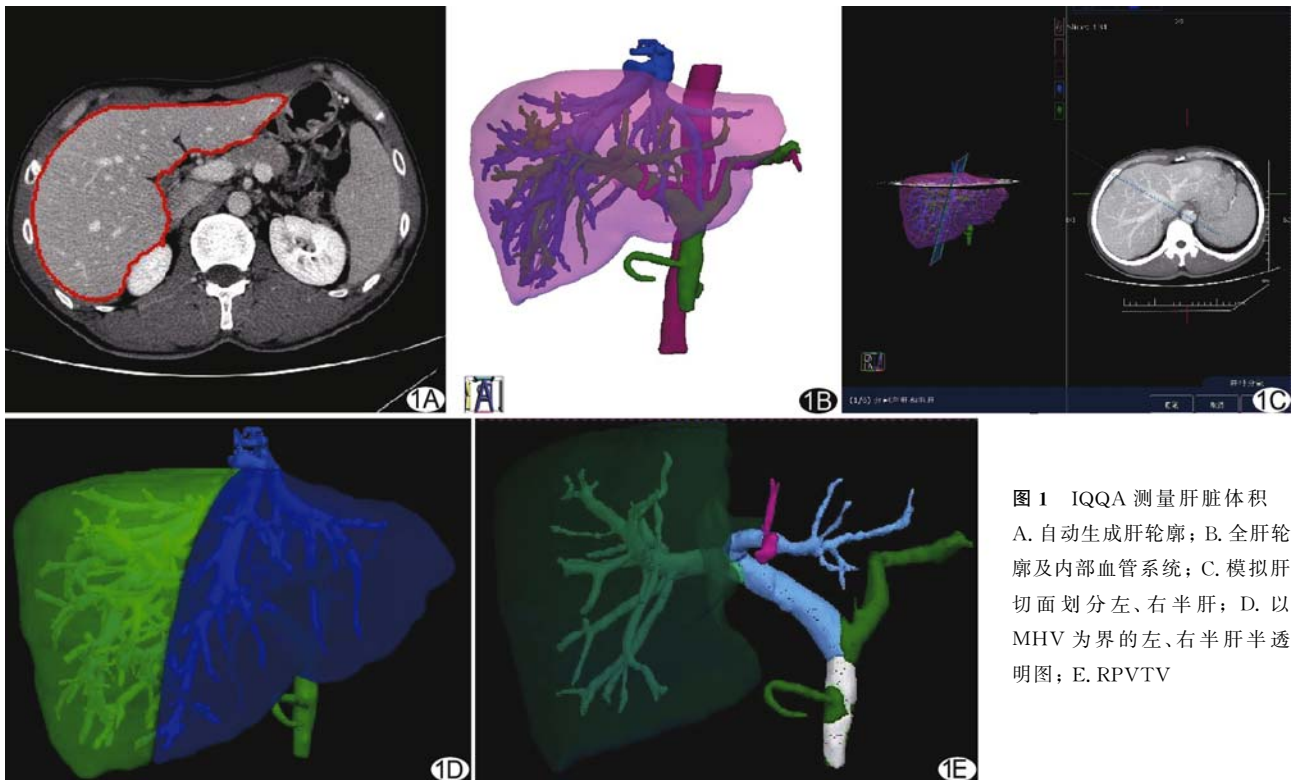


图 1 IQQA 测量肝脏体积  
A. 自动生成肝轮廓; B. 全肝轮廓及内部血管系统; C. 模拟肝切面划分左、右半肝; D. 以 MHV 为界的左、右半肝半透明图; E. RPVTV

式,术后 2 周内肝功能恢复欠佳,经积极治疗,1 个月后肝功能恢复正常出院。IQQA 的 GRWR 最小值为 0.78%,亦为带 MHV 术式,其 CTV 的 GRWR 为 0.81%,活体肝移植术中损伤膈肌致血气胸,术后 10 天胆红素升高,肝功能持续下降,最终死于感染性休克、肝衰竭、肾衰竭、呼吸衰竭及肝癌复发。

表 2 不同 GRWR 的例数(例)

GRWR	参数			
	IOV	CTV	IQQAV	RPVTV
<0.8%	10	1	1	0
0.8%~1.0%	36	20	18	17
>1.0%	33	58	60	62

### 3 讨论

3.1 术前评估肝体积的意义 肝移植术成功的两个重要因素是足够大的移植肝以满足受体代谢需要,足够大的残肝以保证供者安全。对于无或仅有轻度肝脏脂肪变性的供者,国际上公认的安全标准是残肝大于供者全肝的 30%;对于受者,CT 估算拟切取肝体积/受者标准肝体积(GV/R-ESLV)应 $\geq 40\%$ <sup>[1]</sup>。供肝过小易导致小肝综合征<sup>[1]</sup>,给预后带来巨大威胁;而供肝过大时灌注较差,手术难度大,术后排异风险也相应增大。全肝体积与身高及体质量等因素有相对恒定的关

系<sup>[2]</sup>,但受体质量指数、肝脏充盈状态、中心静脉压、饮食等因素影响,全肝体积、左右半肝体积变化范围、各肝叶/段比例存在较大的个体差异<sup>[3]</sup>,仅根据身高、体质量等难以精确评估供肝和残肝大小,因此必须应用影像学方法。

3.2 术前肝体积的评估方法比较 术前利用 MSCT 测量肝脏体积已广泛应用于临床<sup>[4]</sup>。CT 手动法可操作性强,可重复性好,且与术中测得的肝体积相关良好,但过程繁琐,费时费力。半自动测体积法多是利用软件自动处理原始 MSCT 图像,辅以影像医师修改,省时省力,但并非专门针对肝移植供体肝体积测量<sup>[5-6]</sup>。本研究利用 IQQA 半自动法评估肝体积,整个过程只需 8~15 min,远低于手动法(约 60 min),且 IQQAV 与 IOV 的相关性更好:①手动法测量时,每隔 4 层描绘肝轮廓 1 次,再利用软件功能将图像连接起来,不可避免地会造成误差,同时由于手动描绘,平滑性因人而异,而 IQQA 半自动法测量则完全依据肝密度由软件自动生成,平滑性好;②手动法所测全肝及半肝体积需对肝脏进行 2 次描绘,而半自动法仅需 1 次描绘,有利于避免误差。

通过血管标记门静脉各分支流域,使得术前模拟肝切面成为可能,所得到的 RPVTV 代表夹闭门静脉右支后的缺血右半肝体积,术中还会夹闭肝右动脉,但

肝右动脉与门静脉右支呈伴行关系,且门静脉占肝脏血供的 75%,因此该模拟切面可以较好地反映术中缺血面。本研究中 RPVTV 与 IOV 具有良好相关性,提示其为一种可行的术前测量肝体积方法,并且由于术中根据缺血线劈肝,理论上该方法较其他方法更为准确。但本研究中 RPVTV 与 IOV 的相关性却不如 IQQAV 好,原因可能如下:①RPVTV 是使用软件模拟而成的,需要对原始 CT 图像门静脉及肝静脉进行标注及分离,由于 CT 图像的密度分辨率有限,对部分细小分支难以辨认,造成门静脉末端细小分支的标注误差,影响门静脉切缘旁边缘位置的确定;②门静脉左右分支间可能存在末端循环,因此切缘旁同一小块肝组织可能同时存在门静脉左、右支分支供血,模拟肝切面时,由于软件的局限性,此块组织只能归给占优势供血的分支,因而影响到模拟切面与术中切面的一致性。

3.3 IQQAV 与 IOV 的误差分析 研究<sup>[7-9]</sup>显示,术前肝体积与 IOV 相关,但相关程度不一,均大于 IOV,本研究结果与之一致。本研究中的 IOV 是依据肝密度为 1 g/ml<sup>[4]</sup>及术中移植肝质量计算得到的,而实际肝密度因人而异,研究<sup>[10-11]</sup>证实人肝组织的密度应 > 1.0 g/ml,因此术中实际肝体积小于 IOV。②MSCT 所测为生理状态下的肝体积,血管充盈佳,肝脏灌注良好,而术中测量肝脏质量及体积时,移植肝已经处于离体状态 20~60 min,动脉灌注压为零,内部液体(如血液、淋巴液、胆汁)基本流失<sup>[9]</sup>,右半肝内管道塌陷,且由于高渗性 UW 液的灌注,肝组织脱水,同时由于重力作用致组织塌陷使得体积进一步缩小,因此 IOV 小于术前所测肝体积。③术前 IQQA 测量右半肝体积以 MHV 走行及胆囊窝长轴为界划分左、右半肝;而术中依据夹闭肝右动脉和门静脉右支后的缺血线切肝,一般带 MHV 术式切面在 MHV 左缘<sup>[12]</sup>,所得体积理论上比术前体积大;而不带 MHV 术式切面为沿 MHV 右缘 1 cm,延伸至上腔静脉到胆囊窝底<sup>[13]</sup>,所得 IOV 理论上比术前测量肝体积小。Marcos 等<sup>[14]</sup>报道模拟切线和实际剖肝线每偏移 2 cm 会造成 200 g 肝组织差异,因此手术切面的选择也影响二者的相关性。④供者的民族、身高、体质量、年龄及生活习性不同,个体之间的肝脏密度也不同<sup>[15]</sup>,因此不同个体所得 IOV 与实际 IOV 存在差异。

总之,尽管术前 IQQA 所测肝体积与术中实测体积存在误差,但相关性好,且所测体积计算的 GRWR 分级更准确,是指导制定手术方案的可靠方法。

## [参考文献]

- [1] 李金平,姜慧杰. 多层螺旋 CT 肝体积测量及临床应用. 世界华人消化杂志, 2010, 18(17):1786-1791.
- [2] Urata K, Kawasaki S, Matsunami H, et al. Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation. *Hepatology*, 1995, 21(5):1317-1321.
- [3] Schroeder T, Radtke A, Debatin JF, et al. Variability of preoperatively determined hepatic volumes in potential living liver donors. *Acad Radiol*, 2006, 13(2):262-265.
- [4] Wang F, Pan KT, Chu SY, et al. Preoperative estimation of the liver graft weight in adult right lobe living donor liver transplantation using maximal portal vein diameters. *Liver Transpl*, 2011, 17(4):373-380.
- [5] Uchida K, Taniguchi M, Shimamura T, et al. Three-dimensional computed tomography scan analysis of hepatic vasculatures in the donor liver for living donor liver transplantation. *Liver Transpl*, 2010, 16(9):1062-1068.
- [6] Radtke A, Sotiropoulos GC, Sgourakis G, et al. Anatomical 'versus' Territorial. belonging of the middle hepatic vein: Virtual imaging and clinical repercussions. *J Surg Res*, 2011, 166(1):146-155.
- [7] 张宇,徐骁,彭志毅,等. 成人活体右半肝移植术前供肝体积评估 100 例资料分析. 中华移植杂志(电子版), 2010, 4(1):12-14.
- [8] Li YC, Hu Y, Zhang MM, et al. Usage of 64-detector-row spiral computed tomography volumetry in preoperative volume prediction in living donor liver transplantation in children. *Pediatr Surg Int*, 2011, 27(5):445-449.
- [9] Satou S, Sugawara Y, Tamura S, et al. Discrepancy between estimated and actual weight of partial liver graft from living donors. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2011, 18(4):586-591.
- [10] Yoneyama T, Asonuma K, Okajima H, et al. Coefficient factor for graft weight estimation from preoperative computed tomography volumetry in living donor liver transplantation. *Liver Transpl*, 2011, 17(4):369-372.
- [11] Radtke A, Sotiropoulos GC, Nadalin S, et al. Preoperative volume prediction in adult living donor liver transplantation: How much can we rely on it? *Am J Transplant*, 2007, 7(3):672-679.
- [12] 范上达,石铮. 含肝中静脉的右叶活体肝移植手术技巧和术后处理. 中国现代手术学杂志, 2005, 9(2):86-88.
- [13] Pannu HK, Maley WR, Fishman EK. Liver transplantation: Preoperative CT evaluation. *Radiographics*, 2001, 21(10):133-146.
- [14] Marcos A, Orloff M, Miele L, et al. Functional venous anatomy for right-lobe grafting and techniques to optimize outflow. *Liver Transpl*, 2001, 7(10):845-852.
- [15] Yonemura Y, Taketomi A, Soejima Y, et al. Validity of preoperative volumetric analysis of congestion volume in living donor liver transplantation using three-dimensional computed tomography. *Liver Transpl*, 2005, 11(12):1556-1562.