

# 256 层 CT 肝脏体积自动测量研究

黄丽娜<sup>1,3</sup>, 倪衡建<sup>2</sup>, 姜建威<sup>3</sup>, 殷允娟<sup>3</sup>

1. 南通大学医学院, 江苏 南通 226000; 2. 南通大学杏林学院, 江苏 南通 226000;  
3. 南通大学第三附属医院(无锡市第三人民医院)放射科, 江苏 无锡 214041

**摘要:** **目的** 评估采用 256 层 CT 进行肝脏体积测量(liver volume, LV)不同方法的精确性和一致性。**方法** 收集 20 例肝脏无明显异常因其他原因行 256 层螺旋 CT 上腹部检查患者的平扫及增强扫描图像资料。利用手工勾勒法及 3D 自动法测量 LV, 与标准化肝体积(standardize liver volume, SLV)进行相关性、双因素方差及 Bland-Altman 分析, 并记录测量 LV 两种方法平均用时。**结果** 手工法所测 LV 为(1 277.97 ± 99.83) cm<sup>3</sup>, 自动法所测 LV 为(1 247.77 ± 116.27) cm<sup>3</sup>, SLV 为(1 252.34 ± 121.85) cm<sup>3</sup>; 手工法、自动法所测 LV 与 SLV 分别呈显著正相关( $r = 0.8754, 0.9066, P$  均  $< 0.01$ ), 两种方法所测 LV 与 SLV 之间差异均无明显统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ ); 手工法所测 LV 数值更接近 SLV, 但平均测量时间 3D 自动法为(7.6 ± 1.8) min, 较手工法(22.5 ± 5.7) min 短。**结论** 肝脏体积自动测量法是一种较好的活体测量肝体积的方法。

**关键词:** X 线计算机, 体层摄影术; 肝脏; 手工勾勒法; 3D 自动法; 体积测量

**中图分类号:** R 445.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2015)02-0243-03

精确、无创性的肝体积测量具有十分潜在的应用价值。如肝体积测量可以反映肝硬化的程度、肝脏的储备功能, 还可以指导肝脏外科手术方案的制定及预后评估, 目前已经作为肝移植术前常规检查与术后监测的一项重要指标<sup>[1-6]</sup>。本研究通过 256 层 CT 手工勾勒法及 3D 自动容积测量法肝体积测量的研究, 评价 256 层 CT 肝脏 3D 自动测量技术的精确性。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 收集 2013 年 10 月至 2014 年 6 月期间肝脏无明显异常因其他病症在我院行 256 层螺旋 CT 上腹部平扫及动、静脉双期增强检查患者 20 例的影像资料。女性 8 例, 男性 12 例; 年龄 18 ~ 73 岁, 平均(48.3 ± 9.6)岁; 身高(167 ± 8.5) cm; 体重(60.9 ± 11.4) kg。入选标准: 临床资料完整, 实验室及影像学检查均已证实肝功能无明显异常, 其中肝脏囊肿(直径 ≤ 2 cm) 2 例。

### 1.2 MSCT 检查及 LV 测量

**1.2.1 扫描设备及扫描前患者准备** 扫描设备采用 Philips 公司 256 层螺旋 CT(Brilliance iCT, Philips, Cleveland, OH, USA), 扫描图像传到 Philips Extended Brilliance Workspace(EBW4.5)工作站。造影剂为非

离子型造影剂(碘氟醇: 320 mgI/ml) 50 ml。扫描前禁食、禁水 6 h, 检查前 30 min 患者静坐训练胸式呼吸, 常规喝清水 600 ~ 900 ml, 以充盈胃肠道。

**1.2.2 扫描方法及参数设置** 扫描中先用腹带加压固定上腹部。所有患者均先行上腹部平扫, 再以 3 ml/s 的注射速率注射非离子型碘对比剂碘海醇, 剂量按 1.0 ml/kg 体重计算, 于注射对比剂后 34 s、70 s 行动脉期、门脉期两期增强扫描。扫描参数: 120 kV, 300 mAs, 准直器宽度为 128 × 0.625 mm, 重建间距、层厚均为 5 mm, 螺距 0.99, 矩阵 512 × 512。

**1.2.3 数据测量及分析** 将纳入研究的患者全肝 256 层 CT 扫描门脉期薄层图像传至工作站 EBW4.5 进行图像后处理, 层面上至膈顶下至肝右叶下极, 层厚/间距 2 mm。再使用自动法和手工法进行 LV 测量。具体测量方法如下。(1) 手工法: 使用画笔工具, 从肝顶开始, 每隔 1.5 cm 勾画肝脏轮廓, 直至画完整个肝脏。由软件计算出横断面的面积再乘以层厚即得出肝脏体积测量值(图 1a 为手工法描绘出肝脏的大致边界同时剔除门静脉、下腔静脉、胆囊和肝韧带)。(2) 自动法: 选中系列图像, 进入 Liver Analysis 软件, 根据阈值分割原理及肝脏解剖位置进行肝脏自动分割生成肝脏透明立体模式 SSD 图像及肝脏体积测量数值。复查肝脏边界分割和体积, 记录肝脏体积(图 1b)。(3) 为保证准确性, 15 d 后重复以上测量。两种方法所绘肝脏轮廓均剔除肝裂、肝韧带、胆囊、门静脉主支、左右支和下腔静脉。

**1.3 标准化肝体积(standardize liver volume, SLV) 测**

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2015.02.038

**基金项目:** 江苏省无锡市医院管理中心医学技术重大项目(YGZF1108)

**通讯作者:** 倪衡建, Email: nihengjian@ntu.edu.cn

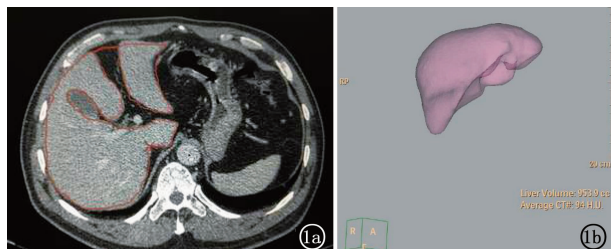
量 采用东方人标准肝体积计算方法计算 SLV, 计算公式<sup>[7]</sup>:  $SLV = 706.2 \times \text{体表面积} (BSA) + 2.4$ ; 体表面积选用胡咏梅等<sup>[8]</sup> 国人体表面积计算公式:  $BSA = 0.0061 \times \text{身高} + 0.0124 \times \text{体重} - 0.0099$ 。

1.4 统计学分析 统计分析采用 STATA 13.0 软件; Bland-Altman 法分析采用 MedCalc 13.3.3.0 软件。采用  $\bar{x} \pm s$  描述各个组别的 LV 值, 计算不同方法 LV 值的 Pearson 线性相关系数。采用配对秩和检验, 将手工法、自动法测量 LV 分别与 SLV 进行差值比较, 方法间差值的 95% 作为可信区间 (confidence interval, CI),  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。采用 Bland-Altman 法进行两种测量方法一致性的评价。双侧检验, 检验水准设为  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

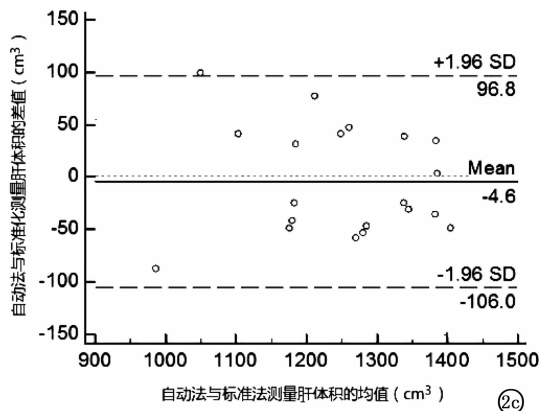
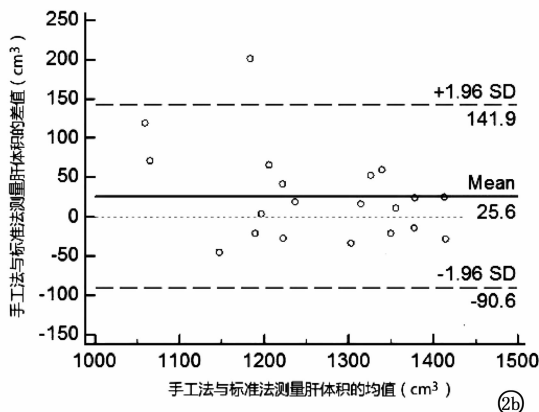
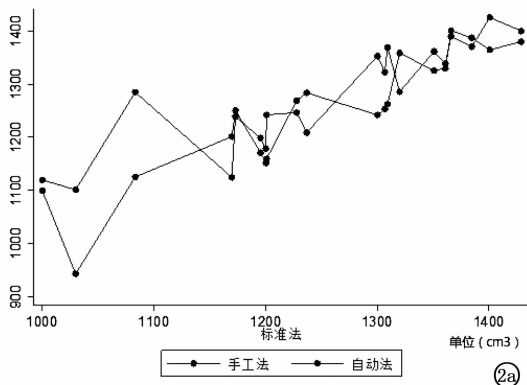
20 例患者手工法测量 LV 为  $(1\ 277.97 \pm 99.83)$   $\text{cm}^3$ , 自动法 LV 为  $(1\ 247.77 \pm 116.27)$   $\text{cm}^3$ , SLV 为  $(1\ 252.34 \pm 121.85)$   $\text{cm}^3$ 。个体间存在差异 ( $F = 18.73, P < 0.01$ ); 方法间不存在差异 ( $F = 2.87, P > 0.05$ )。手工法 LV、自动法 LV 分别与 SLV 比较, 平均误差分别为  $25.63 \pm 59.30$ 、 $-4.57 \pm 51.74$ ; 95% 可信区间分别为  $[-1.89 \sim 53.16]$   $\text{cm}^3$ 、 $[-32.09 \sim 22.96]$   $\text{cm}^3$ , 差异均无统计学意义 ( $P = 0.1169, 0.5503$ )。见表 1。Pearson 线性相关分析显示, 手工法、自动法所测 LV 与 SLV 分别呈显著正相关 ( $r = 0.8754, 0.9066, P$  均  $< 0.01$ )。见表 2。

Bland-Altman 法分析显示: 手工法和标准法的吻合限为  $[-90.6 \sim 141.9]$ , 95% 的差值落在吻合限内; 自动法与标准法的吻合限  $[-106.0 \sim 96.8]$ , 95% 的差值落在吻合限内 (如图 2 所示), 说明两种方法具有一致性, 可以相互替代使用。另外, 测量所需平均时间手工法为  $(22.5 \pm 5.7)$  min, 自动法为  $(7.6 \pm 1.8)$  min。



注: 1a: 手工法勾勒; 1b: 自动法经软件自动分割及手动修正后获得的肝脏透明立体模式 SSD 图像

图 1 256 层 CT 全肝扫描门脉期薄层图像



注: 2a: 手工法、自动法与 SLV 测量值散点图 (横坐标散点值代表 SLV 测量值, 纵坐标散点值代表手工法和自动法的 LV 测量值); 2b、2c: 手工法和自动法和 SLV 测量公式对照的 Bland-Altman 图 (95% 的散点都位于一致性界限以内, 代表差值均数的实线接近纵轴 0 的位置, 中间实线表示两种方法测量肝脏体积差值的均数, 上下 2 条虚线表示差值的 95% 的分布范围, 中间虚线代表差值为 0)。

图 2 手工法、自动法与 SLV 一致性的 Bland-Altman 法分析

表 1 手工法、自动法 SLV 测量值分别与标准法比较的差值情况

两两比较	差值	95% 可信区间	Z 值	P 值
	( $\text{cm}^3, \bar{x} \pm s$ )	( $\text{cm}^3$ )		
手工法 vs SLV	$25.63 \pm 59.30$	$-1.89 \sim 53.16$	1.57	0.1169
自动法 vs SLV	$-4.57 \pm 51.74$	$-32.09 \sim 22.96$	0.60	0.5503

表 2 三种方法两两间的 Pearson 线性相分析结果

方法	手工法		自动法		标准法	
	相关系数	P 值	相关系数	P 值	相关系数	P 值
手工法	1.0000	—				
自动法	0.8006	< 0.0001	1.0000	—		
标准法	0.8754	< 0.0001	0.9066	< 0.0001	1.0000	—

注:手工法、自动法与标准法之间分别存在线性相关。

### 3 讨论

肝体积测量常用的方法有水浸法、超声、MRI、CT 和单光子发射计算机断层成像术,水浸法是目前公认的 LV 测量的金标准,但只能离体测量,不能用于肝脏的体内测量及术前评估<sup>[7]</sup>,临床实用性较为局限。SLV 计算公式只适用于成人肝脏无明显异常的患者,且与地域性、种族性关系密切<sup>[9]</sup>。1979 年 Heymsfield 等<sup>[10]</sup>首先利用 CT 断层图像测量 LV 并显示了较高的准确性。以往多采用 CT 手工法测量 LV,该方法具有较高的准确性及可重复性,但是操作较费时<sup>[11-12]</sup>。

为使 LV 测量程序更为简化便捷,本研究采用了 Philips 公司研发的肝脏分析软件自动 LV 测量。研究结果表明,LV 测量与 ALV 之间有显著相关性;自动法测量的 LV 平均误差较手工法测量的 LV 平均误差略高,但两者之间差异并无统计学意义。使用 Bland-Altman 分析法进行两种方法测量结果的一致性检测,并回答了临床上两种定量测量方法是否可以相互替换使用的问题<sup>[13-14]</sup>,手工法与 SLV 的吻合程度较好,但其吻合限(-90.6~141.9)并非很小,而自动法与 SLV 的吻合限(-106.0~96.8)在临床中也是在可接受的范围内。故认为两种方法 LV 测量的结果具有较好的一致性,可以相互替换使用。

与自动法相比,自动法最为突出的优点是操作更省时、简便,手工法需要手动描绘肝脏边界,增强扫描产生大量图像,因此操作过程机械、耗时,而且具备一定的操作者依赖性,临床应用较繁琐,自动法 20 例患者的 LV 测量平均用时为(7.6±1.8)min,较手工法短,手工法平均用时为(22.5±5.7)min。自动测量软件还可同时自动计算出肝脏的平均 CT 值,能够反映肝脏整体的密度变化,从而为肝功能储备评估提供更多的参考信息,对于肝脏预切除患者,自动容积测量软件还可以自动划分肝脏八段,计算肝脏预切除体积,模拟外科肝脏段叶切除,为精确肝叶切除术提供新的技术支持,此方面较手动法及简单运用 SLV 测量也具有明显优势。本研究采用 256 层螺旋 CT 进行上腹部扫描,与普通 16 层或 64 层 CT 比较,其具有

成像时间更短、图像质量更高、检查结果更准、X 线剂量更低等优点。在进行 LV 测量时使用增强扫描的门脉期图像,门脉期肝脏强化明显,和周围结构对比清晰利于肝脏轮廓的勾勒与自动分割。

综上所述,笔者认为,自动法虽然较手工法测量精准度稍低,但这种差异在可以接受的范围内,自动法测量 LV 更省时、简便,减少了放射科医生的工作量,是可以广泛应用于临床的一种活体 LV 测量技术,在临床应用中将发挥重要作用。

### 参考文献

- [1] 彭志毅,俞哲锋,黄东胜,等. 多层螺旋 CT 测量肝体积的实验和临床研究及对肝移植的应用价值[J]. 中华放射学杂志,2004,38(3):291-294.
- [2] 丁可,黄仲奎,龙莉玲,等. 慢肝纤维化、肝硬化 CT 肝脏容积变化与病理学分期的相关性[J]. 实用放射学杂志,2008,24(1):35-39.
- [3] 谢峰,杨杨梅. CT 测定肝脏和脾脏体积的临床应用[J]. 肝胆外科杂志,2006,12(2):146-147.
- [4] Zhou XP, Lu T, Wei YG, et al. Liver volume variation in patients with virus-induced cirrhosis: findings on MDCT[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 189: w153-159.
- [5] van der 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.
- [6] Ge PL, Du SD, Mao YL. Advances in preoperative assessment of liver function[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int, 2014, 13(4):361-370.
- [7] Schroeder T, Nadalin S, Stattaus J, et al. Potential living liver donors: evaluation with an all-in-one protocol with multi-detector row CT[J]. Radiology, 2002, 224(3):586-591.
- [8] 胡咏梅,武晓洛,胡志红,等. 关于中国人体表面积公式的研究[J]. 生理学报,1999,51(1):45-48.
- [9] 方程,宣吉晴,雷正明. 肝脏体积与肝脏储备功能的关系及其临床应用[J]. 中华肝胆外科杂志,2008,14(10):749-751.
- [10] Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, et al. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography[J]. Ann Intern Med, 1979, 90(2):185-187.
- [11] Kamel IR, Raptopoulos V, Pomfret EA, et al. Living adult right lobe liver transplantation: imaging before surgery with multi detector multiphase CT[J]. AJR Am J Roentgenol, 2000, 175(4):1141-1143.
- [12] 李卫侠,林晓珠,柴维敏,等. MSCT 肝脏体积测量研究[J]. 临床放射学杂志,2008,27(11):1512-1515
- [13] 陈卉. Bland-Altman 分析在临床测量方法一致性评价中的应用. 中国卫生统计,2007,24(3):308-309.
- [14] 萨建,刘桂芬. 定量测量结果的一致性评价及 Bland-Altman 法的应用[J]. 中国卫生统计,2011,28(4):409-413.

收稿日期:2014-11-30 修回日期:2014-12-10 编辑:石嘉莹