

# 多层螺旋CT肝体积测量及临床应用

李金平, 姜慧杰

## ■背景资料

以往, 临床上多采用Child-Pugh分级作为肝脏储备功能的评价指标. CT肝脏体积测量可反映肝脏的血流灌注状态和代谢能力, 目前作为又一项重要的肝功能评价指标而成为研究的热点, 临床上被广泛应用.

李金平, 姜慧杰, 哈尔滨医科大学第二附属医院CT室 黑龙江省哈尔滨市 150086  
黑龙江省自然科学基金资助项目, No. D200905  
黑龙江省教育厅科学技术研究基金资助项目, No. 11541166  
作者贡献分布: 文献收集与综述写作由李金平完成; 选题和审校由姜慧杰完成.  
通讯作者: 姜慧杰, 教授, 150086, 黑龙江省哈尔滨市, 哈尔滨医科大学第二附属医院CT室. jhj68323@yahoo.com.cn  
电话: 0451-86605576  
收稿日期: 2010-03-19 修回日期: 2010-05-13  
接受日期: 2010-05-18 在线出版日期: 2010-06-18

## Clinical application of measurement of liver volume by multi-slice spiral CT

Jin-Ping Li, Hui-Jie Jiang

Jin-Ping Li, Hui-Jie Jiang, Department of CT Imaging, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China  
Supported by: the Natural Science Foundation of Heilongjiang Province, No. D200905; and the Foundation of Heilongjiang Provincial Educational Department, No. 11541166

Correspondence to: Professor Hui-Jie Jiang, Department of CT Imaging, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China. jhj68323@yahoo.com.cn

Received: 2010-03-19 Revised: 2010-05-13

Accepted: 2010-05-18 Published online: 2010-06-18

## Abstract

The volume of the liver can not only directly reflect the size of the liver, liver capacity and the quantity of liver cells, but also, to a certain extent, indirectly reflect blood perfusion and metabolic capability of the liver. Therefore, liver volume is an important parameter to evaluate hepatic reserve function. The accurate measurement of liver volume has great significance for the formulation of treatment program, prevention of liver failure, and prediction of prognosis. This article is to review the clinical application of measurement of liver volume by multi-slice spiral CT.

**Key Words:** Multi-slice spiral CT; Liver volume; Clinical application

## ■同行评议者

李健丁, 教授, 山西医科大学第一医院放射科CT室

Li JP, Jiang HJ. Clinical application of measurement of liver volume by multi-slice spiral CT. Shijie Huaren Xiaohua Zazhi 2010; 18(17): 1786-1791

## 摘要

肝脏的体积不但可以直观地反映肝脏的大小、容量和肝细胞的数量, 在一定程度上也可以间接地反映肝脏的血流灌注和代谢能力. 因而, 肝脏体积可作为反映肝脏储备功能的一项重要指标. 准确测量肝体积对肝脏疾病治疗方案的制定、肝功能衰竭的预防及预后的判断具有十分重要的意义. 本文就多层螺旋CT肝体积测量及其临床应用价值作一综述.

**关键词:** 多层螺旋CT; 肝体积; 临床应用

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

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/18/1786.asp>

## 0 引言

以往, 临床上多采用Child-Pugh分级<sup>[1]</sup>(C-P分级法)作为肝脏储备功能的评价指标. 一般认为A、B级患者能够耐受手术, 而C级为手术禁忌证. 由常规肝功能指标组成的Child-Pugh分级虽简单易行, 但在临床上已日显其局限性, 其所反映的只是肝脏实质损害程度和肝脏代偿能力的现状, 静止状态下检查的结果无法反映肝脏潜在的储备能力, 也无法预计肝脏在受到打击时是否有足够的代偿能力. 构成肝功能Child-Pugh分级的5个指标受临床干预影响, 可在短期内出现一定程度波动, 而体积是一个更为稳定且难于受干扰的指标. 目前, 国外已将肝脏体积大小视作与肝功能Child-Pugh分级同等重要的肝功能评价指标<sup>[2,3]</sup>, 并将肝脏的体积测定广泛地运用于临床<sup>[4,5]</sup>. 肝体积作为评价肝脏大小的定量数据, 在肝硬化程度的评估及诊疗方案的制订、评价病肝对手术的承受能力、合理选择手术方式与时机, 避免术后发生肝衰竭、随访观察放化疗及手术治疗的疗效等方面具有潜在的临床意义和应用价值<sup>[6,7]</sup>.

## 1 肝体积的测量方法

国内已有不少肝脏体积测量的相关研究报道, 但

现有的肝脏体积测量多数侧重于测量结果与人群自身因素相关性及临床适用性研究, 对测量技术方法的探讨报道较少, 而国外较早就有相关方面的报道<sup>[2,8]</sup>。水浸法是公认的面积测量的“金标准”, 但该方法只能用于离体肝测量, 不能用于活体上的评估<sup>[9]</sup>。传统测量活体肝脏大小主要依靠影像学如超声或CT测量二维径线, 该方法虽简便易行, 但不能准确反映肝脏实际体积。目前三维B超、CT、MR和SPECT等影像学都可进行体积测量。B超精度虽好, 但受主观影响较多、对操作者的依赖性太强。Kwon等<sup>[10]</sup>报道用<sup>99</sup>Tcm标记的半乳糖人类血清白蛋白闪烁摄影术进行肝脏的SPECT测量, 对测量功能性肝体积有较高的价值。Strauss等<sup>[11]</sup>和Mut等<sup>[12]</sup>进行了以单光子发射型CT(single-photon emission CT, SPECT)测量标准模型体积的实验研究, 得到平均误差分别为3.4%和2.8%。McNeal等<sup>[13]</sup>实验结果显示MR测得的肝脏体积绝对误差<8%, 与CT相比较MR在软组织的成像上分辨率要高于CT, 因此, 成像后对肝脏边界形态的描记将更为清晰、准确, 并且无辐射, 可用于婴幼儿, 以观察生长发育的情况、有无先天性畸形等, 但SPECT和MR价格昂贵, 远不如CT普及, 故在应用上受到了极大的限制。CT已成为临床上肝脏体积测量最常用的方法, 其准确性也被广泛公认, 甚至被认为是测量肝脏体积的金标准<sup>[14]</sup>。

CT肝体积测量方法如下: (1)层切法: 用手工在二维横断面逐层画出肝脏的面积乘上层厚后叠加计算出其容积<sup>[2]</sup>。该方法是测量肝体积最常用的方法, 具有较高的准确度和可重复性<sup>[15,16]</sup>, 但逐层手工描绘肝脏边界机械、冗长, 尤其多层螺旋CT(multi-slice spiral CT, MSCT)薄层扫描产生大量图像, 处理时间增加, 较费时, 而且与操作者关系密切, 临床应用受到限制。(2)选择性VR自动测量法(阈值法): 该方法首先利用VR优化阈值设置, 只有CT值大于某阈值的像素点才被显示, 以选择性VR算式(VR with a seed-growing algorithm), 并结合边缘腐蚀、切割、膨胀等技术而得到单一靶器官-肝脏VR图像, 然后利用体积测量工具对靶器官自动测得体积。此外, VR自动测量法还可同时自动计算出体积内所有像素的平均CT值及其分布曲线图, 可以反映肝脏整体的密度变化。Nakayama等<sup>[17]</sup>分别用三维体积自动测量法与逐层叠加法对移植肝叶进行体积测量并与术中测量相比较, 已证实VR自动测量法准确性、实用性及先进性, 并且显著减少了测

量时间, 为肝脏体积测量较理想的方法。

## 2 MSCT扫描方案

目前, 尚无统一而规范的扫描方案, 图像可以为平扫, 也可以为增强, 后者比前者更准确。一般扫描参数设置为<sup>[14,18]</sup>: 120 kV, 250-300 mA, 时间0.8 s/r, 准直16 mm×1.25 mm, 螺距(pitch)1.375。常规腹部平扫后行增强扫描(动脉期25 s, 门静脉期60 s, 平衡期120 s), 经肘静脉用高压注射器注入非离子型对比剂, 用量按1.5-2.0 mL/kg计算, 平均约80 mL, 注射速率3-3.5 mL/s。根据患者的心功能情况提前或推迟延迟时间, 以使门脉系统内的对比剂充盈最佳。选取门脉期图像2 mm重建, 矩阵512×512。扫描前口服2%泛影葡胺800-1 000 mL充盈胃肠道。患者仰卧位, 双手抱头, 扫描时一次屏气完成, 扫描范围由膈顶至肝脏下缘, 包括全肝。图像上传至工作站, 利用Volume软件对重建后的轴位图像进行处理。圈定时注意避开胆囊、肝裂、下腔静脉、门静脉肝内主要分支。所选区域内取阈值30-300 HU(以剔除肝脏血管及肝周脂肪、腹水的体积)由计算机计算出体积。

肝叶划分: 以正中裂(胆囊窝)划分左右半肝, 以左叶间裂为界划分左外叶和方叶, 第一肝门水平以上正中裂显示不清区域以肝中静脉为界划分左右半肝, 并以肝左静脉为界划分左外叶和方叶, 在肝门区以下腔静脉右缘与门静脉右支连线为尾状叶和肝右叶分界。

## 3 正常肝脏及肝叶的体积测量

正常成人肝脏体积与其自身身高、体质量、体表面积之间存在相关关系<sup>[19-21]</sup>。为了排除体格差异, 便于个体间的比较, 再根据体表面积, 计算出每单位体表面积的肝体积。然后比较肝体积与Child-Pugh肝功能分级及其他肝功能指标的相关性, 了解肝体积与肝储备功能的关系。体表面积( $m^2$ ) =  $0.0071 \times \text{身高}(cm) + 0.0133 \times \text{体质量}(kg) - 0.1971$ <sup>[22]</sup>, 每单位体表面积的肝体积( $cm^3/m^2$ ) = 肝体积( $cm^3$ )/体表面积( $m^2$ )。

由于体表面积与代谢情况密切相关, 同时包含了身高和体质量两个因素, 能够平衡由于身高体质量不同所带来的偏差, 故应用时选择标准化的肝脏体积(每单位体表面积的肝脏体积)更为合理, 现已有相关方面的报道。由于不同人种、性别之间以及不同测量方法之间的差异, 有关正常肝脏体积大小的具体数值各文献报道不尽相同。

## ■研究前沿

CT肝体积测量在肝硬化、肝肿瘤、肝移植等方面已有较多的报道, 且其准确性已被证实, 临床应用广泛, 但在肝转移方面的报道罕见, 有待今后进一步研究。

#### ■相关报道

已证实术前预测预切除肝体积的可行性, CT术前预测肝切除体积准确性为92.82%±3.93%.

Liu等<sup>[23]</sup>用64排螺旋CT测量15名健康人标准化全肝体积为 $637.98 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \pm 65.93 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ . Urata等<sup>[24]</sup>研究得出成人标准化全肝体积为 $712 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \pm 51 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ , 而路涛等<sup>[25]</sup>测量113例正常人标准化全肝体积、标准化左外叶体积、标准化尾叶体积分别为 $703.15 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \pm 98.69 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 、 $117.07 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \pm 34.35 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 、 $15.92 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \pm 6.23 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ . 以上研究结果虽有一定的偏差, 但仍在可接受范围内.

部分学者未引用体表面积参数, 进行了肝体积的研究. Joyeux等<sup>[26]</sup>用CT测量了50名健康人肝脏体积, 得出平均肝脏体积为 $1231 \text{ cm}^3$ . 丁可等<sup>[27]</sup>对16例正常组行16层螺旋CT肝脏容积测量结果为正常肝脏平均容积为 $1097.12 \text{ cm}^3 \pm 103.53 \text{ cm}^3$ , 左外叶、方叶、右叶、尾状叶的体积及其占全肝的百分比依次分别为 $166.53 \text{ cm}^3 \pm 22.05 \text{ cm}^3$ 、 $190.45 \text{ cm}^3 \pm 18.54 \text{ cm}^3$ 、 $714.96 \text{ cm}^3 \pm 43.22 \text{ cm}^3$ 、 $25.18 \text{ cm}^3 \pm 4.02 \text{ cm}^3$ ;  $15.13\% \pm 1.07\%$ 、 $17.34\% \pm 0.58\%$ 、 $65.25\% \pm 1.48\%$ 、 $2.29\% \pm 0.23\%$ , 与国内外学者<sup>[5,14,25,28]</sup>同类研究结果基本吻合.

#### 4 肝各叶体积测量及形态变化对肝硬化的评价价值

肝硬化体积的变化可以反映其血流灌注的变化. 肝硬化发生后, 整个肝脏以及各个肝叶的体积、各肝叶占全肝的百分比都随之发生变化. 肝硬化时, 右叶和左内叶萎缩, 左外叶和尾叶增大. 有研究表明, 这是肝脏各叶的体积与门静脉的血流灌注密切相关的结果. 门静脉在肝门处分为左右支, 右支分出后直接进入肝右叶实质. 在肝硬化时, 由于肝脏的纤维化和肝硬化结节使肝内门静脉受压以及不规则狭窄, 使肝血管床面积减少, 血流必然减少; 相反, 门静脉左支分出后先在镰状韧带内穿行一段后才进入肝左叶实质, 结果使肝左叶有相对多的血液供应, 所以肝右叶常萎缩, 而肝左外叶则常常增大<sup>[29]</sup>. 肝尾叶接受门静脉右后支供血, 因其肝内行程较短, 在一定程度上保护了尾叶血供, 同时该区引流保存尚好, 可能避免了尾状叶的明显萎缩. 另外, 肝左外叶和尾状叶的增大还可能与方叶、右叶容积变小后肝脏的代偿有关.

肝的体积和形状变化可以反映其功能状态<sup>[30,31]</sup>, 肝功能分级越差, 病肝平均体积就越小. 肝硬化全肝及各叶体积的大小与肝功能Child-Pugh分级的严重程度存在着对应关系, 其关系如下: (1)全肝平均体积在Child-Pugh A、B、C

级肝硬化呈逐级递减的趋势; 全肝体积在Child A、B级, 无明显缩小, 而在Child C级有明显缩小; (2)肝右叶体积随Child-Pugh分级的增高呈逐渐递减的趋势; (3)肝左外叶体积在Child A、B级为绝对增大, 而左外叶体积在Child C级由于全肝体积的缩小, 表现为相对增大. 病情较轻的肝硬化左外叶增大比中、重度肝硬化更明显; (4)尾状叶体积在Child A级为绝对值增大, Child B、C级为相对增大. 其原因是: Child A级时, 尾状叶由于维持代偿功能需要而有明显增大; 尾状叶体积在肝功能进展到Child B级后虽受影响, 但仍表现为相对增大; 尾状叶在Child C级时受损较右叶及方叶为轻, 虽然总肝体积缩小, 而尾叶表现为相对增大.

在Child C级, 肝左叶和尾叶无法代偿时, 内科治疗难以缓解, 肝移植可能是唯一解决问题的办法. 这提示尤其肝左外叶和尾状叶体积变化可以在一定程度上预测肝功能变化情况, 帮助临床制定治疗策略和选择适当的手术时机. 肝硬化治疗前后体积的变化也可作为疗效观察的指标.

肝硬化肝叶体积的变化常与发病原因相关, 不同原因肝硬化肝叶体积变化不尽相同<sup>[29,32,33]</sup>. 酒精性肝硬化患者肝脏体积的离散程度较大, 部分患者肝脏体积缩小, 但有部分患者肝脏体积增大, 原因尚有待进一步研究, 可能是脂肪肝的脂肪沉积所致. Okazaki等<sup>[32]</sup>比较酒精性肝硬化与肝炎后肝硬化后发现, 尾状叶增大更常见于酒精性肝硬化, 而Dodd等<sup>[33]</sup>则认为原发性胆管炎患者尾状叶增大更显著.

#### 5 MSCT肝体积测量在肝切除术中的应用研究

外科手术切除是目前治疗肝脏肿瘤最有效的方法, 尤其是手术切除后残肝体积评估具有重大临床意义. 手术切除的一个原则性要求是在防止术后肿瘤复发的基础上保留足够的肝脏体积以保证术后肝功能需要, 尤其是进行右肝切除或扩大右肝切除时, 如果切除过多, 残肝体积过少, 超过代偿能力就可导致术后肝功能衰竭. 究竟多少残肝体积作为安全底线, 目前尚无明确阐释, 但残肝体积率越小, 术后肝功能损害越严重, 可能同样的病变, 残肝体积越大对保持肝功能越有利. 在肝部分切除术中很难准确评估残肝体积, 因为不同肝功能其变化范围非常大<sup>[5]</sup>. 残肝的大小只反映肝的细胞量, 不少肝癌多合并肝硬化, 肝硬化及肝癌破坏或浸润肝细胞, 肝细胞功能

下降或消失, 再大的残肝体积也难以保证肝功能. 因此, 手术前必须熟悉肝脏的基础疾病, 充分评估肝功能情况, 只有结合肝体积测定, 才能更好地保证手术的成功. 然而术后肝功能失代偿, 以致肝功能衰竭的发生率却高达10%-20%, 已有报道认为残肝体积与术后肝功能衰竭有关<sup>[34,35]</sup>. Shirabe等<sup>[34]</sup>发现残肝体积与体表面积比值 $<250\text{ mL/m}^2$ 者, 术后肝功能衰竭发生率为38%(7/20), 而 $>250\text{ mL/m}^2$ 者, 肝功能衰竭发生率为零. Lee等<sup>[36]</sup>在肝脏可切除比率安全性的研究中指出, 肝脏容积测量是评价肝脏功能储备和确定肝可切除率最有力的手段之一, 在肝硬化患者肝切除率小于全肝容积的60%时, 可以有效避免术后肝功能衰竭的发生. Vanthey等<sup>[37]</sup>报道, 残肝体积率 $\leq 25\%$ 的患者, 术后严重并发症明显增加. Schindl等<sup>[38]</sup>研究发现, 相对残肝体积值减小, 肝切除后严重肝功能衰竭和感染的发病率明显升高, 导致严重肝功能衰竭的临界值为26.6%.

残肝体积测量方法: 规则肝叶或肝段切除时, 按肝脏分区测量; 不规则切除时, 按肿瘤旁开2 cm作为切除部分, 余下部分即为残肝体积.  $\text{CT预测术后残肝体积}(\text{cm}^3) = \text{CT测得全肝体积} - \text{CT预测切除肝体积}$ ; 残肝体积率 =  $\text{CT预测术后残肝体积} / \text{CT测得全肝体积} \times 100\%$ .

部分研究<sup>[39,40]</sup>已证实术前预测预切除肝体积的可行性, CT术前预测肝切除体积准确性为 $92.82\% \pm 3.93\%$ <sup>[18]</sup>. 肝癌术前肿瘤切除预测可以很好地帮助手术者明确切除范围, 正确估计残肝体积大小. Soyer等<sup>[39]</sup>对转移性肝脏肿瘤的研究显示, 术前CT测量肝脏体积可预测术后肝脏体积与全肝体积比例, 并指出剩余肝脏 $>35\%$ 是肝脏切除的安全界限. Tu等<sup>[35]</sup>通过对55例原发性肝癌患者结合残肝体积率和肝硬化CT分级两个参数研究得出, 在尚无肝硬化的背景下40%的残肝体积率是安全的.

## 6 MSCT肝体积测量在肝移植中的应用研究

肝移植作为终末期肝脏疾病的一种有效治疗手段, 其价值日益受到肯定. 由于肝体积对肝移植有重要价值, 术前使用MSCT测量肝体积已成为常规检查<sup>[6]</sup>, 其能反映受体肝区的容积与供体肝脏体积是否匹配, 使移植肝的选择更为精确、科学. 移植后对肝脏体积的观察有助于了解器官排异的情况以及移植肝是否生长良好, 尤其是在部分肝移植的患者中肝脏的再生情况是移植是否成功的标志之一. 近年来肝移植术

前肝体积的准确测量成为国内外学者研究的热点, 被广泛应用于活体肝移植手术. 活体肝移植成功的关键是术前对供体和受体肝脏解剖的清晰、全面的了解, 尤其是术前肝脏体积精确的评估<sup>[41,42]</sup>. 术前对供、受体肝脏容积的准确测量, 可确保切取的供体肝叶满足受体代谢需要的同时, 供体保留肝叶能保证其再生过程中代谢功能的维持, 从而保证供、受体安全具有十分重要的意义.

原位肝移植要求移植肝理想的大小应与受体原有肝脏的大小一致, 移植肝过大会受到较小的受体腹腔压迫, 极易导致血液灌注不良, 易形成动脉和门静脉栓塞和肝功能不足; 而移植肝过小, 易引起肝衰竭或原发性肝脏无功能<sup>[43]</sup>, 并因受体门静脉过量血流灌注而发生损伤, 恢复期可能出现更多的并发症, 并增加排斥的风险. 术前肝脏体积精确的评估能有效地防止供体术后并发症和受体术后的“小肝”综合征<sup>[44]</sup>. 部分肝移植则要求在保证供体安全的前提下, 能给受体足够的肝脏满足代谢需要, 当残肝体积小于35%时, 其死亡率显著升高<sup>[45]</sup>. Kawasaki等<sup>[46]</sup>和Miyagawa等<sup>[47]</sup>认为活体肝移植后为了保证良好的肝功能, 残肝体积率应 $>30\%$ . Kamel等<sup>[7]</sup>认为一般受体至少要获得供体原肝体积40%, 供体至少保留原肝体积35%.

## 7 MSCT肝体积测量在隐匿性肝转移中的应用研究

肝转移的诊断可以帮助制订合理的治疗方案, 但早期较难发现隐匿性肝转移灶的存在. 现已有报道, 较小的转移灶即可引起较明显的肝血流量变化<sup>[48]</sup>, 肝转移时门静脉血流量减少进而引起肝体积萎缩. Ishizawa等<sup>[49]</sup>在对115例结肠或胃癌患者(其中14例存在隐匿性肝转移)肝脏容积测量的研究还发现, 隐匿性肝转移组与无转移组肝容积平均值分别为 $858\text{ cm}^3 \pm 109\text{ cm}^3$ 、 $1\,173\text{ cm}^3 \pm 230\text{ cm}^3$ , 存在显著差异( $P < 0.001$ ). 据此认为, MSCT肝容积测量可有助于揭示早期隐匿性的肝脏转移, 但此方面的报道较少, 有待今后进一步研究.

## 8 结论

肝脏体积可作为反映肝脏储备功能的一项重要指标, 在一定程度上也可以反映肝脏的血流灌注和代谢能力, 目前已成为研究的热点. 应用多层螺旋CT测量肝脏体积, 获得最接近人体自然状态下肝脏体积的变化, 与Child-Pugh分级有机

### ■创新盘点

本文就CT肝脏体积测量分别在肝硬化评估, 肝肿瘤切除, 肝移植受、供体选择以及肝转移诊断等方面的作用进行了详尽的阐述, 系统、全面, 条理清晰.

# 应用要点

本文介绍CT肝脏体积测量对肝脏疾病临床应用价值,并对目前研究的现状及研究进展作了系统的总结,并指明了研究方向,对提高临床救治水平,具有重要的理论指导和应用价值。

结合起来,有助于正确评价患者肝脏潜在的储备能力,合理制订治疗方案及估计预后。

## 参考文献

- 孙春娟, 贺文. 多层螺旋CT对肝硬化患者肝脏体积变化的研究. 中国医学影像技术 2007; 23: 566-569
- Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, Barlow R, Sones P, Kutner M. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med* 1979; 90: 185-187
- Schiano TD, Bodian C, Schwartz ME, Glajchen N, Min AD. Accuracy and significance of computed tomographic scan assessment of hepatic volume in patients undergoing liver transplantation. *Transplantation* 2000; 69: 545-550
- Ogasawara K, Une Y, Nakajima Y, Uchino J. The significance of measuring liver volume using computed tomographic images before and after hepatectomy. *Surg Today* 1995; 25: 43-48
- Abdalla EK, Denys A, Chevalier P, Nemr RA, Vauthey JN. Total and segmental liver volume variations: implications for liver surgery. *Surgery* 2004; 135: 404-410
- 彭志毅, 俞哲锋, 黄东胜, 邝平定, 郑树森, 肖圣祥, 吴健. 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. 中华放射学杂志 2004; 38: 291-294
- Kamel IR, Raptopoulos V, Pomfret EA, Kruskal JB, Kane RA, Yam CS, Jenkins RL. Living adult right lobe liver transplantation: imaging before surgery with multidetector multiphase CT. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 1141-1143
- Gao L, Heath DG, Kuszyk BS, Fishman EK. Automatic liver segmentation technique for three-dimensional visualization of CT data. *Radiology* 1996; 201: 359-364
- 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. 中华肝胆外科杂志 2008; 14: 749-751
- Kwon AH, Matsui Y, Ha-Kawa SK, Kamiyama Y. Functional hepatic volume measured by technetium-99m-galactosyl-human serum albumin liver scintigraphy: comparison between hepatocyte volume and liver volume by computed tomography. *Am J Gastroenterol* 2001; 96: 541-546
- Strauss LG, Clorius JH, Frank T, van Kaick G. Single photon emission computerized tomography (SPECT) for estimates of liver and spleen volume. *J Nucl Med* 1984; 25: 81-85
- Mut F, Glickman S, Marciano D, Hawkins RA. Optimum processing protocols for volume determination of the liver and spleen from SPECT imaging with technetium-99m sulfur colloid. *J Nucl Med* 1988; 29: 1768-1775
- McNeal GR, Maynard WH, Branch RA, Powers TA, Arns PA, Gunter K, Fitzpatrick JM, Partain CL. Liver volume measurements and three-dimensional display from MR images. *Radiology* 1988; 169: 851-854
- 廖锦元, 黄仲奎, 龙莉玲, 黎宁钦. 16层螺旋CT体积测量评估肝硬化肝叶大小的价值. 临床放射学杂志 2006; 25: 425-428
- Urata K, Kawasaki S, Matsunami H, Hashikura Y, Ikegami T, Ishizone S, Momose Y, Komiyama A, Makuuchi M. Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation. *Hepatology* 1995; 21: 1317-1321
- 王茂春, 彭吉润, 冷希圣, 朱继业, 杜如昱. 计算机行肝脏CT断层三维重建及测量在肝癌中的应用研究. 中国医学影像技术 2003; 19: 1735-1738
- Nakayama Y, Li Q, Katsuragawa S, Ikeda R, Hiai Y, Awai K, Kusunoki S, Yamashita Y, Okajima H, Inomata Y, Doi K. Automated hepatic volumetry for living related liver transplantation at multisection CT. *Radiology* 2006; 240: 743-748
- 宋瑞, 黄仲奎, 龙莉玲, 廖锦元. 16层螺旋CT测量肝脏体积在肝癌切除术中的应用研究. 临床放射学杂志 2008; 27: 52-56
- Geraghty EM, Boone JM, McGahan JP, Jain K. Normal organ volume assessment from abdominal CT. *Abdom Imaging* 2004; 29: 482-490
- Sandrasegaran K, Kwo PW, DiGirolamo D, Stockberger SM Jr, Cummings OW, Kopecky KK. Measurement of liver volume using spiral CT and the curved line and cubic spline algorithms: reproducibility and interobserver variation. *Abdom Imaging* 1999; 24: 61-65
- Yu HC, You H, Lee H, Jin ZW, Moon JI, Cho BH. Estimation of standard liver volume for liver transplantation in the Korean population. *Liver Transpl* 2004; 10: 779-783
- Hu YM, Wu XL, Hu ZH, Ren AH, Wei XQ, Wang XC, Wang YR. [Study of formula for calculating body surface areas of the Chinese adults] *Sheng Li Xue Bao* 1999; 51: 45-48
- Liu P, Li P, He W, Zhao LQ. Liver and spleen volume variations in patients with hepatic fibrosis. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 3298-3302
- Urata K, Hashikura Y, Ikegami T, Terada M, Kawasaki S. Standard liver volume in adults. *Transplant Proc* 2000; 32: 2093-2094
- 路涛, 周翔平, 陈心足, 魏永刚. 16层螺旋CT对肝炎后肝硬化肝体积变化与肝功能分级的相关性研究. 临床放射学杂志 2008; 27: 1670-1674
- Joyeux H, Berticelli J, Chemouny S, Masson B, Borianne P. [Semi-automatic measurements of hepatic lobes. Application to study of liver volumes. Analysis of 50 computed tomography of normal liver] *Ann Chir* 2003; 128: 251-255
- 丁可, 黄仲奎, 龙莉玲, 李春兰, 孙龙伟, 林盛才. 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. 实用放射学杂志 2008; 24: 35-39
- Leelaudomlapi S, Sugawara Y, Kaneko J, Matsui Y, Ohkubo T, Makuuchi M. Volumetric analysis of liver segments in 155 living donors. *Liver Transpl* 2002; 8: 612-614
- Awaya H, Mitchell DG, Kamishima T, Holland G, Ito K, Matsumoto T. Cirrhosis: modified caudate-right lobe ratio. *Radiology* 2002; 224: 769-774
- Shoup M, Gonen M, D'Angelica M, Jarnagin WR, DeMatteo RP, Schwartz LH, Tuorto S, Blumgart LH, Fong Y. Volumetric analysis predicts hepatic dysfunction in patients undergoing major liver resection. *J Gastrointest Surg* 2003; 7: 325-330
- Lu LG, Zeng MD, Wan MB, Li CZ, Mao YM, Li JQ, Qiu DK, Cao AP, Ye J, Cai X, Chen CW, Wang JY, Wu SM, Zhu JS, Zhou XQ. Grading and staging of hepatic fibrosis, and its relationship with noninvasive diagnostic parameters. *World J Gastroenterol* 2003; 9: 2574-2578
- Okazaki H, Ito K, Fujita T, Koike S, Takano K, Matsunaga N. Discrimination of alcoholic from virus-induced cirrhosis on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 1677-1681
- Dodd GD 3rd, Baron RL, Oliver JH 3rd, Federle MP. End-stage primary sclerosing cholangitis: CT

- findings of hepatic morphology in 36 patients. *Radiology* 1999; 211: 357-362
- 34 Shirabe K, Shimada M, Gion T, Hasegawa H, Takenaka K, Utsunomiya T, Sugimachi K. Postoperative liver failure after major hepatic resection for hepatocellular carcinoma in the modern era with special reference to remnant liver volume. *J Am Coll Surg* 1999; 188: 304-309
- 35 Tu R, Xia LP, Yu AL, Wu L. Assessment of hepatic functional reserve by cirrhosis grading and liver volume measurement using CT. *World J Gastroenterol* 2007; 13: 3956-3961
- 36 Lee SG, Hwang S. How I do it: assessment of hepatic functional reserve for indication of hepatic resection. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2005; 12: 38-43
- 37 Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, Bilimoria MM, Fenstermacher MJ, Charnsangavej C, Hicks M, Alsfasser G, Lauwers G, Hawkins IF, Caridi J. Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations. *Surgery* 2000; 127: 512-519
- 38 Schindl MJ, Redhead DN, Fearon KC, Garden OJ, Wigmore SJ. The value of residual liver volume as a predictor of hepatic dysfunction and infection after major liver resection. *Gut* 2005; 54: 289-296
- 39 Soyer P, Roche A, Elias D, Levesque M. Hepatic metastases from colorectal cancer: influence of hepatic volumetric analysis on surgical decision making. *Radiology* 1992; 184: 695-697
- 40 余元龙, 李良才, 唐秉航, 胡泽民. 原发性肝癌肿块和肝脏螺旋CT三维体积测量的应用价值. *中华放射学杂志* 2004; 38: 636-639
- 41 Marcos A, Fisher RA, Ham JM, Shiffman ML, Sanyal AJ, Luketic VA, Sterling RK, Fulcher AS, Posner MP. Liver regeneration and function in donor and recipient after right lobe adult to adult living donor liver transplantation. *Transplantation* 2000; 69: 1375-1379
- 42 Fan ST, Lo CM, Liu CL, Yong BH, Chan JK, Ng IO. Safety of donors in live donor liver transplantation using right lobe grafts. *Arch Surg* 2000; 135: 336-340
- 43 Kayaalp C, Arda K, Oto A, Oran M. Liver volume measurement by spiral CT: an in vitro study. *Clin Imaging* 2002; 26: 122-124
- 44 Tucker ON, Heaton N. The 'small for size' liver syndrome. *Curr Opin Crit Care* 2005; 11: 150-155
- 45 Cho JY, Suh KS, Kwon CH, Yi NJ, Lee HH, Park JW, Lee KW, Joh JW, Lee SK, Lee KU. Outcome of donors with a remnant liver volume of less than 35% after right hepatectomy. *Liver Transpl* 2006; 12: 201-206
- 46 Kawasaki S, Makuuchi M, Matsunami H, Hashikura Y, Ikegami T, Nakazawa Y, Chisuwa H, Terada M, Miyagawa S. Living related liver transplantation in adults. *Ann Surg* 1998; 227: 269-274
- 47 Miyagawa S, Hashikura Y, Miwa S, Ikegami T, Urata K, Terada M, Kubota T, Nakata T, Kawasaki S. Concomitant caudate lobe resection as an option for donor hepatectomy in adult living related liver transplantation. *Transplantation* 1998; 66: 661-663
- 48 Leveson SH, Wiggins PA, Giles GR, Parkin A, Robinson PJ. Deranged liver blood flow patterns in the detection of liver metastases. *Br J Surg* 1985; 72: 128-130
- 49 Ishizawa T, Yamamoto T, Nishida K, Tsukui H, Sekikawa T. Diagnostic value of measuring liver volume for detecting occult hepatic metastases from colorectal or gastric cancer. *World J Surg* 2005; 29: 719-722

#### ■同行评价

本文系统归纳了多层螺旋CT在肝脏体积测量的方法及应用, 具有较高的学术水平。

编辑 李军亮 电编 吴鹏朕

ISSN 1009-3079 CN 14-1260/R 2010年版权归世界华人消化杂志

#### • 消息 •

### 《世界华人消化杂志》入选北京大学图书馆 2008年版《中文核心期刊要目总览》

**本刊讯** 《中文核心期刊要目总览》(2008年版)采用了被索量、被摘量、被引量、他引量、被摘率、影响因子、获国家奖或被国内外重要检索工具收录、基金论文比、Web下载量等9个评价指标, 选作评价指标统计源的数据库及文摘刊物达80余种, 统计文献量达32 400余万篇次(2003-2005年), 涉及期刊12 400余种。本版还加大了专家评审力度, 5 500多位学科专家参加了核心期刊评审工作。经过定量评价和定性评审, 从我国正在出版的中文期刊中评选出1 980余种核心期刊, 分属七大编73个学科类目。《世界华人消化杂志》入选本版核心期刊库(见R5内科学类核心期刊表, 第66页)。(编辑部主任: 李军亮 2010-01-08)