

# 多层螺旋 CT 测量肝脏体积的准确性

李卫侠 林晓珠 柴维敏 陈拥军 沈柏用 彭承宏 陈克敏

**【摘要】** 目的 探讨多层螺旋 CT(MSCT) 手动法及半自动法测量肝脏体积的准确性, 以便临床选取较好的方法。方法 对 24 例肝移植受体术前行 MSCT 多期扫描, 用手动法及半自动法测量肝脏体积, 与术后即刻水测法所得肝脏体积进行相关性分析、单因素方差分析及 Bland-Altman 检测, 并分别记录 2 种方法测量肝脏体积所需时间。结果 手动法、半自动法检测结果和实际肝体积(ALV) 分别为(1360 ±157)、(1345 ±152)和(1307 ±153) cm<sup>3</sup>, 差异无统计学意义(F = 0.032, P > 0.05)。手动法和半自动法测量肝脏体积与 ALV 均有明显的相关性(r 值分别为 0.976 和 0.987, P 值均 < 0.05)。半自动法测量肝体积平均时间为(9.2 ±1.8) min, 较手动法的(23.2 ±5.8) min 明显缩短。结论 MSCT 半自动法是测量肝脏体积较好的方法。

**【关键词】** 肝移植; 体层摄影术, X 线计算机; 对比研究

The study of liver volume measurements by multi-slice spiral CT LI Wei-xia\*, LIN Xiao-zhu, CHAI Wei-min, CHEN Yong-jun, SHEN Bai-yong, PENG Cheng-hong, CHEN Ke-min. \*Department of Radiology, Ruijin Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200025, China

**【Abstract】** Objective To compare the two liver volume measurements using multi-slice spiral CT (MSCT) for clinical reference. Methods Twenty-four patients with hepatic disease awaiting orthotopic liver transplantation underwent multiphase MSCT of the upper abdomen. Liver volumes using two measurements (manual volume measurement and semi-automated volume measurement) before transplantation were compared with the actual liver volume (ALV) measured during transplantation by means of water displacement. Both measurements were timed. Correlation coefficient, one way ANOVA and Bland-Altman tests were used for statistical analysis. Results The mean liver volume estimated with the manual method and the semi-automated method were (1360 ±157) cm<sup>3</sup> and (1345 ±152) cm<sup>3</sup>, respectively. The actual liver volume was (1307 ±153) cm<sup>3</sup>. There was no significant difference between the volumes measured using the three methods (F = 0.032, P > 0.05). For all the patients, there was significant correlation between liver volume measured by MSCT and the actual liver volume. There was a good correlation between the liver volume measured by manual method and the actual liver volume (r = 0.976, P < 0.05), so did the correlation between the liver volume measured by semi-automated method and the actual liver volume (r = 0.987, P < 0.05). And the semi-automated method took much shorter time [(9.2 ±1.8) min] compared with the manual method [(23.2 ±5.8) min]. Conclusion Semi-automated method provided acceptable measurements for liver volume.

**【Key words】** Liver transplantation; Tomography, X-ray computed; Comparative study

肝体积(liver volume, LV)是评价肝脏大小的定量数据, 具有许多重要的临床应用价值。肝体积的变化可以反映急慢性肝病的预后, 用于制定肝脏肿瘤切除方案, 且近年来随着活体肝移植的开展, 肝移植术前肝体积的准确测量是手术成功的关键因素之一, 也成为国内外学者研究的热点<sup>[1-3]</sup>。移植肝过小会导致受体原发性肝功能不良或失去功能的概率增

加, 移植肝过大会导致移植肝灌注不良、肝脏血管栓塞<sup>[1,4]</sup>、腹腔关闭困难及呼吸受压<sup>[5]</sup>。通过术前测量肝脏体积, 则可使移植植物与受体腹腔吻合, 减少并发症发生的概率<sup>[6]</sup>。笔者通过对 24 例原位肝移植受体术前行多层螺旋 CT(MSCT) 多期扫描, 比较手动法及半自动法测量肝脏体积的准确性。

## 资料与方法

### 一、研究对象

笔者搜集 2005 年 2 月至 2007 年 11 月期间, 上海交通大学医学院附属瑞金医院原位肝移植受体 24 例, 在术前 2 个月内行多期 MSCT 增强扫描。其

基金项目: 上海市科技计划基金资助项目(064119525)

作者单位: 200025 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科(李卫侠、林晓珠、柴维敏、陈克敏), 器官移植中心(陈拥军、沈柏用、彭承宏)

中男 21 例,女 3 例,年龄 4 ~62 岁,平均 44 岁。乙型病毒性肝炎后肝硬化并发肝癌 10 例,乙型病毒性肝炎后肝硬化失代偿 8 例,急性重型肝炎 1 例, Wilson 病所致肝硬化 1 例,胰腺癌肝转移 1 例,肝淀粉样变 1 例,肝内多发结石伴肝纤维化 1 例,肝内胆管反复感染伴梗阻性黄疸 1 例。

## 二、CT 扫描方法

采用 GE Lightspeed 16 层螺旋 CT 机对所有患者行腹部 CT 平扫及增强扫描。管电压 120 kV,管电流 250 ~270 mAs,螺距 1.375, X 线管旋转速度 0.8 s/r,手动法重建层厚 5.00 mm(层距 5.00 mm),半自动法重建层厚 2.50 mm(层距 1.25 mm)。增强扫描采用高压注射器经肘静脉注入对比剂碘海醇(300 mg I/ml),剂量为 1.5 ml/kg,注射流率为 3 ml/s。动脉期采用智能扫描 Smart Prep 软件动态监测腹主动脉(腹腔动脉干水平)内 CT 值变化来决定动脉期开始扫描的时间,从头侧向足侧扫描;门静脉期在动脉期开始扫描后 30 ~40 s 开始扫描,从足侧向头侧扫描;肝静脉期在动脉期扫描后 60 ~80 s 开始扫描,从足侧向头侧扫描。肝体积的测量使用门静脉期图像。

## 三、图像后处理及肝脏体积测量

将原始数据传输至工作站使用 AW 4.2 版本进行肝脏体积的测量。

1. 手动法:使用鼠标逐层将肝脏轮廓描出,由计算机软件通过自动计算得出各层面轮廓线之内的像素数目,得出肝脏的横断面积,各层面肝脏面积乘

以层厚再累加即为肝脏总体积<sup>[3,7]</sup>(图 1 ~4)。

2. 半自动法:(1)使用鼠标每隔数层将肝脏轮廓描出,由计算机软件根据肝脏解剖位置及肝脏密度将所绘层面自动向下延伸。(2)根据软件中的“add”和(或)“remove”功能对肝脏体积进行微调,获得精确的肝脏三维模型。(3)进入测量程序自动测量肝脏体积。在未知实际肝体积(ALV)的情况下,观察者 1 个月后重复测量(图 5 ~8)。

3. 水测法:24 例受体均在肝移植术中去除胆囊、肝门结构和附属韧带后进行肝脏称重及水置换法测量肝脏体积,并计算 2 种 CT 测量方法所测肝体积( $V_e$ )与 ALV 的测量误差( $E_r$ ), $E_r = (V_e - ALV) / ALV \times 100\%$ <sup>[11]</sup>。

## 四、统计学方法

使用 SPSS 11.5 统计软件,对手动法、半自动法所测肝体积与 ALV 分别进行相关分析、单因素方差分析及 Bland-Altman 检测<sup>[8]</sup>,以比较 2 种方法所测肝体积与 ALV 的差值及 95% 可信区间,并进行吻合限分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

24 例患者手动法所测肝体积为  $(1360 \pm 157) \text{ cm}^3$ ,半自动法所测肝体积为  $(1345 \pm 152) \text{ cm}^3$ ,ALV 为  $(1307 \pm 153) \text{ cm}^3$ ,差异无统计学意义( $F = 0.032, P > 0.05$ )。手动法所测肝体积与 ALV 的差值为  $54.0 \text{ cm}^3$ (95% 可信区间为  $-17.2 \sim 125.1 \text{ cm}^3$ ,吻合限为  $-282.8 \sim 390.8 \text{ cm}^3$ ),半自动

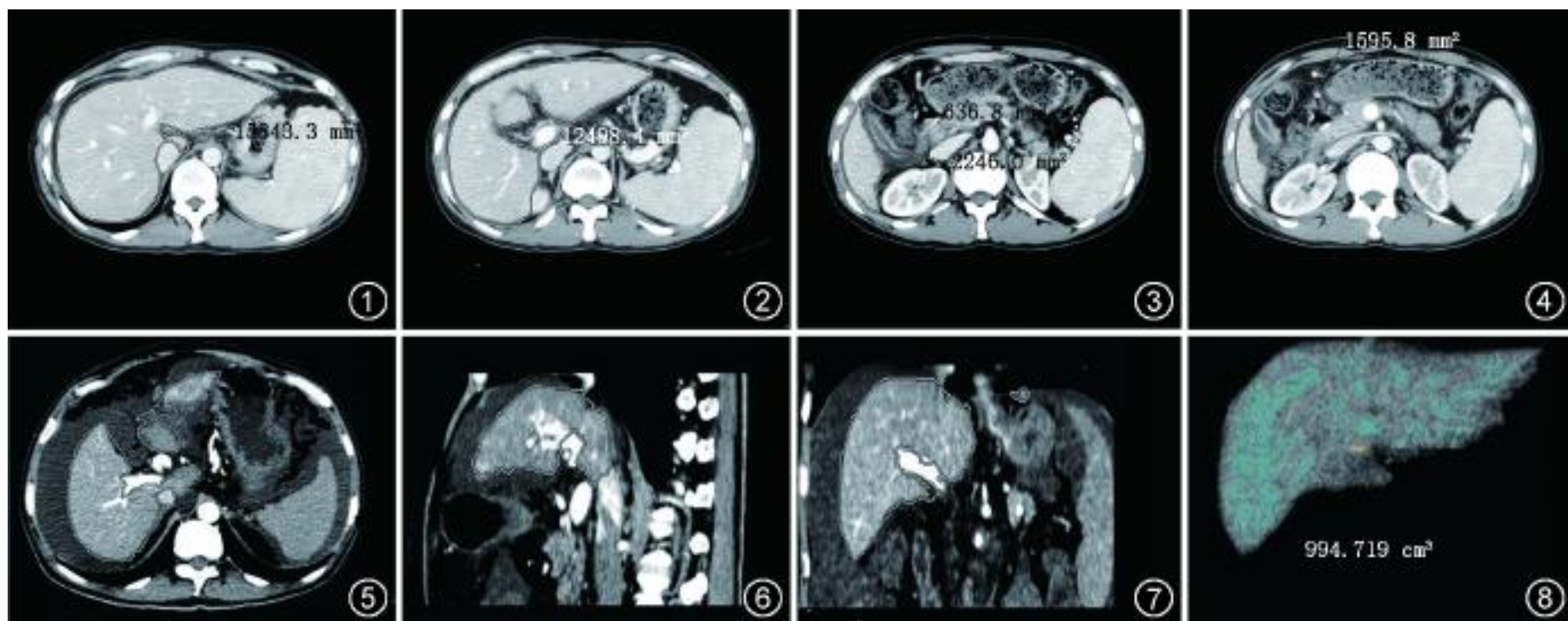


图 1 ~4 为同一患者的手动法肝体积测量图像,图中曲线是手动用鼠标逐层将肝脏轮廓描出,图中数据是由计算机软件通过自动计算出各层面轮廓线之内的像素数目,得出的肝脏横断面积。图 5 ~8 为同一患者的半自动法肝体积测量图像,图 5 为每隔数层使用鼠标将肝脏轮廓描出 1 幅。图 6,7 为利用软件对肝脏体积进行微调的图像,曲线勾勒出肝脏矢状面与冠状面时肝体积的轮廓。图 8 为测量程序自动测量肝脏体积,并获得肝脏三维模型。

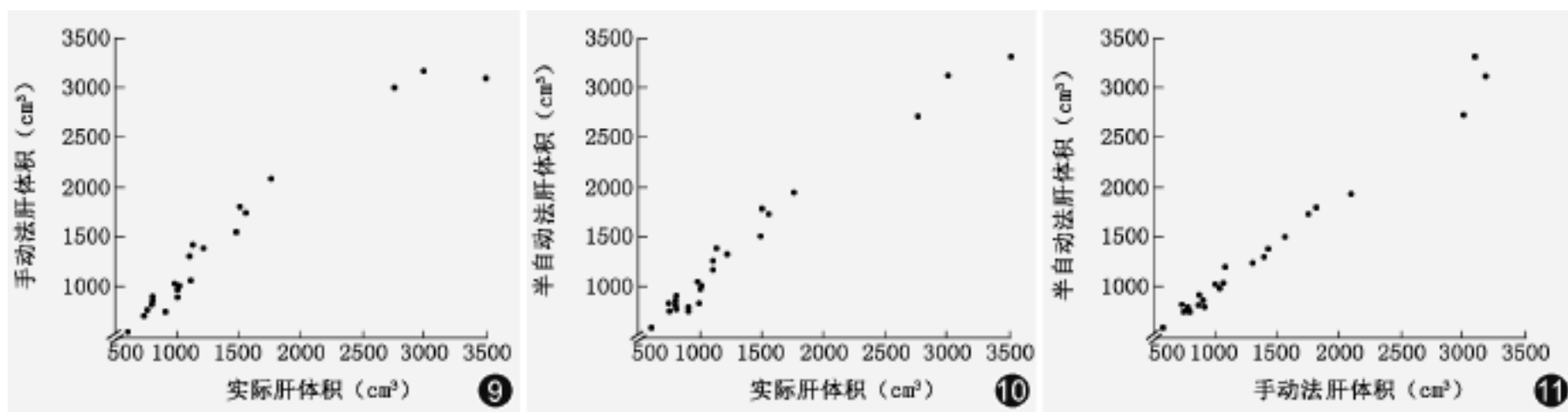


图9 24例原位肝移植受体手动法所测肝体积与实际肝体积的散点图( $r=0.976, P<0.05$ ) 图10 24例原位肝移植受体半自动法所测肝体积与实际肝体积的散点图( $r=0.987, P<0.05$ ) 图11 24例原位肝移植受体手动法所测肝体积与半自动法所测肝体积的散点图( $r=0.993, P<0.05$ )

法所测肝体积与 ALV 的差值为  $38.2 \text{ cm}^3$  (95% 可信区间为  $-13.0 \sim 89.5 \text{ cm}^3$ , 吻合限为  $-204.6 \sim 281.0 \text{ cm}^3$ )。手动法和半自动法测肝体积所需时间分别为  $(23.2 \pm 5.8) \text{ min}$  和  $(9.2 \pm 1.8) \text{ min}$ 。手动法、半自动法所测肝体积与 ALV 有明显的相关性 ( $r$  值分别为  $0.976$  和  $0.987$ ,  $P$  值均  $<0.05$ )，手动法与半自动法测肝体积也有明显的相关性 ( $r=0.993$ ,  $P<0.05$ ) (图9~11)。手动法所测肝体积与 ALV 的  $E_r$  为  $-18\% \sim 25\%$ , 中位数为  $4.56\%$ ; 半自动法所测肝体积与 ALV 的  $E_r$  为  $-17\% \sim 20\%$ , 中位数为  $2.19\%$ 。

## 讨 论

常用的肝脏体积测量方法包括水测法及采用超声、单光子发射型计算机断层成像 (SPECT)、CT 和 MRI 进行测量, 其中水测法被公认为测量肝脏体积的金标准。自 1979 年 Heymsfield 等<sup>[9]</sup> 首先报道使用 CT 测量肝体积以来, 一系列 CT 测量肝体积的研究应用于临床, 并在体内外的研究中均显示了较高的准确性。以往 CT 测量肝脏体积多为手动法测量, 该方法有较好的准确性和较高的可重复性, 但费时较长<sup>[7]</sup>。

为简化肝体积测量程序, 本研究采用了半自动法进行肝体积测量, 结果显示, 本方法所测肝体积与 ALV 之间有明显相关性, 且与 ALV 的吻合程度较好。与手动法相比, 半自动法肝体积测量的最大优点在于测量速度有所提高。手动法需逐层手工描绘肝脏边缘, 是机械、冗长的重复过程, 所需时间取决于处理图像层数, 尤其目前 MSCT 薄层扫描产生大量图像, 使处理时间大为增加。半自动法所需时间仅为手动法的  $1/4$ , 大大减少了放射科医师的工作量。

本研究中尚存在以下缺点: 邻近组织 (如心脏、胃、右肾等) 与肝组织密度相似, 由于部分容积效应的影响, 导致肝脏边界区分错误; 另外, 由于受体肝脏有着各种各样的肝脏疾病, 导致肝脏形态失常, 肝边界不规则, 部分患者有明显侧支循环形成或有大量腹水, 均导致肝体积测量难度加大, 时间延长。

肝移植作为急慢性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。通过术前测量肝脏体积, 可使移植体与受体腹腔吻合, 减少并发症。由于急性肝功能衰竭、肝硬化、肝癌等各种不可逆肝脏疾病的增加导致供肝需求量急剧增加, 而供肝来源却严重不足, 均迫使外科医师开展活体肝移植来弥补供肝缺乏的问题。活体肝移植最基本的手术原则之一是既要使切取的肝移植体满足受体需要, 又要保留足够的肝脏以保证供体术后对肝功能的需要, 受体至少要获得原标准肝体积的  $40\%$ , 供体至少保留原肝体积的  $35\%$ <sup>[7, 10-11]</sup>。CT 术前准确测量肝脏及肝叶体积, 对于术前正确地评估供体与受体是否有足够的肝脏体积及选择合适的供体具有十分重要的临床意义。

综上所述, MSCT 半自动法测量肝脏体积提高了测量速度, 减少了放射科医师的工作量, 在肝移植术前评估中发挥着重要作用。

志谢 感谢徐学勤、刘玉、谢洁林和邵丹丹在资料收集方面给予的帮助, 感谢谢昭华、董海鹏、施卫平、吴振芳、刘霍是、吴梦雄和常蕊在 CT 扫描方面给予的帮助

## 参 考 文 献

- [1] Salvalaggio PR, Baker TB, Koffron AJ, et al. Liver graft volume estimation in 100 living donors: measure twice, cut once. *Transplantation*, 2005, 80: 1181-1185.
- [2] 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. *中华放射学杂志*, 2004, 38: 291-294.
- [3] Nakayama Y, Li Q, Katsuragawa S, et al. Automated hepatic

- volumetry for living related liver transplantation at multisection CT. *Radiology*, 2006, 240:743-748.
- [ 4 ] Shirabe K, Shimada M, Gion T, et al. 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.
- [ 5 ] Redvanly RD, Nelson RC, Stieber AC, et al. Imaging in the preoperative evaluation of adult liver-transplant candidates: goals, merits of various procedures and recommendations. *AJR*, 1995, 164: 611-617.
- [ 6 ] Lee VS, Morgan GR, Teperman LW, et al. MR imaging as the sole preoperative imaging modality for right hepatectomy: a prospective study of living adult-to-adult liver donor candidates. *AJR*, 2001, 176: 1475-1482.
- [ 7 ] Kamel IR, Raptopoulos V, Pomfret EA, et al. Living adult right lobe liver transplantation: imaging before surgery with multidetector multiphase CT. *AJR*, 2000, 175: 1141-1143.

- [ 8 ] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, 1: 307-310.
- [ 9 ] Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, et al. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med*, 1979, 90: 185-187.
- [ 10 ] Lin XZ, Sun YN, Liu YH, et al. Liver volume in patients with or without chronic liver diseases. *Hepatogastroenterology*, 1998, 45: 1069-1074.
- [ 11 ] Soyer P, Roche A, Elias D, et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: influence of hepatic volumetric analysis on surgical decision making. *Radiology*, 1992, 184: 695-697.

(收稿日期:2007-10-09)

(本文编辑:张晓冬)

## · 读片集萃 ·

### 卵巢非特异性类固醇细胞瘤一例

张爱军 赵蕊 杨明

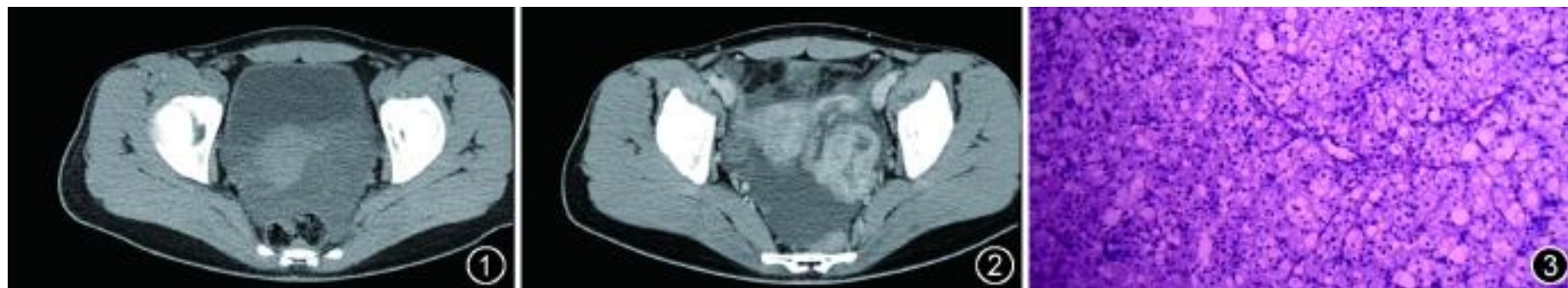
患者 女,25岁。闭经3个月,发现左下腹包块。妇科检查:左附件区可触及1个直径约8.0cm的包块,边界清楚,活动可,有轻触痛。后穹窿穿刺抽出10ml淡黄色液体,细胞学检查未查到恶性肿瘤细胞。

B超:左附件区可见大小为5.0cm×4.7cm的实性肿物,边界清,其内呈较均匀致密高回声,内部探及血流信号。CT平扫左附件区可见低密度略不均影,CT值为15~25HU,病灶与周围积液不能区分(图1)。增强扫描后动脉期病灶呈轻中度不均强化,CT值为39~50HU,边缘模糊可辨,呈分叶状。静脉期病灶明显强化,CT值为77~107HU,边缘清楚,中心可见不规则斑片状低密度区(图2)。延迟扫描期病灶中心原低密度区呈相对均匀高密度,而周围明显强化区呈相对低密度。影像诊断:左卵巢实性肿物。

手术病理表现:左卵巢大小为6.0cm×6.0cm×5.4cm,表面光滑,呈灰白色,质韧。术中可见淡黄色腹水300ml。病理大体所见:左卵巢肿物呈金黄色,附大部分包膜,质软,有多个突起,大小为

5.0cm×3.5cm×3.0cm,切面呈金黄色分叶状,质细。镜下见细胞弥漫,呈多边形,部分胞质淡染、丰富,部分胞质较空。部分区域肿瘤细胞向包膜浸润生长(图3,HE×100)。病理诊断:左卵巢非特异性类固醇细胞瘤。

说明:非特异性类固醇细胞瘤是一种极少见的肿瘤。CT平扫病灶呈较低密度影,近似于水,CT值为15~25HU,与该肿瘤细胞胞质内富含脂质有关。增强扫描见病灶明显强化,表明肿瘤内富含毛细血管网和血窦结构。本病主要与畸胎瘤未见高密度钙化或骨化的肿瘤鉴别:前者病史有男性化体征,CT平扫似水样密度,边界不清,增强明显强化;后者肿瘤内仅见低密度的脂肪和中等密度的软组织,瘤内可见到上方为脂肪下方为液体所形成的脂-液平面,脂-液平面可随体位变动而改变。总之,单侧发生的低密度肿瘤,CT平扫似水密度,边界不能分辨,增强扫描呈明显强化,且边缘清楚,患者为育龄期妇女,有男性化体征者应考虑本病的可能。



(收稿日期:2008-01-14)

(本文编辑:张晓冬)