

•肿瘤介入 Tumor intervention•

子宫肌瘤数字化三维动脉血管网的构建和意义

陈春林, 徐玉静, 刘萍, 欧阳振波, 许乙凯, 毛东瑞, 段慧,
祝江红, 王建平, 任道坤, 昌仁民, 唐雷, 钟世镇

【摘要】目的 探讨构建基于 CTA 数据的子宫肌瘤数字化三维动脉血管网的方法,并通过其观察肌瘤的血供来源和血供分布类型。**方法** 选取子宫肌瘤患者 64 例行双源 CTA 扫描,获取 CT 原始图像后利用 Mimics10.01 软件对子宫肌瘤动脉血管网进行数字化三维重建,并作分析。**结果** (1)构建了 64 例患者的子宫肌瘤数字化三维动脉血管网,可清晰的显示盆腔大动脉、子宫动脉及肌瘤的主要供血血管和血供分布情况。(2)患者肌瘤的血供来源分别为子宫动脉(81.25%)、子宫动脉和单侧卵巢动脉(10.9%)、子宫动脉和双侧卵巢动脉(4.69%)及卵巢动脉(3.1%)。(3)子宫肌瘤血供的分布类型可分为 4 型:① I 型:一侧动脉供血为主型(一侧子宫动脉伴/不伴同侧卵巢动脉的供血量显著超过子宫肌瘤瘤体的 1/2),占 35.9%(23/64);② II 型:双侧动脉供血均衡型(双侧子宫动脉伴/不伴同侧卵巢动脉的供血量分别约为子宫肌瘤瘤体的 1/2),占 53.1%(34/64);③ III 型:单纯一侧子宫动脉供血型,占 7.8%(5/64);④ IV 型:卵巢动脉供血型,占 3.1%(2/64)。**结论** 利用 CTA 和重建软件可以构建出数字化三维的子宫肌瘤动脉血管网,并可进行血供来源及分布的分析,为手术方案的制定和临床教学提供参考。

【关键词】 子宫肌瘤;血管网;动脉栓塞术;数字化;血供

中图分类号:R737.33 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2012)-01-0035-05

The construction of digital 3D arterial vascular network of uterine leiomyomas and its clinical significance CHEN Chun-lin, XU Yu-jing, LIU Ping, OUYANG Zhen-bo, XU Yi-kai, MAO Dong-rui, DUAN Hui, ZHU Jiang-hong, WANG Jian-ping, REN Dao-kun, CHANG Ren-min, TANG Lei, ZHONG Shi-zhen. Department of Obstetrics and Gynecology, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Corresponding author: LIU Ping, E-mail: lpiwy@126.com

【Abstract】Objective To discuss the method of constructing digital 3D arterial vascular network of uterine leiomyomas based on the CTA data, by which to lay the fundamental work for the observation of the origin and distribution of hystero-myomas blood supply. **Methods** A total of 64 cases of uterine leiomyomas were enrolled in this study. Dual-source CT angiography was performed in all the patients, and the CTA original images were obtained. By using Mimics10.01 software the digital 3D arterial vascular network of uterine was reconstructed. The reconstructed models were analyzed. **Results** (1) The constructing process of arterial vascular network was successfully accomplished in all 64 patients. The pelvic main arteries, the uterine arteries and tumor-feeding arteries as well as the blood distribution type were clearly demonstrated on the reconstructed images. (2) The origins of hystero-myoma blood supply included uterine artery (81.25%), uterine artery and unilateral ovarian artery (10.94%), uterine artery and bilateral ovarian artery (4.69%) and ovarian artery (3.12%). (3) Distribution pattern of blood supply of uterine leiomyomas could be divided into 4 types: ① Type I. The unilateral arterial blood supply dominant type (unilateral uterine artery with or without ipsilateral ovarian arterial, providing more than 1/2 blood supply of hystero-myomas), which accounted for 35.94% of all patients (23/64); ② Type II. The bilateral arterial blood supply balanced type (bilateral uterine artery with or without ipsilateral ovarian artery, providing about 1/2 blood supply of hystero-myomas), which accounted for 53.13% of all patients (34/64); ③ Type III. The unilateral uterine artery was the main

基金项目:国家自然科学基金(30970762);广东省自然科学基金(10151051501000102);广东省自然科学基金(S2011010003830)
作者单位:510515 广州 南方医科大学,南方医院妇产科(陈春林、徐玉静、刘萍、欧阳振波、毛东瑞、段慧、祝江红),影像中心(许乙凯、王建平、任道坤、昌仁民),解剖学研究所(唐雷、钟世镇)
通信作者:刘萍 E-mail: lpiwy@126.com

blood supply of uterine leiomyomas, which accounted for 7.81% of all patients (5/64); ④ Type IV. The ovarian artery was the main blood supply of uterine leiomyomas, which accounted for 3.13% of all patients (3/64). **Conclusion** Based on CTA data and with the help of reconstruction software, the digital 3D arterial vascular network of uterine leiomyomas can be successfully established, which can be used to determine the source of the blood supply, to observe the blood distribution of hysteromyomas and to provide useful reference for the making of therapeutic plan and for the teaching in clinical practice. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 35-39)

【Key words】hysteromyoma; vascular network; arterial embolization; digitization; blood supply

子宫肌瘤是最常见的女性生殖系统肿瘤,育龄女性的罹患率约为 25%^[1],因其可导致月经量增多、痛经和不孕等问题而一直备受重视。目前子宫肌瘤的治疗方法包括子宫肌瘤摘除术、子宫动脉栓塞术(uterine artery embolization, UAE)和全子宫切除术等。虽然 UAE 具有很好的近期和远期疗效且能成功地保留患者的子宫及生育能力^[2-3],但随着该技术的推广和发展,许多新的困难和问题也逐渐引起人们的重视:如何在术前确定肌瘤的血供来源、栓塞剂分配到双侧子宫动脉的比例和最佳的球管倾斜角度等。子宫肌瘤摘除术中如何判断肌瘤血供的来源从而减少术中出血问题也同样值得关注。传统的子宫肌瘤血管网的研究主要通过数字减影血管造影(DSA)进行,但是其为二维图像且为有创检查,很难开展大规模研究。随着三维重建技术的推广和应用,基于 CTA 数据的数字化技术在肝脏、脑部等疾病及骨盆的三维重建中取得了诸多进展^[4-6],对肝癌的动脉化疗和血管瘤的介入治疗等起到指导作用,鉴于此,我们利用数字化三维重建技术成功构建出子宫肌瘤的动脉血管网,并对其进行分析,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象

选取自 2009 年 8 月至 2010 年 11 月于我院就诊的子宫肌瘤患者 64 例。患者平均年龄 39 岁(22~52 岁),其中黏膜下肌瘤 4 例,肌壁间肌瘤 58 例,浆膜下肌瘤 2 例,多发性子宫肌瘤 27 例。64 例中 60 例已婚已孕,4 例未孕。1 例于 2004 年因子宫肌瘤行双侧子宫动脉栓塞术后复发,4 例有剖宫产史,其他患者无盆腔手术史。CTA 扫描前签署相关知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 CT 原始数据的采集 检查前禁食 4~6 h,未予其他特殊处理。扫描时患者取仰卧位,扫描范围

从第 4 腰椎下缘至股骨上段。先行常规平扫(平扫期),再应用对比剂示踪法(bolus tracking),在腹主动脉搏分叉上缘层面选择感兴趣区(region of interest, ROI)动态监测 CT 值,设定当 ROI 内 CT 值达到 100 Hu 时自动触发扫描(动脉期)。扫描条件:管电压 120 kV,管电流 320 mA,扫描层厚 5 mm,层间距 5 mm。造影时经患者右侧肘正中静脉先以 4 ml/s(A 筒)流率用双筒高压注射器注射对比剂(1 ml/kg),再以 2.0 ml/s(B 筒)追注生理盐水 20 ml。最后将各期图像进行拆薄至层厚为 1.0 mm,刻碟保存。所用设备:德国西门子公司生产的双源 CT(SOMATOM Definition),优维显(370 mgI/ml,德国先灵广州药业有限公司)及双筒高压注射器。

1.2.2 子宫肌瘤数字化三维动脉血管网的构建 根据我们前期研究所得出的女性盆腔动脉三维重建方法对子宫肌瘤动脉血管网进行数字化三维重建。首先将动脉期的 Dicom 数据集导入 Mimics 软件中,经自动定位图像、组织图片、内插值处理后,根据动脉血管网的显示情况,设定重建阈值为 163~1 678 Hu。进一步经区域增长(region growing)、蒙罩编辑(edit masks)、布尔运算(Boolean operations)等生成单独盆腔动脉血管网蒙罩,经三维重建构建出完整的盆腔数字化三维动脉血管网^[7]。然后将平扫期的 Dicom 数据集导入 Mimics 软件中,设定重建阈值为 200~1 593 Hu,经区域增长后直接重建出完整的骨盆数字化三维模型^[8]。最后将构建好的数字化三维动脉血管网(MCS 格式)导入(import STL)到骨盆数字化三维模型(STL 格式)中,并用复位(reposition)工具进行配准。将配准融合好的子宫肌瘤数字化三维动脉血管网分别以 BMP 和 AVI 格式的形式导出为图片和动画并保存。

1.2.3 子宫肌瘤血供分布类型的判定标准 根据数字化三维重建的双侧子宫肌瘤动脉血管网的血管直径大小和分支形成的血管浓密程度将子宫肌瘤的血供分为 4 型:I 型(一侧动脉供血为主型):

一侧子宫动脉伴/不伴同侧卵巢动脉的供血量显著超过子宫肌瘤瘤体的 1/2。Ⅱ型(双侧动脉供血均衡型):双侧子宫动脉伴/不伴同侧卵巢动脉的供血量分别约为子宫肌瘤瘤体的 1/2。Ⅲ型(单纯一侧子宫动脉供血型):子宫肌瘤的血供全部源自一侧子宫动脉,且卵巢动脉不参与供血。Ⅳ型(卵巢动脉供血型):子宫肌瘤的主要由双侧或单侧卵巢动脉供血,子宫动脉参与或不参与肌瘤的血供。

2 结果

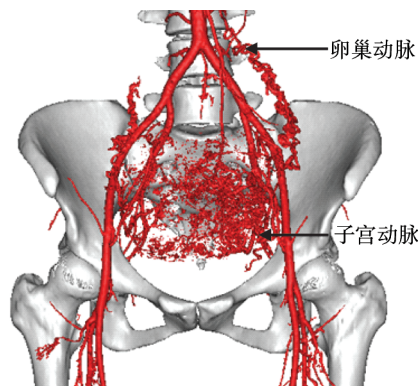
2.1 子宫肌瘤动脉血管网的数字化三维重建

依据子宫肌瘤患者的 CTA 数据集,借助专业建模软件 Mimics,构建的子宫肌瘤数字化三维动脉血管网显示了肌瘤的供血血管和供血分布类型等,同时以数字化三维骨盆模型为背景,更加清晰地显示肌瘤的位置和大小。通过其可以分辨出子宫的一级、二级和三级动脉,部分患者可以显示肌瘤的内部血管网,而且可以通过操作调节血管网的浓密程度,从而根据不同需求显示不同级别的血管分支。多数子宫肌瘤都有网状的血管网分布于肌瘤表明,肌瘤血管的分支垂直进入肌瘤内部为肌瘤供血。构建的血管形态逼真,且可以三维旋转,能够从不同角度观察血管的分叉、走行和分支。

2.2 子宫肌瘤的血供来源

本研究共 64 例子宫肌瘤患者中,有 52 例(81.3%)子宫肌瘤血供来源于子宫动脉。有 12 例(18.8%)患者可见螺旋下行的卵巢动脉,且卵巢动脉多较粗大并参与肌瘤的供血。本组病例显示肌瘤由子宫动脉供血 52 例(81.3%),子宫动脉伴单侧卵

巢动脉供血 7 例(10.9%),子宫动脉伴双侧卵巢动脉供血 3 例(4.7%),卵巢动脉供血 2 例(3.1%)。特殊病例:①双侧卵巢供血:1 例巨大黏膜下子宫肌瘤患者的卵巢动脉直径约为子宫动脉的 10 倍,成为供应子宫和肌瘤的主要血管;②双侧子宫动脉栓塞术后复发(图 1):患者在 2004 年因多发性子宫肌瘤行双侧子宫动脉栓塞术,术后因复发 2 次行肌瘤剔除术,现肌瘤再次复发。三维重建可见 2 条粗大的卵巢动脉供应子宫和肌瘤,双侧的子宫动脉对子宫有血流供应,但主要供应子宫的下段。



可见肌瘤血供主要来源于双侧卵巢动脉和左侧子宫动脉供应肌瘤血供。子宫和肌瘤血管网杂乱,肌瘤表面血管网无明显规律

图 1 子宫肌瘤介入术后改变

2.3 子宫肌瘤的血供分布类型

子宫肌瘤血供分布的 4 种类型中以Ⅱ型(双侧动脉供血均衡型)占最多,34 例(53.1%),其次是Ⅰ型(一侧动脉供血为主型),23 例(35.9%),Ⅲ型(单纯一侧子宫动脉供血型)和Ⅳ型(卵巢动脉供血型)分别为 5 例(7.8%)和 2 例(3.1%) (图 2)。

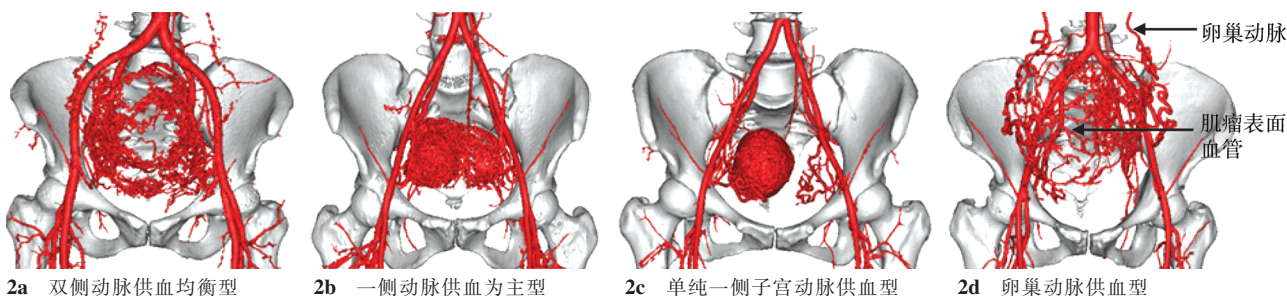


图 2 子宫肌瘤的血供类型

3 讨论

3.1 子宫肌瘤动脉血管网的三维重建方法

随着对手术的精确度和个体化治疗要求的提高,作为手术治疗基础和依据的子宫肌瘤动脉血管网的精细研究已经成为重点。较早的对于血管的研

究主要通过尸体解剖、彩色多普勒超声等,由于这些方法取材有限或无法三维成像,在肌瘤供血动脉血管网研究中的应用价值有限。目前常用的动脉血管网的构建方法还有 DSA 和 MR 血管成像术(MRA)。DSA 在显示子宫动脉的起源、走行和肌瘤的血供等方面具有一定的优势^[9],但是该方法为有创操作且

费用较高。目前在 UAE 术中采用 DSA 进行造影,术者要求术前对患者肌瘤的供血来源进行判断并进一步确定栓塞血管和插管角度。如果因为造影位置低或对比剂注射剂量不够而无法完全显示肌瘤的供血动脉,则需要再次造影,这将增加辐射剂量、增加对比剂用量及其所致不良反应风险和增加手术时间。DSA 为二维图像,无法进行三维重建,若想从不同角度对子宫动脉和肌瘤血管进行研究需从不同角度反复摄影,对患者的辐射损伤也将增大。

MRA 是通过注射或不注射对比剂对动脉血管进行研究的方法。Mori 等^[10]对比了非增强 MRA 与 DSA 的子宫动脉起源显示率,结果提示在 MRA 中有 97% 子宫动脉起源显示清晰,而且 MRA 发现了 5 例患者的卵巢动脉参与子宫肌瘤的供血,作者认为非增强 MRA 可为 UAE 提供关于子宫动脉和卵巢动脉的可靠信息。但是 MRA 造影序列复杂且时间长,子宫动脉和肌瘤的血管显像不清,而且也无法详细分析对肌瘤的血供分配情况^[11]。

Mclucas 等^[12]曾对 12 例 UAE 术后临床症状未改善的子宫肌瘤患者行 CTA 造影,发现其中 8 例失败是因为 UAE 术后子宫肌瘤仍有来自单侧或双侧子宫动脉、卵巢动脉的血供,作者认为 CTA 在显示子宫肌瘤的血供来源方面有很高的准确性和实用性。我们利用 CTA 数据重建的子宫肌瘤数字化三维动脉血管网,构建操作简单、时间较短且图像清晰,能够真实的再现患者的肌瘤血供情况。而且血管网立体感强,能够从各个角度观察各条血管及其分支,一次造影即可观察卵巢动脉、髂内动脉、子宫动脉和肌瘤血管网等不同层次的血管。

3.2 子宫肌瘤血供来源的研究

子宫肌瘤的血供主要来自子宫动脉,单纯子宫动脉供应子宫肌瘤的比率从 94.2% ~ 100%^[9,13,14]。但我们报道的卵巢动脉参与子宫肌瘤供血的比率明显大于其他研究,共有 12 例患者发现卵巢动脉,其中 2 例肌瘤血供完全来源于卵巢动脉。这可能与以往的子宫肌瘤供血来源的研究主要通过 DSA 完成,而 DSA 造影受对比剂的注射量、注射速度的影响。White 等^[14]对 1 072 例子宫肌瘤患者行主动脉 DSA 造影,仅发现有 0.8% 卵巢动脉参与子宫的血供。而这些患者中选择性的行卵巢动脉造影,则证实有 62 例(5.8%)患者的卵巢动脉参与子宫供血。作者认为主动脉造影在发现肌瘤的卵巢动脉供血方面帮助不大,并且在卵巢动脉供血程度方面的预测性也很小,因此在 UAE 中的应用有限。由此我们认为子宫

肌瘤数字化三维血管网可以发现常规 DSA 造影所不能发现的卵巢动脉或其他异常血供,为 UAE 术前判断肌瘤的血供来源提供参考。

子宫肌瘤的血供来源将影响治疗方式的选择,如果肌瘤血供来源于子宫动脉,则可选择行子宫肌瘤剔除术、UAE 或全子宫切除术。但是如果子宫肌瘤的血供部分或完全来源于卵巢动脉或其他异常血管,术者就要根据是否还有生育要求和病史判断患者是否适宜行 UAE。因为 UAE 中若有卵巢动脉参与肌瘤供血,选择行卵巢动脉栓塞术(OAE)可能会对年轻女性生育能力和卵巢功能产生影响^[15-16],而单纯栓塞子宫动脉又不能达到阻断肌瘤血供的效果。因此基于 CTA 数据的子宫肌瘤血管网三维重建可以在患者术前通过对子宫肌瘤的供血来源进行判断,从而为患者治疗方式的选择提供参考,而不是像 DSA 一样在进行了有创的插管操作后再评估患者是否能够行 UAE,并且对预测治疗后的疗效和有效预防对卵巢的损伤具有极其重要的意义。

3.3 子宫肌瘤血供分布的研究

本研究中有 2 例子宫动脉不参与肌瘤供血,其他患者中肌瘤血供分布以双侧动脉供血均衡型为主,占 53.1%,其次为一侧动脉供血为主型,单纯一侧子宫动脉供血型最少,占 7.8%。曾北蓝等^[9]对 156 例子宫肌瘤动脉内 DSA 影像学特点进行肌瘤血供的分析,其将子宫肌瘤的血供分布只分了 3 种类型:I 型(一侧子宫动脉供血为主型)、II 型(双侧子宫动脉供血为主型)、III 型(单纯一侧子宫动脉供血型),类似本研究血供分布的前 3 种类型,其结果为 I 型占 53.2%、II 型占 34.6%、III 型占 12.2%。另外一项 1 151 例通过 DSA 观察子宫肌瘤血供分布的多中心研究中,双侧优势型约占 65.3%、单侧优势型约占 24.7%、单侧供血型约占 10.1%^[17]。以上研究有较大差异,这可能与都是以 DSA 图像为基础有关。首先,DSA 对卵巢动脉的显示率低,这些作者仅将子宫肌瘤的血供分布分为 3 型,而缺乏本研究中的卵巢动脉供血型,因此在每型所占比率方面有一定差异。其次,DSA 造影是先后分别在两侧的髂内动脉或子宫动脉造影,结果受对比剂的注射剂量、注射压力、一侧子宫动脉栓塞后子宫和肌瘤血管内血流动力学改变等因素的影响。而在我们的研究中,双侧子宫动脉的血流速度、对比剂的浓度相同,能够同步显示整个盆腔的血供情况,而且通过 Mimics 专业软件提供的各种测量工具,可以精确测量生理状态下肌瘤和子宫的血容量,能够更加准确的观察

肌瘤的血供分布,为将来 UAE 中栓塞剂的分配提供参考。

此外,我们得到的子宫肌瘤动脉血管网数字化三维模型也为放射和介入医师提供了新的学习方法和途径。由于 UAE 手术操作时插管角度的选择和导丝进入动脉的长度等个体化强,数字化模型为解决这些问题和 UAE 仿真手术的建立提供了平台。

[参考文献]

- [1] Yoon SW, Kim KA, Kim SH, et al. Successful magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery for recurrent uterine fibroid previously treated with uterine artery embolization[J]. *Obstet Gynecol Int*, 2010, [epub 2010, Aug 16].
- [2] Deuk KM, Seok LH, Hwa LM, et al. Long-term results of symptomatic fibroids treated with uterine artery embolization: In conjunction with Mr evaluation[J]. *Eur J Radiol*, 2010, 73: 339 - 344.
- [3] Cura M, Cura A, Bugnone A. Role of magnetic resonance imaging in patient selection for uterine artery embolization [J]. *Acta radiol*, 2006, 47: 1105 - 1114.
- [4] Fang CH, Xie AW, Chen ML, et al. Application of a visible simulation surgery technique in preoperation planning for intrahepatic calculi[J]. *World J Surg*, 2010, 34: 327 - 335.
- [5] 宋小磊, 欧阳振波, 陈春林, 等. 女性盆腔三维数字化模型构建的方法及其意义[J]. *中华妇产科杂志*, 2011, 46: 216 - 218.
- [6] 林宇宁, 李 辉, 杨熙章, 等. 糖尿病患者胰背动脉影像解剖的 CTA 与 DSA 对照研究[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20: 141 - 145.
- [7] 陈春林, 宋小磊, 余艳红, 等. 基于 CTA 的女性在体盆腔动脉血管网数字化三维模型构建的意义[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2011, 27: 276 - 279.
- [8] 刘 萍, 余艳红, 陈春林, 等. 基于 CT 扫描的计算机三维重建在女性骨盆研究中的方法和应用[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2010, 26: 35 - 38.
- [9] 曾北蓝, 陈春林, 余莉萍, 等. 子宫肌瘤动脉内数字减影血管造影影像学特点及临床意义[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2002, 18: 294 - 296.
- [10] Mori K, Saida T, Shibuya Y, et al. Assessment of uterine and ovarian arteries before uterine artery embolization: advantages conferred by unenhanced Mr angiography[J]. *Radiology*, 2010, 255: 467 - 475.
- [11] 徐玉静, 欧阳振波, 刘 萍, 等. 磁共振在子宫肌瘤动脉栓塞术中的应用价值[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2011, 27: 162 - 165.
- [12] Melucas B, Yaghmai B, Beller M. Computed tomography angiogram for failed uterine artery embolization [J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2009, 18: 87 - 92.
- [13] Pelage JP, Cazejust J, Pluot E, et al. Uterine fibroid vascularization and clinical relevance to uterine fibroid embolization [J]. *Radiographics*, 2005, 25(Suppl 1): S99 - 117.
- [14] White AM, Banovac F, Yousefi S, et al. Uterine fibroid embolization: the utility of aortography in detecting ovarian artery collateral supply[J]. *Radiology*, 2007, 244: 291 - 298.
- [15] Razavi MK, Wolanske KA, Hwang GL, et al. Angiographic classification of ovarian artery-to-uterine artery anastomoses: initial observations in uterine fibroid embolization [J]. *Radiology*, 2002, 224: 707 - 712.
- [16] Binkert CA, Andrews RT, Kaufman JA. Utility of nonselective abdominal aortography in demonstrating ovarian artery collaterals in patients undergoing uterine artery embolization for fibroids[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2001, 12: 841 - 845.
- [17] 李广琪, 王执民, 张洪新, 等. 子宫肌瘤的血管影像学表现及多中心观察子宫动脉栓塞治疗近期疗效 [J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19: 865 - 868.

(收稿日期:2011-07-18)

(本文编辑:俞瑞纲)