

16 层螺旋 CT 冠状动脉成像的伪影缺陷及处理对策

陈恩明, 刘清强, 滕碧和, 林忠伟, 王方亮

【摘要】 目的:探讨 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像伪影和技术缺陷产生的原因与解决对策。**方法:**122 例临床疑似或已确诊为冠心病的患者,以回顾性心电门控技术行 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像检查,后处理行 MIP、CPR、MPR 及 VR 重建,由两名以上有经验的 CT 医师对冠状动脉成像的缺陷或伪影进行评估。**结果:**122 例患者共显示冠状动脉节段 1496 段,存在伪影 326 段,占 21.79%,大部分为轻度伪影 275 段(18.38%),中重度伪影 51 段(3.41%)。**结论:**冠状动脉 CTA 的伪影和缺陷原因如下:心脏运动、呼吸运动、射线硬化、对比剂、重建时相、扫描和后处理技术等。认识并尽力排除这些伪影和技术缺陷,才能做出正确诊断。

【关键词】 冠状动脉;伪影;体层摄影术,X 线计算机;冠状血管造影术;放射摄影术

【中图分类号】 R812; R816.2; R814.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)04-0441-05

Artifacts, Pitfalls, and Remedies of Coronary Artery Imaging in 16-slice Spiral Computed Tomography CHEN En-ming, LIU Qing-qiang, TENG Bi-he, et al. Department of Radiology, Longyan People's Hospital, Fujian 364000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the causes and strategy of artifact and pitfalls of coronary artery imaging with 16-slice spiral CT. **Methods:** 122 cases with diagnostic or suspected coronary artery disease underwent retrospectively ECG-gated 16-slice spiral CT. Images were reconstructed under different reformations of maximum intensity projection (MIP), curved planar reformation (CPR), multiplanar reformation (MPR) and volume rendering (VR). Image quality was assessed by two experienced radiologists. **Results:** A total of 1496 segments in 122 cases were visualized, there were 326 segments with artifacts, the incidence being 21.79%, 275 segments were lower grade artifacts the incidence being 18.38%, 51 segments were medium and heavy artifacts the incidence being 3.41%. **Conclusion:** The causes of artifacts and pitfalls include: cardiac motion, pulmonary motion, beam hardening, contrast material, reconstruction phase, inappropriate scan technique, postprocessing pitfalls and so on. Recognizing and eliminating these artifacts and pitfalls can lead to accurate diagnosis.

【Key words】 Coronary artery; Artifact; Tomography, X-ray computed; Coronary angiography; Radiography

16 层螺旋 CT 问世以来得到普遍认可,但仍存在许多缺陷和伪影,图像质量受到多种因素的影响^[1],如患者的心脏呼吸运动、重建时相、扫描和后处理技术等,影像医师只有充分认识并尽力避免这些伪影和缺陷,才能对图像作出正确分析,从而指导临床治疗方案的选择和判断预后。

材料与方法

搜集本院 2006 年 04 月~2008 年 08 月 CT 冠状动脉造影 122 例。检查前常规口服美托洛尔 2~3 d,要求心率<70 次/分,尽量控制在 55~65 次/分。检查前 0.5 h 再常规口服美托洛尔 25 mg,有 5 例心率难控制的患者,缓慢静注美托洛尔后达到要求。11 例扫描前 10 min 舌下含服硝酸甘油。本组男 76 例,女 46 例;年龄 27~84 岁,平均 57.27 岁;3 例支架术后,1 例冠状动脉搭桥术后。临床中发现有或无典型冠心病症状:劳累后心前区、胸骨后疼痛或无规律的胸前区闷痛

不适。均无造影禁忌证。

使用 16 层螺旋 CT (Siemens Sensation 16),球管旋转速度 0.42 s/r,管电压 120 kV,有效毫安秒为 600 mAs,数据采集 16×0.75 mm,螺距 0.28,视野 18~20 cm,矩阵 512×512,一般扫描在 14~17 s 完成。先做胸部屏气定位像,然后依次于升主动脉层面行对比剂跟踪 (Bolus Tracking) 和心脏 CTA 扫描。扫描范围自气管隆突下 1~2 cm 至膈面下 2~3 cm。采用单筒高压注射器以 4.5 ml/s 的流率经肘前静脉留置管注入 70~80 ml (中等体重采用 75 ml) 碘帕醇 (370 mg I/ml) 和 30 ml 生理盐水。对比剂准备步骤:先抽碘帕醇,后缓慢抽吸生理盐水,抽吸完成后再缓慢倒转针筒,最终使生理盐水位置朝上。在主动脉根部层面监测 CT 值,当 CT 值超过 100 HU 时,自动触发扫描。

采用回顾性心电门控技术进行双扇区图像重建,该机型时间分辨力 105 ms,空间分辨力 0.5 mm×0.5 mm×0.6 mm。采集 R 波后某一相位的心脏图像,选取右冠状动脉中段层面图像,利用西门子 CT 的预览功能,预览 R-R 间期 50%~70%,若得不到满意图像,再预览 R-R 间期 10%~100% 的图像,选择显示左右冠状动

脉最清晰的 1 帧,重建相应心动周期的图像,层厚 0.75 mm,间隔 0.4 mm,卷积函数值 B30 f。用最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、多平面重组(multiplanar reformation, MPR)、曲面重组(curved planar reformation, CPR)和容积再现(volume rendering, VR)等技术进行图像后处理。

冠状动脉伪影严重程度的判断:以 MIP、CPR 为主,并结合 MPR 和 VR 后处理图像来综合评估伪影的严重程度。笔者为便于统计分析,特作如下评分标准:①冠状动脉显示不清或者检查失败,无法诊断(5 分);②冠状动脉显示模糊,隐约可见(4 分);③冠状动脉显示模糊或显著错位,明显影响诊断(3 分);④冠状动脉显示轻度模糊或者错位,对诊断有轻度影响(2 分);⑤冠状动脉显示清楚,有轻度错位显示,不影响诊断(1 分)。其中 1 分和 2 分为轻度伪影,3 分为中度伪影,4 分和 5 分为重度伪影。

冠状动脉分支界定:参考美国心脏协会的标准,分 15 段^[2],分别是右冠状动脉近、中、远段及后降支(S1~S4),左主干(S5),左前降支近、中、远段(S6~S8),第一、第二对角支(S9~S10),左回旋近段(S11),边缘支(S12),左回旋远段(S13),后外侧缘支(S4)和左后降支(S15)。

图像诊断评分:由 2 位以上有经验的 CT 医师独立作出评分,评分不一致时重新观察原始图像及重组

图像,最后得出一致结论。同时分析伪影产生的原因和存在的技术缺陷,并提出解决的对策。

结 果

122 例患者共显示冠状动脉节段 1496 段,显示率为 81.75%,其中存在伪影的有 326 段,占 21.79%,大部分为轻度伪影 275 段(发生率 18.38%),中重度伪影 51 段(3.41%)。1 分伪影评分 210 段(14.04%),2 分伪影 65 段(4.34%),3 分伪影 31 段(2.07%),4 分伪影 14 段(0.94%),5 分伪影 6 段(0.40%)。中重度伪影产生的部位最常见于左前降支远段,其次为左回旋支远段及右冠状动脉远段,三者在中重度伪影中所占比例依次为 13 段(25.5%)、9 段(17.6%)、8 段(15.7%)。

产生伪影的原因、技术缺陷、影像表现与处理对策等详见表 1。

讨 论

本组冠状动脉造影存在伪影的节段占 21.79%,大部分为轻度伪影(发生率 18.38%),少部分为中重度伪影(3.41%)。伪影产生的原因及存在的技术缺陷主要有心脏运动、呼吸运动、射线硬化、对比剂、重建时相、扫描和后处理技术等^[3,4],任何因素选择不当都会造成图像质量下降,并导致误诊。

表 1 16 层螺旋 CT 冠脉成像伪影、缺陷与处理对策

存在问题	伪影节段数(%)	产生原因	伪影存在的主要节段及影像表现	处理对策及纠正后效果
心脏运动	30(9.2%)	心率偏快(≥ 70 次/秒)或注药后心率突然增快	主要影响 S8 及 S13 段,心率突然增快主要影响左右冠脉近段和中段,血管模糊、中断、缺失或阶梯状伪影	检查前口服 $\beta 1$ -阻滞剂 2~3 d 可降低心率,并减少检查过程心率突然增快
心脏运动	96(29.4%)	心律不齐	主要影响 S8 段,血管模糊、中断、阶梯状或带状伪影	检查前纠正心律不齐;偶发早搏可回顾性修改心电图 R-R 间期,修正原始数据后再重建,均能明显减少运动伪影
呼吸运动	63(19.3%)	屏气不佳	主要影响 S2、S3 及 S8 段,血管中断、移位	耐心训练好患者屏气可以基本消除呼吸运动伪影;病情较重者吸氧可延长并提高屏气效果
射线硬化	56(17.2%)	金属支架、银夹、钙化	主要存在于左前降支及右冠脉近段和中段钙化段,放射状伪影、管腔假性狭窄或显示不清	提高扫描条件、支架窗观察、支架远端血流状况、检查前含服硝酸甘油,可提高部分管腔显示率
对比剂用量与浓度	27(8.3%)	过多或过少	过多导致右房室旁(S2、S7、S11 段)伪影,过少则血管腔(各冠脉远段)显示不良	后续注射生理盐水;适量使用对比剂;常规应用高浓度对比剂,均可明显提高图像质量
冠脉不完全扫描	1(0.3%)	扫描起始位置过低主要因操作者视觉估测误差过大	左冠脉主干部分未显示,即遗失部分感兴趣血管结构	根据定位图及预扫描,并对视觉估测误差有足够认识后,避免了类似失误
心电门控电极片	1(0.3%)	电极片过分干燥,于扫描邻近结束时心电门控突然失效	右冠脉远段中断、分辨不清,造成造影部分失败	电极片置放相对潮湿处,不能长期置放过分干燥处(如机房),可完全避免此失误
后处理技术	52(16%)	图像后处理技术不熟练	主要发生于 S2 段时相重建选择不当,血管模糊、移位或假性狭窄	需充分理解并熟练掌握后处理技术,多时相重建、血管轴面、MPR、MIP、CPR 及 VR 等综合处理能力的提高可明显改善图像质量

注:括号内百分比为相应数值与存在伪影的节段总数(326 段)的比值。

1. 心脏运动

心跳是造成图像质量下降的最常见最重要的因素,本组占 38.6%,其中心率变化、心律不齐所致伪影分别占 9.2%、29.4%。降低心率和防止心律失常可减少心脏搏动伪影。

心率变化:心率增加,心动周期缩短,心舒张期缩短更明显,而心电门控图像主要采集舒张期,因此成像包含的心相也相应增多,心脏搏动伪影就会增大。本组病例心率较快者(≥ 70 次/秒)所致伪影主要影响 S8 和 S13 段,表现为血管模糊、错位或阶梯状伪影(图 1)。部分患者扫描时心率突然上升到 70 次/分以上,主要于左右冠脉近段和中段产生血管模糊、中断、缺失或阶梯状伪影(图 2)。本组心率突然增快均发生于高压注射对比剂后扫描初期,与伪影产生于冠脉近段或中段在扫描时间上相吻合,说明心率突然增快与高压注入对比剂高度相关。

处理对策:检查前常规口服美托洛尔 2~3 d 以降低并稳定心率,要求心率 <70 次/分,尽量控制在 55~65 次/分。检查前 0.5 h 再常规口服美托洛尔 25 mg。本组 5 例心率难控制的患者,检查前 0.5 h 缓慢静注美托洛尔后达到要求。Sung 等^[5]认为检查前口服美托洛尔可提高图像质量,尤其可提高右冠状动脉的图像质量,检查前应耐心向患者说明高压注入对比剂后会有瞬间的热流等感觉,解除患者的紧张恐惧感,从而减少注药后的心率突然增快。

心律不齐:心律不齐所致伪影最常见,占 29.4%,主要影响 S8 段。心律不齐造成图像不能完全在心动周期的同一时相重建,重建后图像出现血管模糊、中断、阶梯状或带状伪影(图 3)。因此,对心律不齐者检查前必须请临床医生设法控制。本组有 2 例房颤患者,严重心律不齐均导致中重度伪影,因此房颤病例应放弃行冠状动脉 CT 造影。偶发早搏等造成的伪影可通过西门子 CT 的“内插”功能,修改心电图上早搏的 R-R 间隔对原始数据进行修正,再重建图像,可明显减轻早搏所致伪影。

2. 呼吸运动

除心跳因素外,呼吸运动造成的伪影占第二位(19.3%),主要出现在右冠状动脉中远段和左冠状动

脉前降支远段。伪影呈阶梯状或带状阴影,与心脏运动伪影的区别为前者不仅心脏出现阶梯状伪影,前胸壁也有相似的表现。呼吸运动伪影,断面上伪影很少,但 MIP、CPR、MPR 及 VR 图像上出现血管中断、移位。冠状动脉成像检查过程中,一般需要屏气 18~21 s,部分患者因为紧张等原因屏不住气出现呼吸运动伪影,因此,检查前必须耐心反复多次训练。造影前给患者吸氧可延长屏气时间。屏气时,还应训练患者腹肌(膈肌)不能动,否则膈面血管显示不清。

3. 射线硬化效应

射线硬化效应:高密度物体如钙化、银夹、金属支架和右房高密度对比剂均会产生射线硬化效应影响管腔的显示,本组占 17.2%,常见于左前降支及右冠脉近段中段钙化斑(图 4);术后金属物体可形成放射状伪影;右心房高密度对比剂造成条状伪影,影响右侧冠脉的观察。本组中后期病例全部使用生理盐水冲淡右房高密度对比剂后,冠脉不受此伪影影响,其它如钙化、银夹和金属支架所致伪影则无法去除,但提高扫描条件如增大有效毫安秒可提高图像质量。Dewey 等^[6]报道舌下含服硝酸甘油可显著地使冠状动脉直径造影时增大,从而提高管腔的可视性。本研究仅 11 例扫描前舌下含服硝酸甘油,冠状动脉显影效果好。

4. 对比剂用量与浓度

对比剂用量过多或过少所致伪影占 8.3%,过多

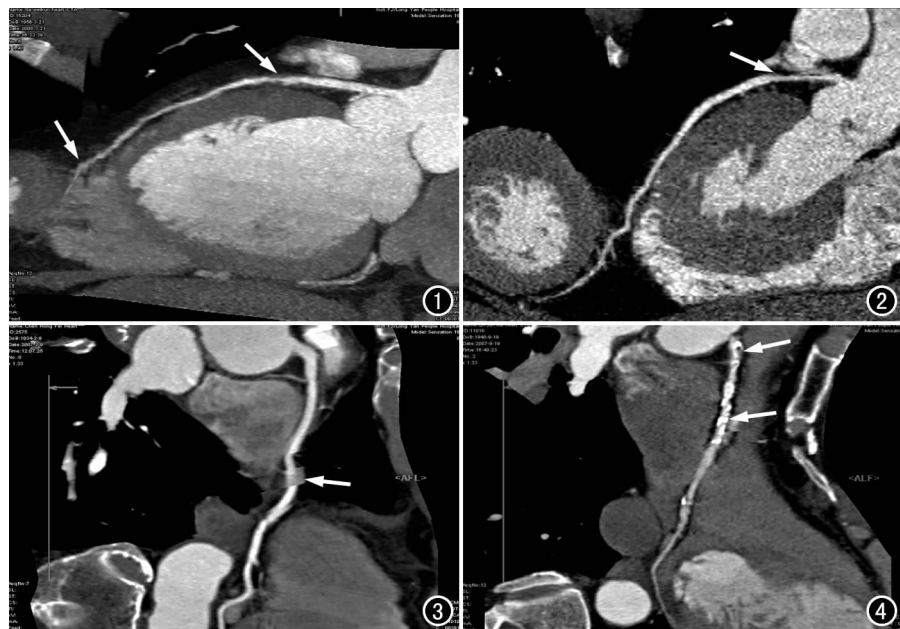


图 1 心率偏快(76 次/分)所致左前降支远段轻度模糊错位(箭),同时近段可见软斑块(箭)。图 2 注药后突然心率增快致左冠脉主干上缘部分结构缺失(箭)。

图 3 右冠脉中段因心律不齐所致管腔节段显示不清(箭)。图 4 右冠脉近段及中段多发钙化斑块致管腔显示不清(箭)。

导致右房室旁(S2、S7、S11 段)伪影,过少则血管腔(各冠脉远段)显示不良。该组病例全部采用浓度为 370 mg I/ml 的碘帕醇,较高浓度的对比剂能使冠状动脉显影更清晰。本组对比剂用量为 70~80 ml (中等体重采用 75 ml)能达到最好效果。CT 冠状动脉成像的另一关键因素是要求冠脉内对比剂充盈的高峰位于扫描期内。西门子 16 层螺旋 CT 采用智能跟踪技术,当主动脉根部 CT 值达到 100 HU 后自动触发扫描。本组研究虽采用单筒高压注射器,但通过前述技巧也能避免对比剂和生理盐水的混合,提高了影像增强效果,后续注射生理盐水可使残留在上腔静脉、右心腔和肺动脉的对比剂推入到主动脉,这些部位的对比剂降低可减少了对附近冠状动脉的影响。另外,采用单筒高压注射器可以节省较大成本。

5. 心电门控的电极片

我们早期开展冠脉 CTA 研究时,由于经验不足,心电监控的电极片长时间置放在干燥的地方(CT 机房)贮藏,因干燥导致电极片与人体接触不良,造成心电门控时而正常、时而异常,并且有 1 例于扫描邻近结束时心电门控突然失效,导致右冠脉远段中断、显示不清。之后,将电极片置放相对潮湿处贮藏,近两年的冠脉 CTA 检查均未出现上述现象。

6. 扫描技术及后处理方法是—个很重要的因素

本组一例扫描起始位置过低导致左冠脉主干部分未显示,原因为操作者视觉估测误差过大。根据定位图及预扫描,平时多训练比较使操作者的估测误差尽量小,之后均避免了类似失误。

层厚、床速、螺距及重建间距等参数的选择对于图像效果是有影响的^[1]。选择尽可能薄的扫描层厚,使重建图像保持各向同性。重建间距选择层厚的 50% 左右以使图像边缘更平滑。对于支架术后病例,根据不同的支架密度,重建时使用不同的支架窗,可以很好地显示支架内及前后冠状动脉是否通畅。

不合理的时相重建可使血管显示模糊、阶梯状伪影或假性狭窄(图 5)。我们认为有很大价值的是,对于一些冠脉异常的节段,应常规进行多时相重建并进行比较,本组有多例在一个时相上出现冠脉“狭窄、模

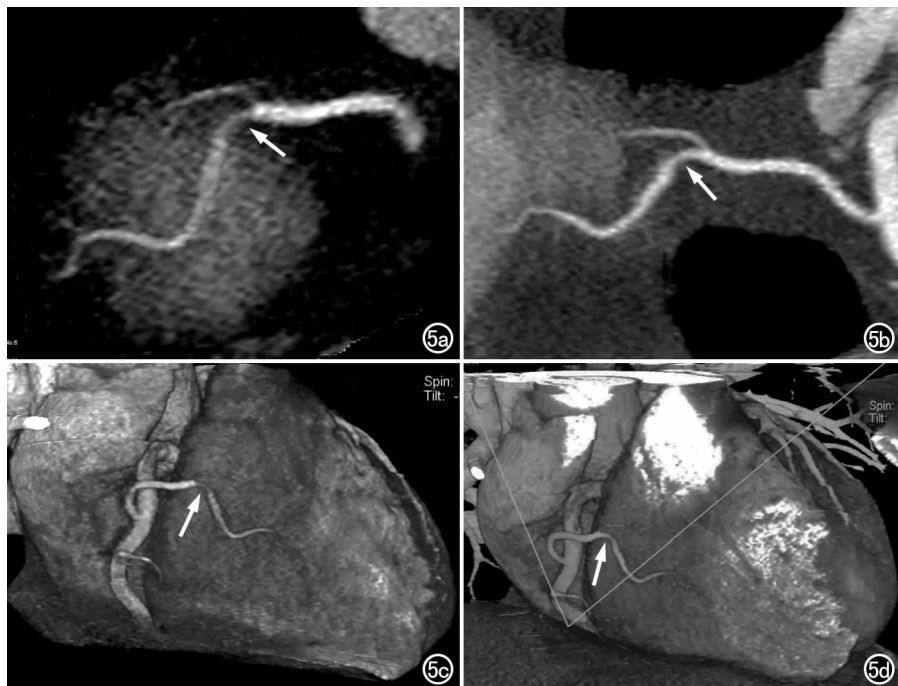


图 5 a) 55% 时相薄层块 MIP-CPR 重建,右冠状动脉右室前支局限狭窄(箭); b) 60% 时相重建,原局限狭窄大部分消失(箭); c) 55% 时相重建的 VR 图(箭); d) 60% 时相重建的 VR 图(箭)。

糊”等异常,但通过选择其它时相重建,清楚地显示该段的冠脉结构,判断为“假性狭窄”,从而避免了误诊。

上述伪影和技术缺陷可能造成无法评估或误诊。进一步图像分析前,须先判定 CT 冠脉造影成功与否,首先于 MPR 上观察图像的心脏结构与实际心脏解剖如有很好的一致性,则说明造影基本成功;反之,造影效果不佳或失败。然后结合血管轴面、MPR、MIP、CPR 及 VR 等综合分析,从而对异常影像做出是伪影还是病变的鉴别诊断。

总之,16 层螺旋 CT 在心脏冠状动脉无创性成像的应用,给传统的金标准冠状动脉造影带来了挑战,但成像还是有一些缺陷并受到很多因素的影响,只有充分认识并尽力排除这些缺陷和伪影,才能更好地做出正确的评估。

参考文献:

- [1] 毛定彪,张国桢,滑炎卿. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像[M]. 北京: 科学技术文献出版社,2005. 63-76.
- [2] Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, et al. Techniques for the Detection of Coronary Atherosclerosis: Multi-detector Row CT Coronary Angiography[J]. Radiology, 2002, 223(1): 212-220.
- [3] Hyun SC, Byoung WC, Kyu OC, et al. Pitfalls, Artifacts and Remedies in Multi-detector Row CT Coronary Angiography[J]. RadioGraphics, 2004, 24(3): 787-800.
- [4] Tadashi N, Yasuyo K, Rintaro I, et al. Pitfalls in 16-detector Row CT of the Coronary Arteries[J]. RadioGraphics, 2005, 25(2): 425-

440.

- [5] Sung SS, Yookyung K, Soo ML. Improvement of Image Quality with β -blocker Premedication on ECG-gated 16-MDCT Coronary Angiography[J]. AJR, 2005, 184(2): 649-654.
- [6] Dewey M, Hoffmann H, Hamm B, et al. Multi-slice CT Coronary

Angiography: Effect of Sublingual Nitroglycerine on the Diameter of Coronary Arteries[J]. Fortschr Röntgenstr, 2006, 178(1): 600-604.

(收稿日期: 2008-09-22 修回日期: 2008-10-31)

双侧输尿管囊肿并囊内结石一例

• 病例报道 •

李莹, 徐向阳

【中图分类号】R816.7; R445; R693.1 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2009)04-0445-01

输尿管囊肿是泌尿系少见的先天性疾病, 多由先天性输尿管狭窄或管壁发育不良所致。双侧对称性伴有结石者少见, 现报道 1 例如下。

病例资料 男, 22 岁。反复尿频、尿急、尿痛伴肉眼血尿 2 年。体检: 双肾区无叩击痛, 查体无明显阳性体征。血常规: 正常。尿常规: 红细胞(++)。

B 超: 右肾上中下组肾盏均可见强光斑伴声影, 其中之一 $0.8\text{ cm} \times 0.6\text{ cm}$, 右肾集合系统光点群分离, 其内见前后径 1.0 cm 液性暗区; 左肾切面内亦可见 $0.2\text{ cm} \times 0.2\text{ cm}$ 稍高回声光点, 尚未见明显声影。双侧输尿管末端均可见管道回声, 左侧输尿管末端可见 $0.6\text{ cm} \times 0.4\text{ cm}$ 强光斑伴声影。膀胱切面内未见明显局限性异常回声, 仅见膨大的末端输尿管偶可突向膀胱。B 超诊断: 右肾结石; 双侧输尿管末端囊肿并囊内结石。

腹平片示右肾所在区域及盆腔内可见数个卵圆形、类圆形高密度影, 边缘光整, 直径约 $0.5 \sim 2.0\text{ cm}$ (图 1)。静脉肾盂造影示双肾、双侧输尿管积水, 双侧输尿管末端呈海蛇头样扩张 (图 2a), 大小分别为右侧 $1.7\text{ cm} \times 2.0\text{ cm}$ 、左侧 $2.5\text{ cm} \times 1.6\text{ cm}$; 延迟片显示盆腔双侧类圆形致密影位于双侧输尿管下端扩张的囊袋内 (图 2b)。X 线诊断: 双侧输尿管囊肿并结石形成, 右肾结石; 双肾、双侧输尿管积水。

硬膜外麻醉下行经膀胱切除囊肿及取石术, 术后愈合良好。

讨论 输尿管囊肿, 好发于近膀胱部, 为输尿管末端向膀胱内凸出的囊性肿物。囊肿外层为膀胱黏膜所覆盖, 内层为输尿管黏膜, 其间有肌纤维及结缔组织。其形成与胚胎发育有关, Stephens 认为下端输尿管壁内的肌肉缺损而导致末端输尿管扩张和囊肿形成。文献报道多为单发、多发不对称或/和伴有双肾盂及双输尿管畸形, 而本例为同一部位双侧对称性而同时伴有结石则极为少见。

本病常见青少年, 由于输尿管囊肿引起尿流梗阻, 并造成尿液淤滞, 故是结石形成的理想环境。输尿管囊肿合并囊内结石的临床表现多由输尿管口狭窄、尿液引流不畅及继发感染引起。可出现肾、输尿管积水、腰痛、血尿、脓尿、膀胱刺激症状和



图 1 腹平片示右肾所在区域及盆腔内数个边缘光整的卵圆形和类圆形高密度影。图 2 双肾双侧输尿管积水。a) 静脉肾盂造影示双侧输尿管末端呈海蛇头样扩张; b) 盆腔延迟片示盆腔双侧类圆形致密影位于双侧输尿管下端扩张的囊袋内。

发热等。本例临床主要症状为反复尿频、尿急、尿痛伴肉眼血尿 2 年。本病病因有不同论点: ①壁内段输尿管过长、弯曲或倾斜度过大所致; ②输尿管开口狭窄的同时伴有输尿管开口周围鞘的薄弱而形成囊肿; ③输尿管本身或周围组织炎症和创伤可能形成输尿管口狭窄, 导致输尿管向膀胱内脱垂而形成输尿管囊肿。术后病理检查: 囊肿具有正常输尿管各层次的结构和组织类型, 未发现异常的先天性生理缺陷。

输尿管囊肿合并结石的诊断并不困难, 静脉肾盂造影及 B 超检查有助于本病诊断。B 超上表现为输尿管末端的囊性肿物或同时伴有患侧输尿管扩张, 在膀胱内发现不随体位变动的结石首先考虑本病的诊断; 静脉肾盂造影可了解上尿路有无畸形及肾脏排泄功能, 并可见囊肿及其上方输尿管构成“蛇头征”, 其周边在膀胱内对比剂衬托下出现环形充盈缺损 (称为“晕轮征”), 为本病的典型 X 线征象。膀胱镜检查可发现输尿管口附件近球形或椭圆形囊肿, 表面光滑并有清晰的血管纹理及节律性收缩, 如发现其表面有狭窄的输尿管口更能确定诊断。

(收稿日期: 2008-11-06)

作者单位: 430077 武汉, 华中科技大学同济医学院附属梨园医院放射科

作者简介: 李莹 (1979—), 女, 武汉人, 住院医师, 主要从事医学影像诊断工作。