DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.09.056
第23卷第9期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 9
2001年9月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Sep. 2001

文章编号:1000-5404(2001)09-1121-03

论著

泌尿系疾病螺旋CT三维重建技术

宦 怡,郭苏晋,伏 晓,葛雅丽 (第四军医大学西京医院全军放射影像中心,西安 710033)

提 要:目的 探讨在泌尿系疾病中进行3DCT重建时的技术因素。方法 回顾分析53例(正常肾5例,正常输尿管4例,泌尿系疾病44例)成功进行了泌尿系3D重建的资料。CT扫描使用PQ6000螺旋CT机,3D重建在VQ工作站上进行。逐例观察、记录并分析其所采用的CT扫描参数、增强扫描时机、3D重建方式及重建时的方法及技巧。结果 扫描参数、造影剂用量、增强CT扫描方式和时机随显示目的不同而不同。重建方法及技巧需要在工作站上反复模索方能熟练掌握。SSD及VR法适用于显示畸形肾脏、肾肿块及结石,MIP对尿路及肾血管成像有突出作用。结论 合理地制定扫描计划,选择、匹配好各种扫描参数,抓住最佳增强CT扫描时机是进行高质量泌尿系疾病3D重建的重要前提,熟练掌握3D重建方法及技巧也是成功进行3D重建不可缺少的要素。

关键词:泌尿系疾病;三维重建;螺旋CT
中图法分类号:R69;R814.42 文献标识码:A

Technique of spiral three dimensional CT reconstruction in diseases of urological system

HUAN Yi, GUO Su-jin, FU Xiao, GE Ya-li (Department of Radiology, Xijing Hospital, Fourth Military Medical University, Xi'an 710033, China)

Abstract: Objective To explore the technique of three dimensional (3D) CT reconstruction in spiral CT for urological diseases. Methods A total of 53 cases successively underwent 3D reconstruction were reviewed retrospectively. Among them contrast CT was performed in 45 cases by power or manual peripheral injection and received 50~100 ml contrast media each. The examination was performed on PQ 6000 spiral scanner and 3D reconstruction was obtained from voxel Q workstation. The scan parameters, scan timing of enhancement, pattern of 3D reconstruction, methods and skills of reconstruction were reviewed and analysed one by one. Results Scanning parameters ① stenosis of renal artery: slice thickness 2, 3 mm, reconstruction interval 1, 2 mm, pitch 1.0; ② renal stone and tumor: thickness 4mm, reconstruction interval 2 mm, pitch 1.0, 1.5; ③ renal malformation: thickness 4, 5 mm, interval 2, 3 mm, pitch 1.0, 1.5; ④ CT urography: thickness 4, 5, 8 mm, interval 2, 3 mm, pitch 1.5. The dosage, form, timing of enhancement CT varies with different purposes. Comparing three reconstruction pattens, the results demonstrated that shaded surface display(SSD) and volume rendering technique(VR) were suitable for showing malformation of kidney, renal mass and stone. VR image was more softer and SSD revealed strong stereoscopic effects. Maximum intensity projection(MIP) image was very useful for the CT urography and stenosis of renal artery. Conclusion Reasonable scan plan, choosing and mating properly every kind of scan parameter and selecting optimal contrast scan timing are the important premise for acquiring high quality 3D image. To grasp the methods and skills of 3D reconstruction skillfully is also an indispensable essential factor.

Key words: diseases of urological system; three dimensional reconstruction; spiral CT

泌尿系疾病螺旋CT三维方法、技巧较骨关节疾病复杂。临床应用多限于显示肾动脉狭窄,其它方面应用报道较少。我院自1998-08引进美国PQ6000高档螺旋CT机以来,成功进行了53例泌尿系的三维重建,现对扫描各种技术参数及三维重建方法做一回顾性分析,并就其成功技术要素做一探讨。

1 对象和方法

1.1 对象

正常9例(肾5例,输尿管4例),泌尿系疾病44例(肾动脉狭窄4例,肾发育异常12例,肾结石8例,积水3例,大肾癌9例,肾盂癌5例,输尿管结石1例,狭窄2例)。

1.2 方法

造影剂使用欧乃派克或泛影葡胺50~100 ml,采用手推或高压注射器方式给药。CT扫描使用美国Picker 6000螺旋CT机,三维重建在VQ工作站上应用View-mode、Viewport及Packages软件进行。组成4人小组逐例回顾观察并记录其所使用的CT扫描参数、各参数间的匹配情况、增强CT扫描时机、三维CT重建方式、重建时的方法及技巧等,并将统计结果做归纳分析。

2 结果

主要CT扫描参数使用情况见表1。对于肾动脉狭窄者造影剂用量是100 ml,均使用了高压注射器,流速2.8~3.0 ml/s,延迟时间在25 s左右;肾脏立体成像造影剂用量为50~100 ml,给药的方式除2例使用了高压注射器以外,其余均使用手推法;对于尿路系统成像CT扫描是在注射了50~75 ml造影影后,延迟5~12 min进行的。统计结果还表明,采用不同三维成像方式得到的三维图像有不同的显示特点,SSD及VR图像均能立体地显示膀胱、输尿管、肾脏及肾脏包块的大小、形态、部

作者简介:宦 怡(1961—),女,湖北省全康县人,博士,副主任医师,副教授,主要从事放射影像诊断方面的工作,发表论文70余篇。电话:(029)3375420

收稿日期:2000-09-06;修回日期:2000-11-02

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

位，见图1，对异位肾、肾旋转不良及马蹄肾等先天性肾脏畸形显示极佳，一目了然，见图2～4，并可清楚显示肾结石的数目、大小、立体形态及分布，见图5。MIP法则适用于显示肾动脉狭窄、内支架植入后的疗效判定及其有无副肾动脉的存在，见图6，也可用于显示肾盂、肾盏、输尿管及膀胱全尿路系统，并观察有无肾盂、肾盏破坏，充盈缺损，输尿管扩张、狭窄、结石等。另外，三维重建过程中为了达到最佳显示目的，必须熟练掌握工作站的使用方法，正确运用分层及立体切割技术，对CT阈值的调整要达到最佳点，并学会精细调整图像灰度、对比度及亮度，合理使用伪彩处理技术及多方位旋转、切割观察技术。

表1 53例各种泌尿系疾病CT扫描参数使用情况

Tab 1 CT scan parameters in 53 cases

	n	Slice thickness (mm)	Reconstruction interval(mm)	Pitch
Normal kidney	5	4, 5	2, 3	1.0, 1.5
Normal ureter	4	4, 5, 8	2, 3	1.5
Stenosis of renal artery	4	2, 3	1, 2	1.0
Renal malformation	12	4, 5	2, 3	1.0, 1.5
Renal stone	8	4	2	1.0, 1.5
Hydronephrosis	3	4, 5	2, 3	1.0, 1.5
Renal cancer	9	4	2	1.0, 1.5
Renal pelvic cancer	5	4	2	1.0, 1.5
Ureteral lesion	3	4, 5, 8	2, 3	1.5

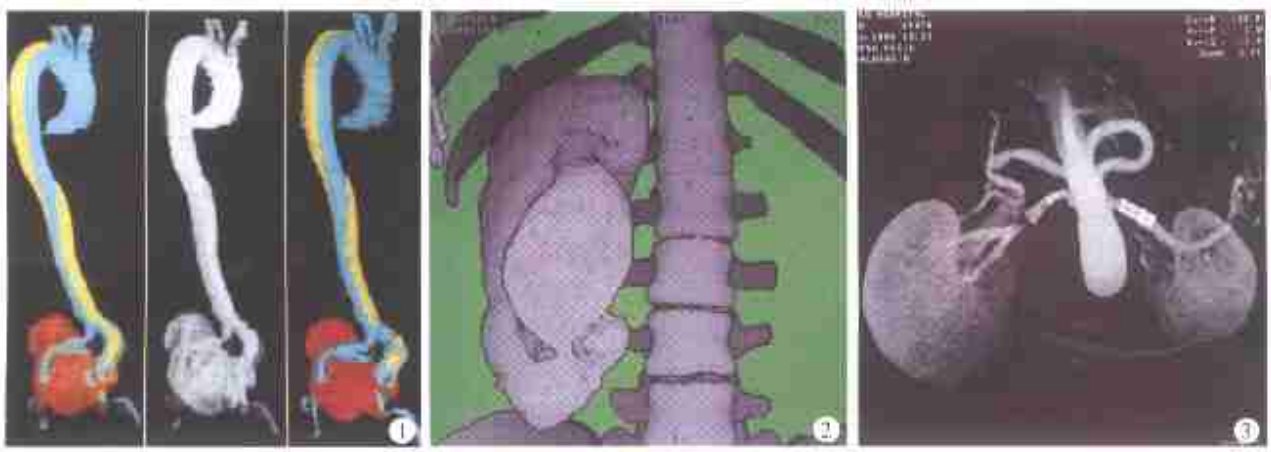


图1 融合盆肾合并主动脉夹层动脉瘤

从左向右依次为彩色SSD像、黑白VR像、彩色VR像，CT扫描参数选用层厚8 mm，重建间隔2 mm，螺距1.5

Fig 1 3DCT of fused pelvic kidney associated with dissecting aneurysm of aorta

Colour SSD image, black-and-white VR image colour VR image from left to right, Spiral CT parameter is selected with thickness 8 mm, reconstruction interval 2 mm, Pitch 1.5

图2 右肾旋转不良的三维CT图像

扫描层厚4 mm，重建间隔2 mm，螺距1.5

Fig 2 3D image of renal malrotation

Thickness 4 mm, interval 2 mm, pitch 1.5

图3 肾动脉狭窄MIP影像

可见右肾动脉支架远段有明显的狭窄（层厚3 mm，重建间隔1 mm，螺距1.0）

Fig 3 MIP image of stenosis of renal artery

Obvious stenosis of right renal artery in distal end of stent (thickness 3 mm, interval 1 mm, pitch 1.0)

3 讨论

螺旋CT系容积扫描，后处理功能强大，较常规CT有更多的优越性[1]。三维CT重建是螺旋CT主要后处理功能之一，它能将一系列连续CT扫描所获得的容积数据信息经计算机软件程序处理使靶器官重建为直观的立体图像[1,2]。经反复摸索我们认为以下因素是获得高质量三维CT图像的关键。

3.1 扫描程序设定及各种扫描技术参数的选择

3.1.1 扫描长度 根据感兴趣区长短确定。

3.1.2 层厚 理论上层厚越薄，产生的三维图像越清晰，但在一定程度上限制了扫描长度，球管耗损也较大，因此应选择合适的层厚，我们的经验是对于窄小感兴趣区或横向走行的结构，如肾动脉，在可能的情况下应尽量使用薄切层，一般应≤3 mm，Brink等[3]研究也认为对于肾动脉狭窄者最佳扫描层厚为2 mm，而对于全尿路等较大范围的感兴趣区及沿身体纵轴排列的结构，如输尿管，为了增加扫描的覆盖面，减少球管负荷，应加大扫描层厚，但重建间隔不能明显加宽。

3.1.3 层面重建间隔 本研究部分病例采用8mm层厚仍能达到较好的重建效果，关键是采用了较薄的重建间隔，这也说明选择较薄的重建间隔不但有增加图像纵轴分辨率的好处，又有不增加X线照射剂量的优点[1,4,5]。一般认为层面覆盖率应≥50%。

3.1.4 螺距 螺距越小，图像噪音越小，图像纵轴分辨率越高，因此对于窄的感兴趣区应使用小螺距。

3.1.5 Kv、mA 三维影像质量主要取决于轴面图像的空间分辨率，而对密度分辨率要求不高，故可通过适当地降低Kv、mA来获得较大容积范围的扫描。

3.2 增强扫描时机

在肾动脉CTA成像时，需使用高压注射器，延迟时间在25 s左右，为确保CT扫描处于最佳扫描时机，

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

也可先行小剂量试验[6]; 欲做双肾立体成像, 可在快速手推造影剂后立即扫描; 如需观察尿路情况应进行大于 5 min 的延迟扫描。

3.3　重建方式

主要包括 SSD、VR 及 MIP 法, 为了有效地显示泌尿系结构及各种病变应采用不同的显示技术或多种技术的组合, SSD 适用于显示肾脏、输尿管、膀胱的立体形态, 图像虽不如 VR 法平滑, 富有层次, 但立体感较 VR 像为强, 而 MIP 法对肾动脉及尿路病变有较强的应用适应症[3]。

3.4　重建方法及技巧

3.4.1　确定感兴趣区范围　　原则上是保留欲观察的肾脏或尿路, 有时还应包括一些参照结构, 如脊柱、大血管等, 但必须保证三维影像不受其它组织干扰。

3.4.2　图像编辑　　SSD 时主要应选择好 CT 阈值, 但肾三维重建所用 CT 阈值不是固定不变的, 必须根据具体病例中肾脏密度高低在 W/L 键上做细致的调整, 使用 VR 技术时应首先选择合适的显示条件, 在此基础上再进行细微调整, MIP 技术操作简便, 有现成的 Angio 软件可以使用, 但当图像完成后为了达到最佳显示效果, 也应仔细调整图像的灰度、亮度及对比度。欲在肾脏立体图像上显示其内部结构时, 可使用切割法对三维画面进行开窗观察。另外, 为了使影像更真实、生动, 还可进行人工上色及本底加色。

3.4.3　图像观察　　通过旋转可从任一方位、角度观察双肾及尿路的立体形态, 也可在沿任意一个轴进行旋转观察时, 逐幅将图片贮存, 然后进行电影回放。

3.5　临床应用

三维重建可观察肾动脉、肾结石及肿块的立体形态, 可生动地显示肾旋转不良、马蹄肾、异位肾等肾发育异常; CT 尿路成像可用于显示肾盏、肾盂、双侧输尿管及膀胱, 一定程度上能反映肾脏分泌、排泄功能, 对泌尿系结石、肿瘤、狭窄有一定的应用前景[7,8,9]。

总之, 高质量泌尿系三维 CT 图像的生成与诸多因素有关, 如扫描前的准备工作、扫描计划的制定、各种扫描参数的合理选择及匹配、增强 CT 扫描的时机、三维重建方式的选择、重建时的各种方法及技巧、图像编辑以及操作人员对各种重建技巧掌握的程度等均是进行高质量三维 CT 重建的前提和条件, 只要抓住并处理好这些环节, 就能获得较佳的三维重建效果。

参考文献:

[1] Fishman E K, Jeffery R B. Spiral CT: Principles, techniques and clinical applications[M]. New York: Raven Press, 1995. 11—24.

[2] Linney A D, Tan A C, Richards R, *et al*. Three dimensional visualization of data on human anatomy: diagnosis and surgical planning[J]. J Audiov Media Med, 1993, 16(1): 4—10.

[3] Brink J A, Lim J T, Wang G, *et al*. Technical optimization of spiral CT for depiction of renal artery stenosis: *in vitro* analysis[J]. Radiology, 1995, 194(1): 157—163.

[4] Brink J A, Wang G, McFarland E G. Optimal section spacing in single—detector helical CT[J]. Radiology, 2000, 214(2): 575—578.

[5] Brink J A. Technical aspects of spiral CT[J]. Radiol Clin North Am, 1995, 33(5): 825—841.

[6] Silverman P M, Brown B, Wray H, *et al*. Optimal contrast enhancement of the liver using spiral CT: Value of smartprep[J]. AJR, 1995, 164(5): 1 169—1 171.

[7] Chernoff D M, Silverman S G, Kikinis R, *et al*. Three dimensional imaging and display of renal tumors using spiral CT[J]. Urology, 1994, 43(1): 125—129.

[8] Hubert J, Blum A, Cornier L, *et al*. Three dimensional CT scan reconstruction of renal calculi[J]. Eur Urol, 1997, 31(3): 297—301.

[9] Coll D M, Uzzo R G, Herts B R, *et al*. 3-dimensional volume rendered computerized tomography for preoperative evaluation and intraoperative treatment of patients undergoing nephron sparing surgery[J]. J Urol, 1999, 161(4): 1 097—1 102.

（编辑　汪勤俭）

（上接 1120 页）

升主动脉近段, 1 例延伸至主动脉弓, 主动脉未见钙化, 平扫难以显示主动脉夹层和内膜片的情况。增强扫描可清晰显示主动脉腔内结构, 显示破裂的内膜片和夹层的范围, 也可显示左心室和左心房的改变。

MRI 检查 5 例均清晰地显示了心脏大血管的形态异常, 表现为主动脉窦部和升主动脉明显扩张, 典型的于矢状位或冠状位表现为升主动脉呈大蒜头状, MRI 测量主动脉窦和升部近段内径为 4.7～8.5 cm, 平均(6.4±1.2)cm, 左心室扩大, 左心房受扩大的升主动脉根部压迫变扁。5 例中 3 例合并主动脉夹层均清晰显示了夹层的程度和范围, 3 例均表现为主动脉夹层Ⅰ型, 夹层起自主动脉根部, 2 例延伸至胸主动脉, 1 例延伸至髂动脉分叉处。

3　讨论

马凡综合征 40%～60%具有心血管改变, 主动脉根部瘤样扩张是马凡综合征最重要而常见的心血管病变。病理所见为升主动脉中层囊性坏死、弹力纤维断裂、粘液变性等, 可有平滑肌细胞增生, 血管外膜纤维化改变, 病变限于升主动脉至无名动脉近段, 少数病例见于主动脉弓及降主动脉。由于主动脉中层坏死, 主动脉内膜撕裂, 常合并主动脉夹层等改变[1], 或突发主动脉破裂死亡。主动脉瓣返流和二尖瓣返流均使左心室前负荷增加, 导致左心室扩大, 多数患者死于充血性心力衰竭。

准确作出马凡综合征心血管病变及其合并症的诊断对指导临床治疗有重要意义。超声心动图无创、实时, 能较好显示心脏大血管结构, 可作为首选检查方法对该病作出初步诊断; X 线平片和 CT 检查诊断价值有限; 升主动脉造影系有创检查, 除个别病例外已较少使用; MRI 检查无创、不需使用造影剂、多方位成像, 可清晰显示心脏大血管的结构和血流状况[1,2], 对马凡综合征的所见有特征性, 应作为马凡综合征心血管病变术前必须进行的检查方法。

关键词: 马凡综合征; 心血管病变; 影像诊断
中图法分类号: R682.04　　文献标识码: B

参考文献:

[1] 李坤成, 刘玉清, 孙立忠, 等. 马凡综合征心血管病变的 MRI 诊断[J]. 中华放射学杂志, 1996, 30(7): 468—471.

[2] 邹利光, 孙清荣, 陈　垦. 自旋回波结合电影 MRI 在先天性心脏病诊断的初步应用[J]. 第三军医大学学报, 2001, 23(1): 109—111.

（编辑　王　红）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net