

胸部多层螺旋 CT 扫描: 机架旋转时间对图像质量的影响

王建卫 吴宁 黄遥 赵心明 罗德红 梁颖 孙伟

【摘要】 目的: 前瞻性评价机架旋转时间对胸部图像, 包括横断面及多平面重建图像质量的影响。方法: 60 例患者分为两组, 采用 GE Light Speed Ultra 8 层螺旋 CT 扫描仪直接增强扫描, 机架旋转时间分别选择 0.8s 和 0.5s。按照制订的标准, 对比两组图像的图像质量, 进行统计学分析。结果: 0.8s 和 0.5s 组显示野和扫描范围相似, 两组扫描时间分别为 (24.9 ± 3.2) s 和 (15.6 ± 1.7) s, 差异有极显著性意义 ($W = 465.0, P < 0.001$)。两组 CT DI_w (CT 剂量指数) 分别为 17.56mGy 和 10.98mGy, DLP (剂量长度乘积) 分别为 (480.4 ± 62.5) mGy·cm 和 (302.1 ± 35.5) mGy·cm, 差异有极显著性意义 ($W = 465.0, P < 0.001$)。两组图像质量平均得分为 4.07 ± 0.42 和 4.16 ± 0.35 , 差异无显著性意义 ($W = 851.0, P = 0.342$)。两组重建图像质量平均得分为 2.43 ± 0.68 和 2.50 ± 0.63 , 差异无显著性意义 ($W = 848.0, P = 0.320$)。结论: 机架旋转时间 0.5s 组胸部图像质量略好于 0.8s 组 (差异无显著性意义); 患者接受的 X 线剂量则明显降低, 平均降低了 37%。建议将机架旋转时间 0.5s 作为常规应用。

【关键词】 纵隔; 肺; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42; R814.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2003)04-0286-04

Thoracic multislice helical CT: influence of gantry rotation time on image quality WANG Jianwei, WU Ning, HUANG Yao, et al. Department of Radiology, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021

【Abstract】 Objective: To determine if the shorter acquisition time of 0.5s multislice helical CT affects the image quality of thoracic CT scans, including axial image and multiplanar reconstruction (MPR) image. **Methods:** In 60 consecutive patients referred for thoracic CT, multislice helical CT was performed with 0.8s ($n = 30$) or 0.5s ($n = 30$) scanning time. All these patients were received intravenous contrast medium. 2 radiologists graded all the images on a planned scale by a blind way. Statistically significant differences were determined with a Wilcoxon rank sum test. **Results:** The study volume and the field of view was not statistically significant on both 0.8s and 0.5s CT scans. The total scanning time ($15.6s \pm 1.7s$ vs $24.9s \pm 3.2s$), CT DI_w (10.98mGy vs 17.56mGy) and DLP (302.1 ± 35.5 mGy·cm vs 480.4 ± 62.5 mGy·cm) was statistically significant on 0.5s CT scans and on 0.8s CT scans ($W = 465.0, P < 0.001$). The axial image quality was not statistically significant on both 0.8s and 0.5s CT scans ($W = 851.0, P = 0.342$). The MPR image quality was not statistically significant on both 0.8s and 0.5s CT scans ($W = 848.0, P = 0.320$). **Conclusion:** Although the image quality was not statistically significant on both 0.8s and 0.5s CT scans, the score graded on 0.5s CT scans was little higher than on 0.8s CT scans. On the meanwhile, the X-ray dose of patients was largely degraded by 37% on 0.5s CT scans. We suggest 0.5s gantry rotation be used routinely.

【Key words】 Mediastinum; Lung; Tomography, X-ray computed

单层螺旋 CT (single-slice spiral CT, SSCT) 可提供的最小机架旋转时间 (gantry rotation time, GRT) 是 0.75s, 与 1.0s 机架旋转时间相比, 其在胸部应用的图像质量有所提高^[1]。多层螺旋 CT (multislice spiral CT, MSCT) 则可提供更多亚秒级的机架旋转时间, GE Light Speed Ultra 扫描机共有 0.5、0.6、0.7、0.8 和 0.9s 5 种亚秒级的机架旋转时间选择。理论上, 同样条件下更短的机架旋转时间可提高扫描速度、减少运动伪影和 X 线剂量, 但图像的噪声会相应增加。本文旨在前瞻性评价 0.5s 和 0.8s 机架旋转时间对胸部图像, 包括横断面及多平面重建 (multiplanar reconstruction, MPR) 图像质量的影响。

材料与与方法

2002 年 3 月 1 日~4 月 30 日我院初诊 60 例患者, 体重为 50~80kg。前 30 例为 0.8s 机架旋转时间组 (0.8s 组), 后 30 例 0.5s 机架旋转时间组 (0.5s 组)。0.8s 组: 男 24 例, 女 6 例, 年龄 25~78 岁, 平均 52.3 岁, 其中肺癌 22 例, 纵隔肿瘤 2 例, 肺转移瘤、食管癌、肺炎、肋骨转移瘤、结核及正常各 1 例; 5 例合并双肺肺气肿、间质性病变。0.5s 组: 男 23 例, 女 7 例, 年龄 29~75 岁, 平均 58.6 岁, 其中肺癌 19 例, 食管癌及肺炎各 2 例, 气管癌、纵隔肿瘤、软骨肉瘤及胸腔积液各 1 例, 正常 3 例; 6 例合并双肺肺气肿、间质性病变。

CT 扫描方法: 采用 GE Light Speed Ultra 8 层采集螺旋 CT 扫描仪, 评价扫描范围为胸廓入口至后肋膈角尖端水平, 均采用吸气末单次屏气扫描。扫描参数: 螺旋采集 1.25mm, UM (ultra medium) 模式即螺距为 0.875:1, 床速 8.75mm/r, 5mm 层

作者单位: 100021 北京, 中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤医院影像诊断科
作者简介: 王建卫 (1972~), 男, 河北人, 主治医师, 主要从事胸部肿瘤影像诊断工作。

厚重重建, 5mm 间隔, 120kV、190mA, 矩阵 512×512。机架旋转时间分别选择 0.8s 和 0.5s。全部病例均为直接增强扫描, 对比剂为非离子型, 浓度为 300mg I/ml, 压力注射器于前臂静脉注射, 流率 3.0ml/s, 总量 95ml, 延迟 35s。

MPR: 1.25mm 层厚重重建, 0.6mm 间隔, 采用随机附带的 MPR 软件 (Rfmt Det1 功能) 进行冠状面、矢状面及斜位的 Batch (一组或一批) 重建, 层厚 2mm, 间隔 5mm。

摄片: 柯达 Dry View 8700 干式激光成像, 纵隔窗窗宽 350HU, 窗位 45HU; 肺窗窗宽 1500HU, 窗位 -700HU; 支气管窗窗宽 1200HU, 窗位 -350HU, 肺窗及支气管窗应用肺 (lu) 图像滤过功能。

图像评价: 由两位在胸部影像诊断方面有经验的放射科医师盲法对横断面图像、MPR 图像进行评价。读片顺序由第三者将两组随机混合排列。①横断面图像评价方法: 将图像质量由坏至很好分为 5 级, 分别对如下项目进行评分, 包括空间分辨率、密度分辨率、主观信噪比、心脏大血管的轮廓、肺内血管 (肺纹理)、心脏旁肺纹理、气管支气管壁、叶间裂、肺实质、运动伪影、增强效果。②MPR 图像的评价方法^[2]: I 级 (差), 横断面图像严重的呼吸移动伪影, MPR 图像上大的阶梯状伪影; II 级 (好), 微小的移动伪影, 小阶梯状伪影; III 级 (很好), 无移动伪影和阶梯状伪影, 表面光滑。

统计学分析: 利用 SPSS 10.0 统计分析软件系统进行资料录入、整理及统计分析。统计学方法采用 Wilcoxon 秩和检验, 双侧 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义, $P < 0.01$ 为差异有极显著性意义。

结 果

1. 扫描时间、范围、显示野及 X 线剂量的比较

0.8s 组扫描长度范围平均为 25.7cm (20~32.5cm), 0.5s 组为 25.9cm (20.5~32.5cm), 差异无显著性意义 ($W = 892.5$, $P = 0.739$)。扫描显示野平均为 33.6cm (28.3~40.0cm) 和 33.5cm (29.3~41.0cm), 差异无显著性意义 ($W = 890.0$, $P = 0.711$)。两组扫描时间分别为 (24.9±3.2)s 和 (15.6±1.7)s, 差异有极显著性意义 ($W = 465.0$, $P < 0.001$)。两组 CT 剂量指数 (CT dose index, CTDI_w) 分别为 17.56mGy 和 10.98mGy, 剂量长度乘积 (DLP) 分别为 (480.4±62.5)mGy·cm 和 (302.1±35.5)mGy·cm, 差异有极显著性意义 ($W = 465.0$, $P < 0.001$)。

2. 横断面图像质量的比较

0.8s 组与 0.5s 组横断面图像质量的比较见表 1, 两组图像的空间分辨率、密度分辨率、主观信噪比、心脏大血管的轮廓、肺内血管 (肺纹理)、心脏旁肺纹理、叶间裂、肺实质、运动伪影、增强效果的差异均无显著性意义; 而对气管支气管壁的显示, 两组图像差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 0.5s 组好于 0.8s 组 (图 1)。

0.8s 组与 0.5s 组图像质量平均得分为 4.07±0.42 和 4.16±0.35, 差异无显著性意义 ($W = 851.0$, $P = 0.342$)。

3. 重建图像质量的比较

0.8s 组与 0.5s 组重建图像质量的比较见表 2, 两组重建图

像质量平均得分为 2.43±0.68 和 2.50±0.63, 差异无显著性意义 ($W = 848.0$, $P = 0.320$) (图 2)。

表 1 0.8s 组与 0.5s 组横断面图像质量的比较

	0.8s 组得分 ($\bar{x} \pm s$)	0.5s 组得分 ($\bar{x} \pm s$)	W 值	P 值
空间分辨率	4.10±0.80	4.30±0.79	852.0	0.318
密度分辨率	4.50±0.57	4.40±0.56	871.5	0.465
主观信噪比	4.53±0.51	4.33±0.61	841.0	0.241
心脏大血管轮廓	4.40±0.50	4.57±0.50	840.0	0.200
肺内血管 (肺纹理)	4.10±0.80	4.40±0.77	820.5	0.131
心脏旁肺纹理	3.53±0.57	3.73±0.78	872.0	0.484
气管支气管壁	3.93±0.74	4.37±0.76	773.5	0.024
叶间裂	3.13±0.86	2.97±0.76	874.0	0.522
肺实质	4.30±0.65	4.37±0.67	888.0	0.659
运动伪影	3.70±0.99	3.90±0.99	849.0	0.285
增强效果	4.33±0.76	4.63±0.49	827.0	0.142

表 2 0.8s 组与 0.5s 组重建图像质量的比较

	I 级 (差)	II 级 (好)	III 级 (很好)
0.8s 组	3 (10.0%)	11 (36.7%)	16 (53.3%)
0.5s 组	2 (6.7%)	11 (36.7%)	17 (56.7%)
合计	5	22	33

讨 论

世界卫生组织对 X 线诊断中的质量保证的定义是“通过工作人员作出有组织的努力, 以保证所获得的诊断图像有满意的质量, 使能够用最可能低的费用和受检者照射剂量, 并能始终如一地提供正确的诊断信息”^[3]。影响图像质量的因素有很多, 我们选择了实际应用的指标来进行评价。

1. CT 的分辨率

CT 的分辨率包括空间分辨率和密度分辨率。①空间分辨率是指 2 种物质 CT 值相差 100HU 以上时, 能够分辨最小的圆形孔径或黑白相间 (密度差相间) 的线对 (lp/cm) 数。它是鉴别结构大小的能力及在影像中所能显示的最小细节。本机的空间分辨率可达 15.4 lp/cm, 0.5~4.0s, 40~440mA, 8.5in (21.59cm) 水膜。0.5s 与 0.8s 的空间分辨率无线对数级的差别。因此, 笔者选择了感官指标来观察, 比如对肺血管纹理的外带等一些细小结构的观察。结果表明, 两组图像质量差异无显著性意义, 0.5s 组评分略高于 0.8s 组 (4.30 4.10)。②密度分辨率是指能够分辨 2 种低密度差的物质 (一般 CT 值相差为 3~5HU) 构成的圆孔的最小孔径大小。本机密度分辨率可达 3mm @ 0.30%, 20mGy, 8.0in (20.32cm) 的 Catphon 水模。密度分辨率与 X 线剂量有很大关系, 剂量增大时, 密度分辨率提高。结果表明, 两组图像质量差异无显著性意义, 0.5s 组评分略低于 0.8s 组 (4.40 4.50), 也体现了 X 线量对密度分辨率的影响。

2. 噪声与 CT 剂量

CT 机的结构复杂, 很多过程都可产生噪声, 因此有各种定义的噪声。我们一般注意的是影响图像质量的噪声。适宜的 X 线剂量是 CT 图像质量的保证, 扫描时需根据不同的部位选择不同的剂量, 大部分 CT 机改变剂量常常是以改变毫安 (mA) 量

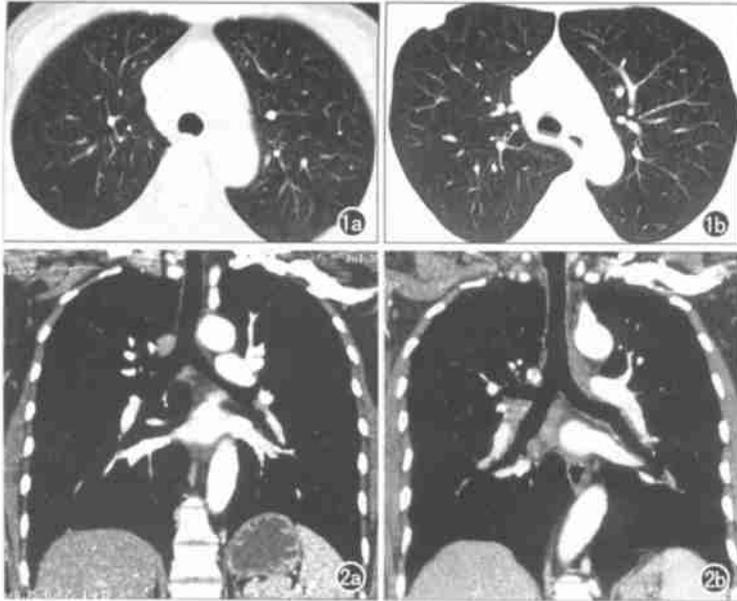


图 1 a) 0.5s 扫描, 气管壁光滑、锐利, 无伪影, 肺纹理清晰; b) 0.8s 扫描, 气管壁见伪影, 肺纹理清晰。图 2 a) 0.5s 扫描, MPR 冠状位; b) 0.8s 扫描, MPR 冠状位, 两者无明显差别。

或扫描时间来实现的。选择剂量参数的原则是应尽可能减少患者接受的 X 线剂量, 同时必须保证图像质量, 应以做出可靠的诊断为标准。剂量的高低影响噪声的大小, 而噪声的大小对图像质量有很大影响。如果剂量太低, 则使图像噪声加大, 图像质量下降。而增加 X 线剂量则增加了图像的信息量, 降低了图像的噪声, 从而提高了图像质量。结果表明, 0.5s 组的主观信噪比略小于 0.8s 组(4.33 4.53), 但差异无显著性意义, 图像质量没有明显下降。

在保证图像质量能够做出正确诊断的同时, CT 剂量已更加受重视。在美国, CT 占有放射科检查的 13%, 估计 X 线总剂量已达到了 30%^[4]。随着 MSCT 大范围扫描的广泛应用, 估计这一比例还会增加。我国虽没有这方面的统计, 但基本情况相似, 有关 CT 剂量的问题应当受到广泛重视。

衡量 CT 剂量的参数是 CTDI。美国食品药品监督管理局对 CTDI 的定义是在一次标称层厚 CT 扫描过程中沿 Z 轴剂量分布的积分, 并定义为 14 个标称层面^[3]。欧共体及美国 IEC 1997 年 8 月发布的一个关于 CT 机安全标准的表决稿(IEC 6060-2.4)中对 CTDI 的定义采用了 CTDI₁₀₀, 其定义为 Z 轴方向从 -50mm 到 50mm 的剂量分布的积分除以层厚乘层数^[3]。此外, 还有一些新的定义, 如加权的 CTDI₁₀₀, 即 CTDI_w^[3]。

$$CTDI_w = 1/3CTDI(\text{中心}) + 2/3CTDI(\text{周边})$$

本研究采用了 CTDI_w 及 DLP, DLP 是 CTDI_w 和层厚的乘积, 患者剂量与 DLP 成正比, DLP 与 CTDI_w 成正比。0.5s 组 CTDI_w 和 DLP 较 0.8s 组均有明显降低, 0.5s 组较 0.8s 组平均降低了 37%。

3. 伪影与扫描速度

伪影是指在扫描过程或信息处理过程中, 由于某一或几种

原因而出现一些人体本身不存在但致使图像质量下降的阴影。产生伪影的原因很多, 现代 CT 由于机器本身产生的伪影已可以控制, 伪影的来源主要是患者自主或不自主的运动及特殊解剖部位。

MSCT 与 SSCT 相比, 明显的优势是扫描速度大大提高, 在相同的空间分辨率下, 4 排采集的 MSCT 速度是 SSCT 的 4 倍^[5]。8 排采集的 MSCT 速度进一步提高, 本组采用床速 8.75mm/r(即螺距 = 0.875 1)。0.5s 机架旋转时间组, 从肺尖到肺底的平均扫描时间仅为 15.6s, 相对于同样的扫描范围, 大大低于 0.8s 组的 24.9s, 患者一次屏气时间明显缩短, 适应性和舒适度提高。缩短扫描时间(屏气时间)有助于消除呼吸运动伪影。本组 0.5s 组由于呼吸造成的伪影略少于 0.8s 组, 但差异无显著性意义。扫描时间的缩短还有利于改善肺动脉的增强效果, 有利于肺动脉的良好显示^[6]。本组 0.5s 组增强效果略好于 0.8 组(4.63 4.33, $P > 0.05$)。

不自主运动如心脏、大血管的搏动是影响图像质量的主要因素, 这些伪影通常表现为肺结构的重叠或模糊, 心脏、大血管的双边和边缘模糊。Ritchie 等^[7]的研究结果表明, 0.6s 机架旋转时间不能消除运动伪影, 消除心脏搏动伪影所需要的最小扫描时间是 19.1ms, 电子束 CT 常规 100ms 扫描也不能将其完全消除。Montaudon 等^[8]的研究则认为, MSCT 0.5s 机架旋转时间能降低心脏搏动伪影(与 1.0s 机架旋转时间比较)。本组结果显示, 对于心脏大血管轮廓、心脏旁肺纹理、气管支气管壁、肺实质这些易受不自主运动影响的部位, 0.5s 组图像质量评分均高于 0.8s 组, 而且对于气管支气管壁的观察两者差异具有显著性意义($P < 0.05$)。

4. 重建图像质量

本研究采用了 1.25mm 层厚采集, x 轴、y 轴、z 轴各像素基本相等(各向同性), MPR 图像质量大多数可与横断面图像媲美。影响重建图像质量的主要因素: ①患者屏气不足产生呼吸移动伪影, 造成了大的阶梯或错层; ②心脏及大动脉的搏动, 这类伪影表现为细小、均匀的阶梯。0.5s 组与 0.8s 组图像质量达到很好者分别为 56.7% 和 53.3%, 两者基本相似, 前者略高。

总之, 对胸部 MSCT 检查, 0.5s 机架旋转时间总的图像质量略好于 0.8s; 同时患者接受的 X 线剂量则明显降低, 平均降低了 37%。因此, 建议将机架旋转时间 0.5s 作为常规应用。

参考文献

- Rubin GD, Leung AN, Robertson VJ, et al. Thoracic spiral CT: influence of subsecond gantry rotation on image quality[J]. *Radiology*, 1998, 208(3): 771-776.
- Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D, et al. Volume rendering of the tracheobronchial tree: clinical evaluation of bronchographic images[J]. *Radiology*, 1998, 208(3): 761-770.
- 王仪生. 现代全身 CT 诊断学[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2001. 20-30.
- Nickoloff EL, Alderson PO. Radiation exposures to patients from CT: reality, public perception, and policy[J]. *Am J Roentgenol*, 2001, 177(2): 285-287.

- Klingenbeck Regn K, Shaller S, Flohr T, et al. Subsecond multi-slice computed tomography: basics and applications[J]. Eur J Radiol, 1999, 31(2): 110-124.
- Kuzo RS, Goodman LR. CT evaluation of pulmonary embolism: technique and interpretation[J]. Am J Roentgen, 1997, 169(4): 959-965.
- Ritchie CJ, Godwin JD, Crawford CR, et al. Minimum scan speeds for

suppression of motion artifacts in CT[J]. Radiology, 1992, 185(1): 37-42.

- Montaudon M, Berger P, Blach re H, et al. Thin-section CT of lung: influence of 0.5s gantry rotation and ECG triggering on image quality[J]. Eur Radiol, 2001, 11(9): 1681-1687.

(2002-07-29 收稿 2002-09-04 修回)

大脑胶质瘤病一例

• 病例报道 •

吴天 闫建华 于长鹿

【中图分类号】R445; R739.41 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2003)04-0289-01

病例资料 男, 48 岁, 因突发头痛伴恶心、呕吐 6h 入院。既往 2 个月有四肢无力症状。

CT 平扫示双侧额叶、右侧颞叶、右侧基底节区、右侧丘脑区片状低密度影, 边界欠清晰(图 1), 双侧侧脑室颞角、三角区、体部增宽, 余脑室、脑沟、脑裂未见异常, 中线结构未见移位。CT 诊断: 颅内多发低密度影(建议增强检查)。

MR 检查平扫示双侧额叶、右侧颞叶及岛叶区、右侧基底节区、右侧丘脑区可见斑片状长 T_1 、长 T_2 信号, 边界欠清晰, 双侧侧脑室前角、第三脑室受压(图 2); 横断面显示胼胝体膝部、体前部肿胀, 呈长 T_1 、长 T_2 信号, 边界欠清晰(图 3)。

MR 诊断: 脑实质内多发长 T_1 、长 T_2 信号, 不排除大脑胶质瘤病(建议增强检查)。针吸活检病理诊断: 大脑胶质瘤病。

讨论 大脑胶质瘤病为一种相对少见的颅内肿瘤, 按中枢神经系统的组织分类, 大脑胶质瘤病属于胶质瘤的一种特殊类型, 肿瘤分级相当于 I ~ II 级^[1], 病理显示此类肿瘤特点多为分化不一的星形胶质细胞弥漫浸润。至少累及两叶以上, 一般累及三叶或三叶以上^[2]。肿瘤一般不形成肿块, 坏死囊变少见。肿瘤细胞主要累及白质也可同时浸润灰质, 额颞叶受累较多见, 还可累及基底节、顶枕叶、脑干、小脑脊髓及软脑膜等处, 胼胝体膝部受累多见。大脑胶质瘤病的临床症状和体征相对较轻, 这主要与肿瘤细胞分散、神经元破坏较少有关^[3]。

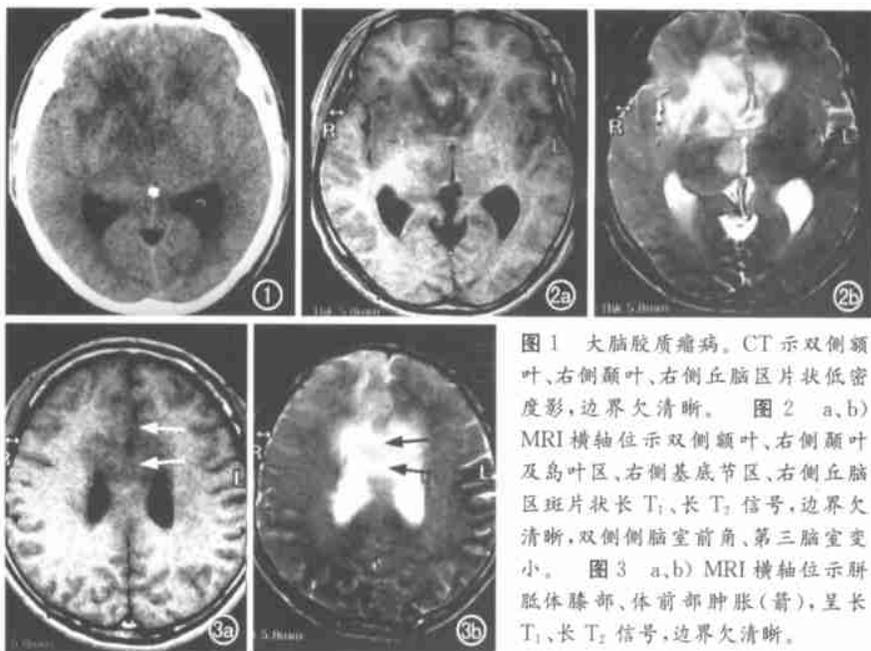


图 1 大脑胶质瘤病。CT 示双侧额叶、右侧颞叶、右侧丘脑区片状低密度影, 边界欠清晰。图 2 a、b) MRI 横轴位示双侧额叶、右侧颞叶及岛叶区、右侧基底节区、右侧丘脑区斑片状长 T_1 、长 T_2 信号, 边界欠清晰, 双侧侧脑室前角、第三脑室变小。图 3 a、b) MRI 横轴位示胼胝体膝部、体前部肿胀(箭), 呈长 T_1 、长 T_2 信号, 边界欠清晰。

本病 CT 表现为颅内多发低密度影, 边界模糊, 无明显占位效应, MR 呈长 T_1 、长 T_2 信号, 病变累及胼胝体时表现为胼胝体弥漫性增大, 境界变模糊, MR 检查呈长 T_1 、长 T_2 信号, 与本例相符。本病增强 MR 检查病灶通常无强化。

对于本病起源有的学者认为是神经胶质系统发育障碍, 最终导致神经胶质细胞形成肿瘤细胞, 形成离心样弥漫性扩散分布。也有学者认为肿瘤为多中心起源, Del Carpio-Ó Donovan 等^[4]认为多中心性胶质细胞瘤与大脑胶质瘤病是两个不同的概念。经复习文献, 据其不同的组织类型, 我们认为 Del Carpio-Ó Donovan 等的观

点更为合适。

参考文献

- Kleihurs P, Burger PC, Scheithauer BW. Tumor of neuroepithelial tissue [A]. In: Kleihurs P, Burger PC, Scheithauer BW, et al. Histological typing of tumor of the central nervous system (2nd edit) [M]. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1993. 21-22.
- 方黎明, 耿道颖, 陈星荣. 大脑胶质瘤病的 MRI 病例对照研究——附 8 例分析[J]. 肿瘤, 1998, 18(4): 256-257.
- 谢淑萍, 李冬华, 曹永康, 等. 脑胶质瘤病的临床和 MR 研究[J]. 中华放射学杂志, 2001, 35(4): 279-280.
- Del Carpio-Ó Donovan R, Korah I, Salazar A, et al. Gliomatosis cerebri[J]. Radiology, 1996, 198(2): 831-835.

(2002-10-21 收稿)

作者单位: 300170 天津市第三中心医院放射科
作者简介: 吴天(1948~), 男, 辽宁绥中人, 副主任医师, 主要从事神经系统及腹部影像诊断工作。