

## Discussion of parameters of low-dose multi-slice spiral CT scanning for adult brain

ZHU Yuan-yi, ZHANG Yi\*, MA Wan-hui, QIANG Wei, LIU Ke,

LIU Ping-ping, LIAO Xu-xiong

(Department of Radiology, Sichuan Provincial Corps Hospital, Chinese People's

Armed Police Forces, Leshan 614000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the optimal parameters of low-dose CT scanning for adult brain. **Methods** Totally 500 male adults who underwent cranial non-helical CT scanning were enrolled and randomly divided into 5 groups. Group 1 underwent conventional dose scanning (120 kV, basicranial with 240 mAs and calvarium with 200 mAs), and group 2—5 underwent low-dose scanning with the same parameters except for the tube current (200, 160, 100 and 80 mAs, respectively). Image quality was assessed by two independent experienced radiologists using a 5-point scale. The degree of inter-observer concordance was determined by *Kappa* conformance testing. The *Spearman* linear correlation analysis between the scanning dose and the image score was performed. The weighted CT dose index (CTDIvol) and dose length product (DLP) were recorded, the decline proportion of CTDIvol and DLP in group 2—5 compared to group 1 were calculated, respectively. **Results** The two radiologists had almost perfect agreement for diagnostic score ( $K=0.860$ ,  $P=0.017$ ). Scan dosage were positive interrelated with image quality ( $r=0.512$ ,  $P<0.01$ ). The high quality image (score $>3$ ) in group 2—4 accounted for 95%—98%, not significantly different with that of group 1 ( $P>0.05$ ). CTDIvol and DLP of group 2—5 reduced by 15.79%, 32.59%, 57.89%, 66.40% and 20.68%, 36.50%, 60.40%, 68.23%, respectively, while DLP values of group 2—5 were statistically lower than that of group 1 ( $P<0.01$ ). However, the image quality of group 5 degraded obviously, and the high quality image (score $>3$ ) in group 5 was only 69%, statistically lower than that of group 1 ( $P<0.01$ ). **Conclusion** Choosing 100 mAs tube current in adult cranial CT scan can ensure image quality and decrease radiation dosage, while image definition and clinical diagnosis were not affected.

**[Key words]** Brain; Radiation dosage; Tomography, X-ray computed

## 探讨成人颅脑 CT 检查的低剂量扫描条件

朱源义, 张 毅\*, 马万辉, 强 薇, 刘 柯, 刘平平, 廖许熊

(武警四川省总队医院放射科, 四川 乐山 614000)

**[摘 要]** **目的** 探讨适于成人颅脑 CT 检查的最佳低剂量扫描条件。 **方法** 将 500 名健康成人随机分成 5 组, 运用 16 层螺旋 CT 机行颅脑非螺旋扫描, 其中第 1 组采用常规剂量(120 kV, 颅底部 240 mAs、颅顶部 200 mAs)扫描, 第 2~5 组分别采用低剂量(120 kV, 200、160、100、80 mAs)扫描。由 2 名放射科医师采用 5 分制独立对每组图像进行主观评分, 应用 *Kappa* 一致性检验评价评定结果的一致性, *Spearman* 线性相关分析评估扫描剂量与图像质量评分的关系; 记录各单次加权 CT 剂量指数(CTDIvol)和平均剂量长度乘积(DLP)值, 计算第 2~5 组的 CTDIvol 及 DLP 值相对第 1 组下降的比例。 **结果** 两名医师评分的一致性良好( $K=0.860$ ,  $P=0.017$ )。扫描剂量与图像质量主观评分呈正相关( $r=0.512$ ,  $P<0.01$ ), 图像质量优良者(评分 $>3$ 分)在各第 2~4 组中所占比例达 95%~98%, 与第 1 组比较差异无统计学意义( $P>$

**[作者简介]** 朱源义(1985—), 男, 江西吉安人, 本科, 医师。研究方向: CT 检查技术与放射诊断。E-mail: yuanyizhu@163.com

**[通讯作者]** 张毅, 武警四川省总队医院放射科, 614000。E-mail: zhangyi0003456@sina.com

**[收稿日期]** 2012-02-03 **[修回日期]** 2012-06-13

0.05)。第 2~5 组 CTDIvol、DLP 较第 1 组分别降低 15.79%、32.59%、57.89%、66.40% 和 20.68%、36.50%、60.40%、68.23%，各组 DLP 值与第 1 组比较差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.01$ )。第 5 组图像质量明显下降，评分 $>3$  分的图像仅占 69%，与第 1 组比较图像质量降低( $P<0.01$ )。结论 管电流采用 100 mAs 时，低剂量 CT 扫描对观察成人颅脑解剖结构和诊断无明显影响，但可显著降低辐射剂量。

〔关键词〕 颅脑；辐射剂量；体层摄影术，X 线计算机

〔中图分类号〕 R814.42 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1003-3289(2012)09-1748-04

颅脑 CT 扫描成像快速、简便，能直接观察脑实质及骨性结构，是目前诊断颅脑疾病及评价治疗效果的重要影像学方法，使应用低剂量颅脑 CT 扫描的重要性日益突显<sup>[1-3]</sup>。本研究以常规扫描为参照，探讨在保证图像质量、满足诊断要求前提下的最佳低剂量颅脑 CT 扫描条件。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 2011 年 11 月 500 名入伍士兵在我院接受头颅 CT 扫描，均为男性，年龄 18~25 岁，中位年龄 20.5 岁。将其随机分成 5 组，每组 100 名，第 1 组为常规剂量组，第 2~5 组为低剂量组。

1.2 CT 扫描 采用 Toshiba Aquilion 16 层螺旋 CT 机，以非螺旋扫描方式，常规摄取定位像(管电压 120 kV，管电流 30 mAs)后逐层扫描，扫描基线为听眦线( $\pm 5^\circ$ )。常规剂量组(第 1 组)扫描参数如下：管

电压 120 kV，(颅底部：管电流 240 mAs，准直器宽度 6 mm，重建层厚 6 mm；颅顶部：管电流 200 mAs，准直器宽度 8 mm，重建层厚 8 mm)，球管转速 2.0 s/rot，FOV 为 240 mm，重建函数脑窗为 FC23，骨窗为 FC30。第 2~5 组管电压均为 120 kV，全颅脑扫描管电流分别为 200、160、100、80 mAs，其余参数同第 1 组。

1.3 图像质量评价 由 2 名高年资放射科医师以双盲法在 CT 机副台上软读片，阅读各层面图像并进行主观评分，重点观察颅底 4 脑室层面、鞍上池层面、松果体层面、侧脑室体部层面和颅顶半卵圆中心层面。评分标准：5 分，无伪影，灰、白质对比佳，整体效果佳；4 分，伪影少，灰、白质对比良，整体效果良；3 分，伪影中等，灰、白质对比可接受，整体效果良；2 分，伪影较多，灰、白质对比轻，整体效果良；1 分，伪影较严重，不能分辨灰、白质，整体效果差。5 分为优，4 分为良好，3

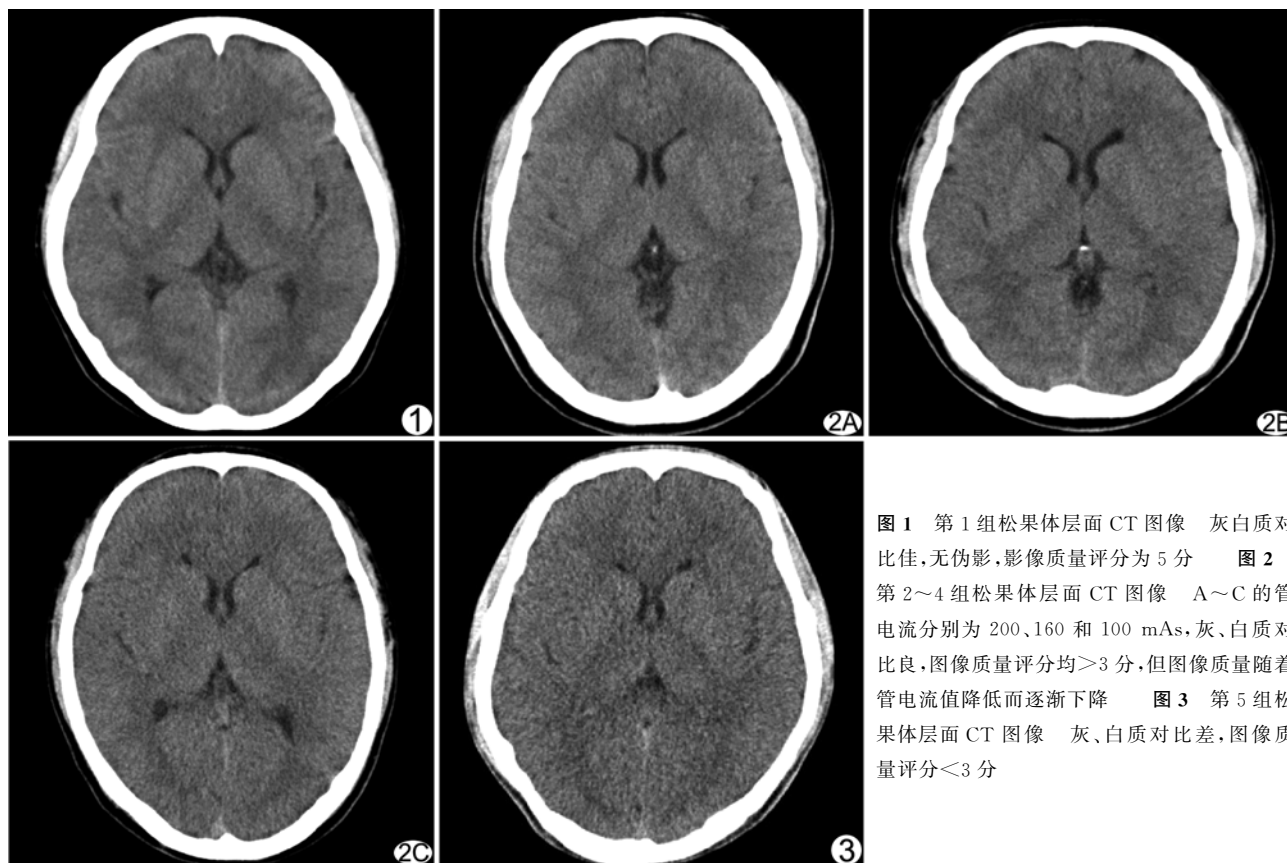


图 1 第 1 组松果体层面 CT 图像 灰白质对比佳，无伪影，影像质量评分为 5 分 图 2 第 2~4 组松果体层面 CT 图像 A~C 的管电流分别为 200、160 和 100 mAs，灰、白质对比良，图像质量评分均 $>3$  分，但图像质量随着管电流值降低而逐渐下降 图 3 第 5 组松果体层面 CT 图像 灰、白质对比差，图像质量评分 $<3$  分

分为尚可, 2 分为差, 1 分为极差;  $\geq 3$  分为可以接受。两位医师评分相同时, 以该分值作为最后评分; 评分不一致时, 请另 1 名高年资放射科医师评定, 并以之作为最后评分。计算各组平均分及各分值所占比例。

1.4 辐射剂量指标 检查完成后, 记录受检者单次加权 CT 剂量指数(weighted CT dose index, CTDIvol)和平均剂量长度乘积(dose length produce, DLP)。分别计算第 2~5 组的 CTDIvol 及 DLP 值相对于第 1 组下降的比例。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 13.0 统计学软件, 计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示。采用 Kappa 一致性检验评价 2 名医师评分结果, 用 Spearman 线性相关分析观察扫描剂量与图像主观评分间的关系。用  $\chi^2$  检验比较各组不同图像质量的构成比, 并以 SNK 法进行组间比较。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 图像质量主观评分 5 组中评分  $\geq 3$  分的图像(图 1、2)均可满足诊断要求, 评分  $< 3$  分者(图 3)部分层面灰、白质对比差, 影响诊断。2 名医师的评分及最后评分结果见表 1, 其一致性好 ( $K = 0.860$ ,  $P = 0.017$ )。

2.2 图像质量评价 采用不同管电流扫描所得图像质量不同, 图像质量随管电流降低而下降(表 2)。扫描剂量与图像质量主观评分呈正相关( $r = 0.512$ ,  $P < 0.01$ )。第 1~4 组图像质量以优、良为主, 所占比例为 95%~98%。与第 1 组比较, 第 2~4 组图像优良率差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ ), 而第 5 组中仅为 69%, 图像质量降低( $\chi^2 = 130.586$ ,  $P < 0.01$ )。

表 1 5 组图像评分情况(分,  $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 医师甲             | 医师乙             | 最终得分            |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 第 1 组 | 4.49 $\pm$ 0.52 | 4.41 $\pm$ 0.63 | 4.42 $\pm$ 0.62 |
| 第 2 组 | 3.94 $\pm$ 0.49 | 3.27 $\pm$ 0.59 | 3.79 $\pm$ 0.93 |
| 第 3 组 | 3.59 $\pm$ 0.54 | 3.52 $\pm$ 0.18 | 3.53 $\pm$ 0.55 |
| 第 4 组 | 3.36 $\pm$ 0.55 | 3.31 $\pm$ 0.62 | 3.36 $\pm$ 0.54 |
| 第 5 组 | 2.58 $\pm$ 0.43 | 2.89 $\pm$ 0.30 | 2.75 $\pm$ 0.23 |

表 2 5 组图像质量主观评价(名)

| 组别    | 5 分         | 4 分        | 3 分      | 2 分       | 1 分 |
|-------|-------------|------------|----------|-----------|-----|
| 第 1 组 | 85          | 13         | 2        | 0         | 0   |
| 第 2 组 | 83          | 14         | 3        | 0         | 0   |
| 第 3 组 | 78          | 17         | 5        | 0         | 0   |
| 第 4 组 | 73          | 22         | 4        | 1         | 0   |
| 第 5 组 | 5           | 64         | 21       | 10        | 0   |
| 合计    | 324(64.80%) | 130(26.0%) | 35(7.0%) | 11(2.20%) | 0   |

2.3 辐射剂量比较(表 3) 扫描剂量减小, 受检者所受辐射剂量也相应减少。相对于第 1 组, 第 2~5 组的 CTDIvol 值分别下降 15.79%、32.59%、57.89% 和 66.40%, DLP 值下降 20.68%、36.50%、60.40% 和 68.23%。SNK 法分析结果显示各低剂量组与常规剂量组间 DLP 值差异均有统计学意义( $P$  均  $< 0.01$ )。

表 3 5 组 CTDIvol、DLP 值及其下降比例

| 组别    | CTDIvol(mGy)/下降比例(%) | DLP(mGycm)/下降比例(%)           |
|-------|----------------------|------------------------------|
| 第 1 组 | 49.4/—               | (503.18 $\pm$ 27.09)/—       |
| 第 2 组 | 41.6/(15.79)         | (399.10 $\pm$ 12.29)/(20.68) |
| 第 3 组 | 33.3/(32.59)         | (319.52 $\pm$ 12.34)/(36.50) |
| 第 4 组 | 20.8/(57.89)         | (199.25 $\pm$ 8.57)/(60.40)  |
| 第 5 组 | 16.6/(66.40)         | (159.85 $\pm$ 6.02)/(68.23)  |

## 3 讨论

随着 CT 技术的迅速发展, MSCT 的临床应用越来越普遍, 放射防护也受到广泛关注。X 线对人体造成的损害与每次受照剂量的大小及受照次数有关, 文献<sup>[4-7]</sup>报道, 世界范围内具有放射性的检查中, 所占比例仅为 3%~5% 的 CT 检查所产生的辐照剂量约占总剂量的 35%~45%, 1.5%~2.0% 的癌症是由于 CT 检查时的电离辐射引起的。在保证图像质量能够满足诊断需求的同时尽可能减少不必要的医源性 X 线照射, 低剂量 CT 扫描越来越受到重视; 特别是颅脑疾病患者短期内需多次接受 CT 检查时, 低剂量扫描更具有重要意义。免颅脑及成人头部体模低剂量扫描试验<sup>[8-10]</sup>结果显示, 扫描剂量降低至合适水平时, 图像质量虽有所下降, 但仍能够满足临床需求, 提示低剂量 CT 颅脑扫描是可行的。

随着扫描剂量增加, 受检者辐照剂量增大, 辐射防护也越加困难。CTDIvol 反映整个采集容积的平均剂量, 是评价 CT 单个层面的辐照剂量的参数指标; 而 DLP 反映整个扫描长度采集容积的吸收剂量, 用来评价总的辐照剂量, 在评价 CT 扫描的电离风险中具有重要价值。本研究中, 除管电流外, 其余扫描参数不变, 各低剂量组的扫描剂量均较常规剂量组明显降低, 管电流值由常规剂量组的 240 mAs 降至 100 mAs 时, 图像质量几乎均在可接受范围内, 而 DLP 下降了 60.40%, 显示应用 100 mAs 低剂量 CT 扫描符合医用辐射防护最优化原则, 便于 X 线辐射防护。

颅脑 CT 图像质量的主观评价对象主要包括灰、白质对比, 伪影及影像整体效果。成人颅脑属低对比组织, 研究<sup>[9-14]</sup>表明, 降低管电流可减少 X 线管发射的

光子量,使单位体素内光子密度下降,从而影响低对比分辨率,导致图像均匀性下降,噪声水平增加;相反,当管电流达到一定程度后,继续提高并不能明显降低噪声,图像质量改善也不明显;100 mAs 为噪声变化的临界值,管电流低于 100 mAs 时图像噪声增加明显,高于该值时图像噪声降低并不明显。本研究中,常规剂量组和高于 100 mAs 各低剂量组图像质量并无显著差异,而 80 mAs 组图像颅脑灰、白质对比明显减弱,图像质量受到影响。因此,在保证图像质量可以满足临床诊断的前提下,可能管电流降至 100 mAs 是本机型的最佳颅脑低剂量扫描条件。

综上所述,在成人颅脑多层螺旋 CT 检查中,通过降低管电流实现低剂量扫描简便、可行,管电流为 100 mAs 时图像质量不受影响,却可明显降低受检者的辐射剂量,是应用本机型进行颅脑 CT 体检或短期复查的最优低剂量扫描条件。但在实际工作中,还应根据特殊临床要求、不同个体因素及机型制定个体化扫描方案。

#### [参考文献]

- [1] 关丽明,高振龙,高思佳,等.成人颅脑 CT 低剂量平扫成像的临床初步研究.中国医学影像学杂志,2009,17(5):336-339.
- [2] 张培功,殷志杰,李祥林,等.成人颅脑 CT 低剂量扫描参数的优化研究.滨州医学院学报,2011,34(1):8-11.
- [3] Gündoğdu S, Mahmutyazicioglu K, Ozdemir H, et al. Assessment of image quality of a standard and three dose-reducing protocols in adult cranial CT. Eur Radiol, 2005,15(9):1959-1968.
- [4] 尉可道,蒋学祥.CT 中的放射防护.中国医学影像技术,2009,25(11):2135-2139.
- [5] 张博,龚建平.CT 检查辐射致癌风险的研究进展.国际医学放射学杂志,2009,32(3):217-220.
- [6] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization. Radiology, 2004,230(3):619-628.
- [7] McCollough CH, Primak AN, Braun N, et al. Strategies for reducing radiation dose in CT. Radiol Clin North Am, 2009,47(1):27-40.
- [8] 张树清,龚沈初,王天乐,等.免颅脑低剂量 CT 扫描的图像质量评价及辐射防护意义.苏州大学学报:医学版,2008,28(2):215-217.
- [9] 莫景雄,孙捷,吴惠凤,等.头部体模扫描试验对成人头颅 CT 低剂量扫描的优化初探.放射学实践,2011,26(8):886-889.
- [10] 鲍莉,李学胜,李军,等.小儿头部 CT 扫描中 mAs 变化对辐射剂量的影响.生物医学工程与临床,2009,13(6):513-515.
- [11] 罗焕江.低剂量与常规剂量 CT 扫描在头颅检查中的对比研究.北京生物医学工程,2010,29(1):89-91.
- [12] Britten AJ, Crotty M, Kiremidjian H, et al. The addition of computer simulated noise to investigate radiation dose and image quality in images with spatial correlation of statistical noise: An example application to X-ray CT of the brain. Br J Radiol, 2004,77(916):323-328.
- [13] Zhu X, Yu J, Huang Z. Low-dose chest CT: Optimizing radiation protection for patients. AJR Am J Roentgenol, 2004,183(3):809-816.
- [14] 刘勇,张华.ALARA 理论及 CT 低剂量应用研究进展.中国医学影像技术,2008,24(增刊 1):17-20.

## 《肿瘤影像诊断图谱》已出版

由周纯武教授主编的《肿瘤影像诊断图谱》于 2011 年 6 月由人民卫生出版社出版发行。

《肿瘤影像诊断图谱》是由中国医学科学院肿瘤医院牵头,首都医科大学附属北京天坛医院和北京积水潭医院参与共同编纂完成。

全书共 9 篇 47 章涵盖头颈、胸、腹、盆腔、乳腺、中枢神经系统、骨与软组织多个系统的肿瘤及肿瘤样病变,涉及超声、CT、MRI、PET/CT 等多种影像手段,图片丰富、文字精练、内容精良、印刷精美,是肿瘤影像诊断的经典工具书。

本书定价 228 元。

购书热线:010-67605754/65264830/59787586/59787592。

