·影像技术学·

头部体模扫描试验对成人头颅 CT 低剂量扫描的优化初探

莫景雄，孙捷，吴惠凤，韦蔚，戴国胜，杨经华，王宏

【摘要】 **目的**：通过对头部体模扫描试验，探讨成人头颅 CT 低剂量扫描参数。**方法**：以层厚 10 mm，扫描时间为 1 s，通过改变 mA 值，以 10 mA 为间隔，20～300 mA 间 29 个不同 mA 条件对头部体模进行轴向扫描，对容积 CT 剂量指数（CTDIvol）、噪声（SD）和对比-噪声比（CNR）进行客观评价分析与统计学处理，对图像低密度分辨力进行主观评价。**结果**：①CTDIvol 随 mAs 增大而增大，呈线线关系；与 300 mAs 的 CTDIvol（42 mGy）比较，80～150 mAs 的 CTDIvol（11～21 mGy）下降 73%～50%。②SD 值随 mAs 升高而降低；SD 值随 mAs 变化曲线可分为 SD 改变非常显著段（20～50 mAs）、显著段（50～80 mAs）、缓坡段（90～150 mAs）和平缓段（160～300 mAs）。③CNR 随 mAs 改变与 SD 值改变相反。④SD 值与 CNR 统计学处理：20 mAs 与 30 mAs、30 mAs 与 50 mAs、50 mAs 与 80 mAs、80 mAs 与 150 mAs、150 mAs 与 300 mAs 的各 SD 值及 CNR 有统计学差异（$P<0.05$）；160～300 mAs 的各 SD 值与 CNR 无统计学差异（$P>0.05$）。⑤图像 LCR 主观评价：20～50 mAs，分辨低密度圆柱体困难；50～80 mAs，主观图像质量明显下降，图像对诊断有影响；90～150 mAs 主观图像质量有一定改变；160～300 mAs 主观图像质量改变不明显。**结论**：80～150 mAs 为低对比要求较高的成人颅脑低剂量平扫可用区间，为临床降低扫描剂量提供了依据。临床患者检查，可以用 100 mAs 进行平扫，CT 剂量指数明显降低。

【关键词】 体模，显像术；放射摄影术；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(2011)08-0886-04

Optimization of parameters for low-dose nonenhanced adult head CT scanning: a head phantom study MO Jing-xiong, SUN Jie, WU Hui-feng, et al. Department of Radiology CT Room, Hezhou City People's Hospital, Guangxi 542800, P. R. China

【**Abstract**】 **Objective**: To develop optimized acquisition parameters for low-dose CT of the adult head. **Methods**: A head phantom was scanned with the following parameters: slice thickness, 10mm; scanning time, 1s, tube current, 20～300mA at each 10mA interval. The CT dose volume index (CTDIvol), the imaging noise (SD, standard deviation of CT number) and contrast-to noise-ratio (CNR) were measured and analyzed statistically. The low contrast resolution (LCR) was assessed subjectively. **Results**: ①The CTDIvol was linearly increased according to the rise of tube current. The CTDIvol values were 42mGy at 300mAs, 21mGy at 150mA, 11mGy at 80mA. ②The SD value was reduced by increasing tube current. The SD-mAs curve was extremely steep downward in segment 20～50mAs, steep downward in segment 50～80mAs, transitional in segment 90～150mAs, and flat in segment 160～300mAs. ③CNR was increased according to the rise of mAs. ④CNR was significantly ($P<0.05$) increased with the descent of SD value of 20～30mAs, 30～50mAs, 50～80mAs, 80～150mAs, and 150～300mAs, however, CNR was not significantly increased ($P>0.05$) with the descent of SD value of w 160～300mA. ⑤In terms of subjective assessment of LCR, it was difficult to differentiate the low density cylinders at 20～50mAs. Subjective image quality was obviously decreased and the diagnosis of head diseases could be significantly influenced between 50 and 80mAs. Subjective image quality was decreased to a certain degree between 90 and 150mAs, while degradation of subjective image quality wasn't found at 160～300mAs. **Conclusion**: 80～150mAs is optimized acquisition parameter for low-dose unenhanced CT scan of the adult head, providing diagnostic quality with reasonable radiation dose for the patients in clinical practice. The CTDIvol can be remarkably reduced with 100mAs in clinical examination.

【**Key words**】 Phantoms, imaging; Radiography; Tomography, X-ray computed

CT 是一种高辐射剂量的检查手段，在放射学检查中，CT 检查占 5%，但辐射剂量占所有 X 线检查总剂量的 34%[1]，低剂量检查成为目前关注的焦点。杨智云等[2]调查发现，国内头部平均毫安秒（mAs）为 189.4 mAs、容积 CT 剂量指数（CTDIvol）为 47 mGy，CT 检查条件剂量不规范、不统一，有待优化。放射科工作人员有减低患者所受 CT 辐射剂量的义务与责任。本文通过头部体模扫描试验，了解 CT 机性能，旨在优化成人头颅 CT 低剂量扫描，合理减少辐射剂量。

材料与方法

1. 实验仪器

采用使用 Philips MX8000 双层螺旋 CT 机，对 CT 机配置 AAPM 体模头模部份进行扫描，该体模呈

作者单位：542800 广西，贺州市人民医院放射科 CT 室
作者简介：莫景雄（1976－），男，广西富川人，主治医师，主要从事放射及 CT 诊断工作。
基金项目：广西贺州市科学技术局科研课题项目（贺科能 0911002Y）

直径 200 mm 圆柱体，PVC 外壳厚 8 mm，内充以水及若干测试模块。

2. 扫描方法

对头部体模固定层面进行扫描，每个组重复扫描 3 次。管电压为 120 kV，扫描时间 1 s，管电流为 20～300 mA，以 10 mA 为间隔的 29 个 mA 值扫描。扫描方式为轴面扫描，层厚 10 mm×2，视野 220 mm；图像重建中心 X、Y 轴点固定，标准图像重建，EB 滤过。

3. 评价方法

X 线照射剂量：采用显示器显示 CTDIvol 作为 X 线照射剂量指标，在扫描完成后，CT 机显示器即可显示 CTDIvol。噪声(SD)：在头部体模背景(水)CT 值的 SD 值作为图像噪声指标。在工作站进行测量。兴趣区(ROI)位于图像中心，呈圆形，面积为 300 mm^2。将 ROI 复制到所有扫描图像上，保证 ROI 的位置、形状和大小完全一致。对比-噪声比(contrast noise ratio, CNR)：在头部体模测量 CNR，ROI 呈椭圆形，面积为 100 mm^2。将 ROI 复制到所有扫描图像上，保证 ROI 的位置、形状和大小完全一致。记录相应的 CT 值及 SD 值，并计算 CNR 值，公式(1)为：

$$CNR=\frac{CT_O-CT_B}{SD_B}\ [3] \qquad (1)$$

其中 CT_O 为测量模低密度物质柱(脂肪)的 CT 值，CT_B 为背景区域(水)的 CT 值，SD_B 为背景区域 CT 值的 SD 值。

主观评价低密度分辨力(low contrast resolution, LCR)：在头部体模图像上观测 LCR，在工作站上，图像不放大或缩小，窗宽 140 HU，窗位 70 HU。由 3 位工作 5 年以上的放射科医师对图像进行盲法读片观察，不显示图像的扫描条件，分析所选取图像低密度分辨力测试区低密度圆柱体的个数以及低密度圆柱体边缘情况。

4. 统计分析

应用 SPSS 13.0 软件，采用单因素多因变量方差分析(Tukey)，分析图像噪声、CNR，当 $P<0.05$ 时被认为差异具有统计学意义。

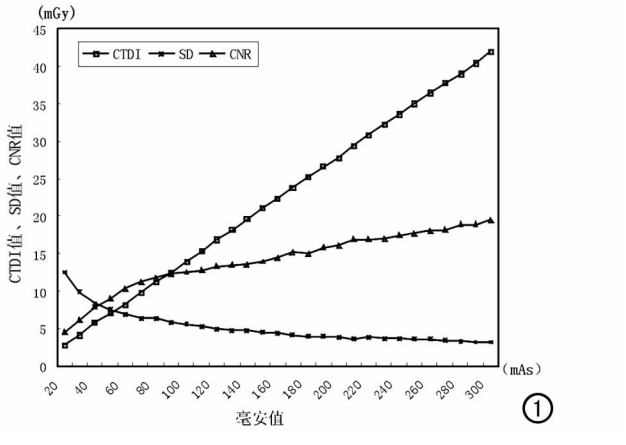

图 1 CTDI、SD、CNR 随 mAs 的变化示意线图

结 果

1. X 线照射剂量

CTDIvol 随管电流量(mAs)的下降而减低，呈线线关系(图 1)。与 300 mA 的 CTDIvol (42 mGy)比较，80～150 mA 的 CTDIvol (21～11.2 mGy)下降 50%～73%。

2. 图像噪声(SD)与对比-噪声比(CNR)

SD 值随 mAs 升高而降低；CNR 随 mAs 升高而升高，与 SD 值改变相反(图 1)。SD 值随 mAs 变化曲线可分为 SD 改变非常显著段(20～50 mAs)：随 mAs 升高，SD 降低改变非常明显；显著段(50～80 mAs)：随 mAs 升高，SD 降低改变明显；缓坡段(90～150 mAs)：随 mAs 升高，SD 降低改变较慢；平缓段(160～300 mAs)：随 mAs 升高，SD 降低改变不明显，平缓。

SD 值与 CNR 统计学处理：20 mAs 与 30 mAs、30 mAs与 50 mAs、50 mAs 与 80 mAs、80 mAs 与 150 mAs、150 mAs 与 300 mAs 的各 SD 值、CNR 有统计学差异($P<0.05$)；300～160 mAs 的各 SD 值与 CNR 无统计学差异($P>0.05$)。

3. LCR 观察

20～50 mAs 的图像分辨低密度圆柱体困难。80～300 mAs 的图像均可显示低密度圆柱体的个数。50～80 mAs 的图像质量明显下降，对细小结构观察有影响。90～150 mAs 的图像质量有一定改变，圆柱体边缘模糊增加，锐利度下降；160～300 mAs 的图像质量改变不明显(图 2～5)。

讨 论

1. 测试方法分析

噪声是影响 CT 中 LCR 最直接、最密切相关的因素，噪声的增大或减小，必然同时引起 CT 中 LCR 的增大或减小，所以可以借助噪声来分析 CT 机 LCR 的影响因素，IEC 的 CT 标准就规定只测噪声，不测低对比度分辨力。用噪声来衡量 LCR，则只用简单的测量工具就能得到结果，人为误差小。CNR 直接决定了图像质量与病变检出的敏感性[4]。低对比度观测采用传统方法，通过人眼的观察来辨识低分辨力圆柱体，非常直观，结果具个人主观性。在扫描参数上，影响患者所受辐射剂量的 CT 参数包括：管电压、管电流、扫描方式、螺距、校正场、扫描范围、准直、扫描时间等[5]。管电流量与辐射剂量之间呈线性关系，辐射剂量率随管电流下降而下降，本实验亦证实。所以降低管电流量

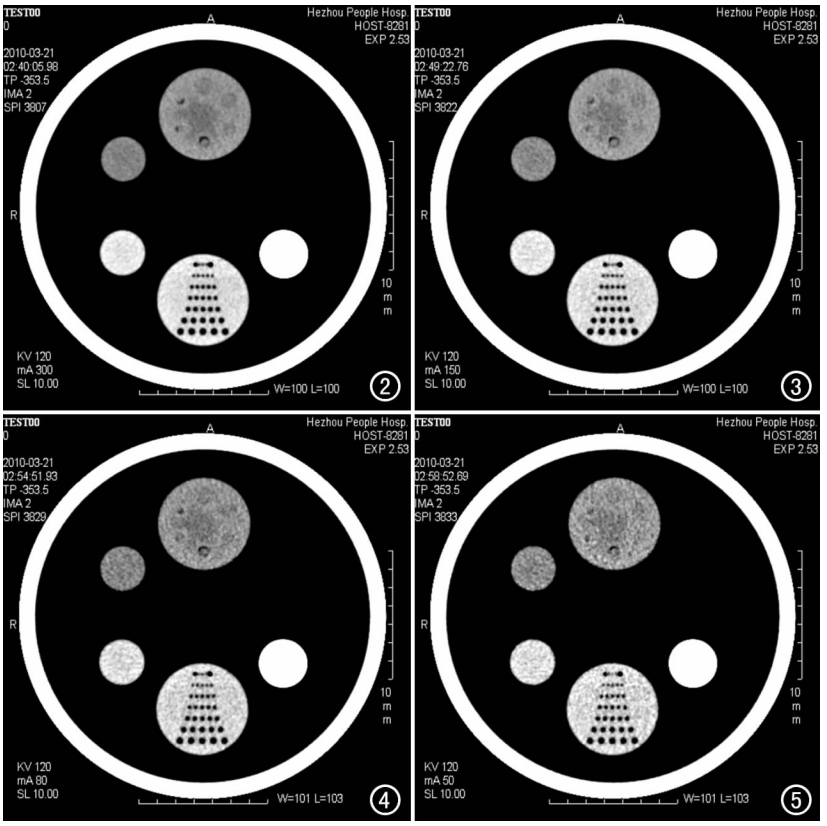

图 2 300 mA，低密度分辨力模块内各圆柱体显示清晰，边缘锐利。

图 3 150 mA，低密度分辨力模块内各圆柱体显示清晰，边缘锐利度下降，边缘模糊。 **图 4** 80 mA，低密度分辨力模块内各圆柱体大致显示，观察有一定困难。 **图 5** 50 mA，低密度分辨力模块内部分圆柱体显示观察有困难。

为低剂量研究的主要方式，本测试固定扫描时间为 1 s，管电流值(mA)等同于管电流量值(mAs)。扫描的体模采用 AAPM 体模的头模部份，直径 200 mm，PVC 外壳厚约 8 mm，内填充水与多外测试模块，较接近成人颅脑，成人颅脑大小相对固定，实验测试结果可以在实际应用中参考。颅脑有 X 线衰减较明显的颅骨环，内部脑组织密度差异小，受此影响，不可能很大幅度降低 mAs；通过体模扫描试验，确定合理的低剂量扫描区域，简便易行，符合合理使用低剂量(ALARA)原则。

2. 图像质量分析

反映头颅 CT 图像质量的参数有图像噪声、CNR、高密度对比分辨力、低密度对比分辨力等。CT 图像质量和 X 线辐射剂量直接相关联，在管电压不变的前提下，管电流量是反映 CT 辐射剂量的重要参数。辐射剂量大小主要影响 LCR，对高密度对比分辨力影响不大[6]。X 线球管 mAs 增加 100%，图像噪声降低 41.4%[7]，管电流量的降低则使象颅脑这样的低对比分辨力组织的图像质量受到影响增大，保证图像质量的同时，mAs 的降低空间相对较小。本研究中，管电流量从 20 mAs 逐渐增大到 300 mAs，160～300 mAs 区 SD 和 CNR 无明显差异，SD 值上升相对平缓，CNR 变化较小，与主观评价是一致的。80～150 mAs 区 SD 值和 CNR 增高，变化增快，主观图像评价颗粒增粗，锐利度下降，对细节的显示影响有限，是低剂量扫描可采纳区值，辐射量下降 50% 以上。80 mAs以下噪声增高，不同管电流量值间噪声改变增大，对较小低密度结构显示有困难，受个体差异影响增大，图像质量改变会增大，则不宜采用或谨慎采用。

3. 临床应用价值

不同机型间的工作特性差异性[8]与个体差异影响，CT 低剂量扫描不应使用管电流量绝对值。体模扫描试验是有必要的，有助于了解自己 CT 机特性，了解满足影像质量的参考设定范围。本测试结果，80～150 mAs 噪声变化相对慢，主观观察图像质量有一定影响，但不影响观察，对于低分辨力要求较高的脑组织，我们认为，80～1500 mAs 为成人颅脑低剂量平扫可采用区间，临床患者检查，基于噪声值比较与主观观测，认为 100 mAs 为本机型颅脑合理的低剂量扫描点，可以用 100 mAs 进行平扫，CTDIvol 明显降低。对病变复查、病变密度较高或较低的特殊病患者，可适当降低，但对于以发现病变为目的的常规平扫，建议不小于 80 mAs 的低剂量扫描。有文献报道[9]头颅低剂量扫描应用到 90 mA 对诊断并无明显影响。测试中噪声的变化，也可以用于其他技术的提高与指导。对于头颅其他高对比部位，如鼻窦与耳颞，可以接受更高的噪声，50 mAs 处拐点区，可认为是高对比部位使用指导区域。在实际临床应用，管电流量绝对值并不能应用于所有状况，受不同机型[8]、层厚[10]、螺距[11]、个体因素(诸如头围[12]和颅骨等[13])以及特殊的临床要求影响，待实践中进一步探索，建立个体化扫描方案。

参考文献：

[1] Valentin J. Managing patient does in computed tomography[J]. Ann ICRP, 2007, 37(1): 1-79.

[2] 杨智云，陈星，初建平，等. 头颈部多层螺旋 CT 辐射剂量调查[J]. 临床放射学杂志，2008，27(5)：597-600.

[3] Funama Y, Awai K, Nakayama Y, et al. Radiation dose reduction without degradation of low-contrast detectability at abdominal-multi-section CT with a low-tube voltage technique phantom study[J]. Radiology, 2005, 237(3): 905-1000.

[4] 赖爱平，龚方戚，章士正. 儿童 CT 检查射线剂量优化原则[J]. 中国儿童保健杂志，2005，13(4)：342.

[5] 杨克桎，林木炎，林意群，等. CT 低对比度分辨力性能检测体模分

析[J]. 中国医学物理学杂志,2002,19(1):24-25.
[6] 秦维昌,刘传亚,亓恒涛. 重视医用 X 线检查低剂量成像方法学研究[J]. 中华放射学杂志社,2008,41(10):1013-1014.
[7] Hsieh J. Nonstationary noise characteristics of the helical scan and its impact on image quality and artifacts[J]. Med Phys,1997,24(9):137-142.
[8] 葛丽娟,赵兰才,侯长松,等. 螺旋 CT 机辐射剂量的评价[J]. 中华放射医学与防护杂志,2003,23(2):108-109.
[9] Mullins ME, Lev MH, Bove P, et al. Comparison of image quality between conventional and low-dose nonenhanced head CT[J]. AJNR,2004,25(4):533-538.
[10] 李婧,张莹. 多层螺旋 CT 低剂量与图像质量相关性的研究[J]. 医疗设备,2009,22(5):11-14.
[11] 余晓锷,林意群,杨金城. 不同螺距对螺旋 CT 图像噪声影响的实验研究[J]. 中国医学物理学杂志,1999,16(4):218-219.
[12] Gündogdu S, Mahmutyazicioglu K, Ozdem ir H, et al. Assessment of image quality of a standard and three dose-reducing protocols in adult cranial CT[J]. Eur Radiol,2005,15(9):1959.
[13] Chan CY, Wong YC, Chau LF, et al. Radiation dose reduction in pae-diatric cranial CT[J]. Pediatric Radiology,1999,29(10):770.

(收稿日期:2010-05-12 修回日期:2010-11-22)

深部囊性结肠炎一例

·病例报道·

熊颖, 裴贻刚

【中图分类号】R814.42; R816.5 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2011)08-0889-01

病例资料 患者,女,50 岁,因腹胀不适 6 天,B 超发现腹部包块 4 天入院。腹部查体:腹部稍膨隆,肝脾肋下未及,未扪及明显包块,全腹无压痛。血检无明显异常,CA19-9 和 CEA 均不高。CT 检查:横结肠近肝曲处系膜缘肠壁增厚,可见一 5.0 cm×3.7 cm 囊实性占位,囊壁边缘可见轻度强化小结节。CT 诊断:横结肠近肝曲处肿瘤性病变(图 1~3)。

手术可见:结肠肿块位于升结肠浆膜面,约 4 cm×4 cm 大小,为囊性包块,其对应结肠粘膜面可及实性肿块,结肠系膜可及较多肿大的淋巴结。行右半结肠切除术。病理片光镜下显示黏膜下层见腺体呈囊状扩张,内充满黏液,囊壁内衬扁平及柱状上皮,细胞无异型性(图 4)。病理诊断:慢性结肠炎伴溃疡形成及深部囊性结肠炎改变。

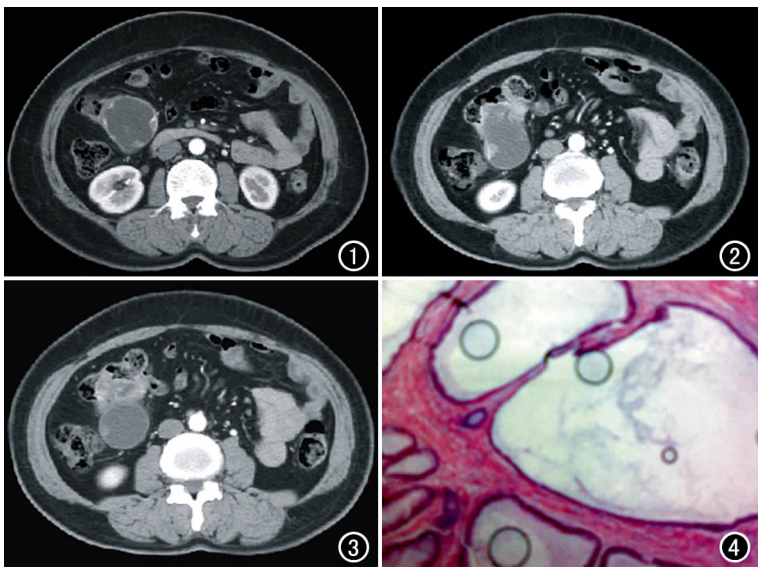

图 1 CT 上腹部增强,动脉期图像(约平 L_3 上缘水平)横结肠近肝曲处见一长径 5 cm 的囊实性包块(箭)。 **图 2** 动脉期图像,图 1 下 2 cm 层面,附壁有强化小结节(箭)。 **图 3** 动脉期图像,图 1 下 2.5 cm 层面,包块渐小并突向肠腔外生长(箭),整个病变范围从上至下约 5 cm。 **图 4** 光镜下显示粘膜下层部分腺体扩张呈囊腔,囊壁光整,内含粘液(×400,HE)。

讨论 深部囊性结肠炎(colitis cystica profunda, CCP)是一种非常少见的良性结肠、直肠疾病,偶见于胃和小肠,1957 年被发现并首次命名。确切病因不明,多数认为肠道本身的慢性炎症可能为本病的发病原因。病理主要特征:黏膜下及浅肌层可见被覆腺上皮的充满黏液的囊腔(或黏液池),使黏膜呈息肉状突入肠腔,常合并黏膜多发或单发溃疡。发病者多见于年轻人[1]。

临床表现为腹痛腹泻、便血,病程长者出现腹部包块;结肠镜下观察可有黏膜糜烂、溃疡形成及单发或多发性息肉,或表现为肠腔狭窄及肠壁僵硬,活检由于取材表浅通常很难确诊。此病的症状与内镜表现与其他一些炎性肠病相比无特征性表现,另外由于临床医生认识不足,易误诊为肠癌等其他疾病,国内外报道者多因误诊为其他疾病,手术后病检为囊性结肠炎[2]。

此例 CCP 另一特点为黏膜下层的囊腔样病变突向肠腔外生长,十分少见。CT 和 MRI 等影像学技术有利于该病诊断,可以显示发生囊腔病变的位置、大小、来源,必要时可测量 CT 值分辨囊实性[3]。鉴别诊断:主要有消化道良恶性肿瘤,其次为囊肿、息肉、炎性肠病,以及源于肠外的囊性病变,如子宫内膜异位症等。

参考文献:

[1] Guest CB, Reznick RK. Colitis cystica profunda. Review of the literature[J]. Dis Colon Rectum,1989,32(11):983-988.
[2] Sarzo G, Finco C, Parise P, et al. Colitis cystica profunda of the rectum: report of a case and review of the literature[J]. Chir Ital,2005,57(6):789-798.
[3] Inan N, Arslan AS, Akansel G, et al. Colitis cystica profunda: MRI appearance[J]. Abdom Imaging,2007,32(2):239-242.

(收稿日期:2010-08-16 修回日期:2011-01-11)

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科
作者简介:熊颖(1982-),女,湖北武汉人,硕士,医师,主要从事影像诊断工作。