

降低照射剂量在头颅多排 CT 中的临床应用

彭珂文, 沈比先, 黎刚, 田荪, 孙冰, 古治梅

【摘要】 目的:对比降低照射剂量前后头颅多排 CT 的图像质量,探讨低剂量头颅 CT 临床应用的可行性。**方法:**头颅 CT 受检者随机分组,用原设置的标准条件和不同的低剂量条件分别扫描,采用不同重建卷积函数成像,对图像质量行等级盲法评价。**结果:**半剂量条件下采用适当的重建卷积函数,其图像质量与标准条件下差异并无显著性意义。**结论:**利用现有设备,适当降低头颅 CT 的照射剂量,同时确保成像质量是完全可行的。

【关键词】 辐射剂量; 颅脑; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814. 42; R814. 2 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1000-0313(2006)04-0397-03

The Application of Reducing the Radiation Dose of Head Multi-Detector Row CT PENG Ke-wen, SHEN Bi-xian, LI Gang, et al. Department of Radiology, Nan Shan Ren Ming Hospital, Guangdong 518052, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the value of low dose CT scans in the head, by comparing the quality among the head images scanned with standard dose and different low doses. **Methods:** People who underwent head CT scans were divided into several groups at random. Images were achieved by different dose scans and reconstructed with different kernels. The quality of images was assessed by a blind method. **Results:** No distinct statistic qualitative difference was found between the standard and half dose scans with a suitable kernel. **Conclusion:** It is feasible to lower the radiation dose of head muti-detector row CT, which will not affect the quality distinctly.

【Key words】 Radiation dose; Head; Tomography, X-ray computed;

随着 CT 的普及和应用范围的扩展,在确保图像质量的前提下,尽可能减低 CT 的照射剂量,得到越来越广泛的关注。目前,肺部的低剂量扫描已得到一定程度推广应用,探讨腹部低剂量扫描的国外文献也时有报道,而头颅低剂量扫描的相关文献甚少。本文拟对低剂量头颅 CT 临床应用的可行性进行探讨。

材料与方法

第一阶段:40 例受检者,男 28 例,女 12 例,年龄 34.3±15.2 岁,系因交通事故、斗殴等申请鉴定者,无既往病史,CT 无阳性发现。在受检者知情同意的情况下,随机均分为 I、II 两组,短期内先后用原设置的标准条件和不同低剂量条件分别扫描 2 次,然后采用 3 种不同重建卷积函数(Kernel)成像,详见表 1。

CT 为 Siemens Sensation 4,采用非螺旋扫描,准直器宽 5 mm,层厚层距 10 mm,共 10 层,扫描线基线为听眉线,以避免开状体。

参照欧共体标准和国内张忠嘉等^[1]的研究,对图像质量进行等级量化评分。评价范围包括从颅底到颅顶层面 10 幅图。评价指标为灰白质界线、基底节、脑

表 1 I、II 组扫描成像条件

扫描成像条件	I 组	II 组
标准		
kV	120	120
mA	260	260
Kernel	40	40
CDTI	48	48
低剂量		
kV	120	120
mAs	130	87
Kernel1	40	40
Kernel2	30	30
Kernel3	20	20
CDTI	24	16

室系统、中脑周围脑脊液腔隙、整个脑脊液腔隙、图像颗粒度,对应权重系数分别为 2、2、1、1、1、3。颅内结构评价等级为清楚、较清楚、一般、较模糊、模糊,颗粒度则分为细、较细、一般、较粗、粗,对应得分分别为 5、4、3、2、1。图像质量总分 A 为 6 项指标得分与其权重系数乘积之和,总分 B 则为前 5 项指标得分与其权重系数乘积之和。

观察设备为 Siemnnns Syngo Speaking 工作站,窗宽、窗位、显示器等均为原标准设置,显示屏 21 in。评价由两位有 8 年以上 CT 工作经验,并从事本 CT 工作 1 年以上的资深放射科医生,各自独立对各次 CT 扫描图像以随机顺序进行盲法评价,各指标得分取平

作者单位:518052 广东,深圳市南山人民医院放射科
作者简介:彭珂文(1973—),男,重庆人,主治医师,主要从事 CT 和 MRI 诊断工作。

均值。

第二阶段:另 90 例受检者,男 56 例,女 34 例,年龄(36.1 ± 16.5)岁,对象来源同前,随机分为Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ 3 组,分别利用标准条件或筛选后的半剂量条件扫描成像,详见表 2。扫描方式和范围同前。

表 2 Ⅲ~Ⅴ组扫描成像条件

组别	KV	mAs	Kernel	CDTI
Ⅲ组	120	260	40	48
Ⅳ组	120	130	30	24
Ⅴ组	120	130	20	24

仍由上述两位医生通过观察激光胶片图像进行评价,评价方法同前。激光相机为 Kodak DryView 8700,激光胶片为 Kodak DryView,14 in×17 in。

使用 SPSS 11 进行统计分析,对两阶段中降低剂量前后图像质量的评分结果分别行配对资料、独立样本间均数的 t 检验。

结 果

第一阶段实验中(图 1、2):Ⅰ组,kernel=20 时,降低剂量前后总分 A、B 差异均无显著性意义;kernel

=30 时,降低剂量前后总分 B 差异无显著性意义,总分 A 则差异有显著性意义。Ⅱ组,降低剂量前后的总分 A、B 差异均有显著性意义。详见表 3。取 $\alpha = 0.01$ 。

表 3 Ⅰ、Ⅱ组评分结果和 t 检验 P 值

条件评分	总分 A(P 值)	总分 B(P 值)
Ⅰ组标准	48.2±2.0	33.6±1.4
Ⅰ组 1/2 剂量		
Kernel1	42.3±4.4(0)	31.6±1.6(0.003)
Kernel2	45.7±3.9(0.005)	32.5±2.9(0.083)
Kernel3	46.6±3.7(0.037)	32.9±2.7(0.226)
Ⅱ组标准	48.1±3.0	33.8±1.8
Ⅱ组 1/3 剂量		
Kernel1	34.9±6.2(0)	26.7±4.1(0)
Kernel2	38.8±6.4(0)	29.2±4.2(0)
Kernel3	39.7±5.7(0)	29.3±4.0(0)

第二阶段实验结果:Ⅳ、Ⅴ组总分 A、B 与Ⅲ组差异均无显著性意义,详见表 4。

表 4 Ⅲ~Ⅴ组评分结果和 t 检验 P 值

分值	Ⅲ组	Ⅳ组(P 值)	Ⅴ组(P 值)
总分 A	48.1±1.9	46.3±4.7(0.054)	46.6±3.2(0.030)
总分 B	33.4±1.2	32.6±2.5(0.145)	32.7±2.0(0.132)

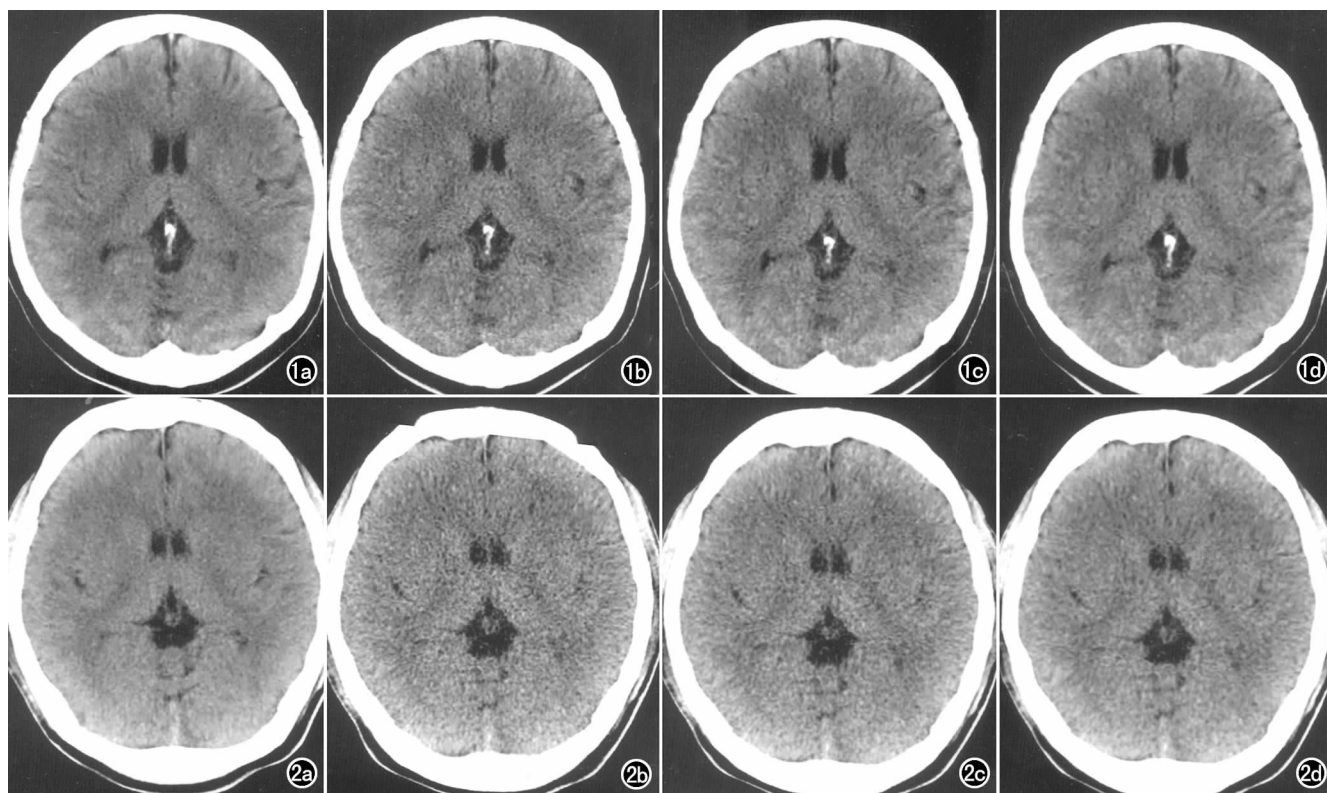


图 1 a) 标准条件图像; b~d) 1/2 照射剂量。b) kernel 40, 较 a 图颗粒度增粗, 灰白质对比度略下降; c) kernel 30, 较 b 图颗粒度明显改善, 灰白质对比提高, 与 a 图质量差异明显缩小; d) kernel 20, 质量较 c 图略改善, 与 a 图相似。图 2 a) 标准条件图像; b~d) 1/3 照射剂量。b) kernel 40, 较 a 图颗粒度显著增粗, 灰白质对比度略下降; c) kernel 30, 质量较 b 图改善; d) kernel 20, 质量较 c 图改善。但图 2 中 b~d 图与 a 图的质量差异较图 1 明显加大。

讨 论

CT 广泛应用的同时,受检群体的受照剂量也大为增加。2000 年联合国科学委员会(The United Nations Scientific Committee)关于原子照射的调查报告显示,世界范围内的医学放射性检查中,比例为 5% 的 CT 检查产生的照射剂量约占总剂量的 34%^[2]。国内尚缺乏确切的统计数据,但据现有文献^[3]国内 CT 数量从 1990 年不足 500 台增至 2000 年 3500 余台,照射剂量的增加是可以想象的。

降低照射剂量的策略无外乎 CT 本身技术的提升和对现有设备扫描参数的优化。而前者作为核心问题属于厂商的产品研究。对于后者,主要的影响参数是管电流、管电压、准直器宽度、进床速度与 pitch 值^[2,4]。鉴于头颅 CT 多用非螺旋扫描方式,本实验采用降低管电流的方法,而其它扫描参数保持原标准值不变。

CT 图像质量的影响因素包括空间、密度分辨率^[5]。前者影响因素主要有球管焦点尺寸、Kernel 值、探测器孔径、扫描像素大小、重建矩阵大小。后者所受影响表现为信噪比的改变,主要因素为管电流、Kernel 值,还包括物体的大小、对比度、监视器的分辨率、激光相机与胶片质量等。其中,降低 Kernel 值也就降低了截止频率,滤去高频噪声,提高了密度分辨率,但同时也滤掉高频数据,使空间分辨率降低^[5],此时 CT 图像上组织密度差异的对比增加,图像颗粒度变细,但锐利度降低。李坤成等^[6]的研究表明密度分辨率是影响 CT 图像质量评价的主要因素,而空间分辨率对其影响甚微。本实验结果也反映了这一特点。显然,实验中管电流的减低必然降低信噪比,因此,我们在降低管电流的同时采取了降低 kernel 值的策略,对密度分辨率进行补偿。

关于成像质量的评价方法,国外一些学者常用病灶的检出率进行 ROC 曲线评价。但病灶的检出能力并不一定与成像质量成正比,如高密度的大病灶即使在成像质量很低的情况下仍能获得高检出率,其结论不具有普遍性。因此,实验中我们仍然使用阴性检查对象进行成像质量的评价,因为正常解剖结构的成像质量是诊断的基础,反映了检出病变的潜在能力。

欧共体标准中,我们采纳了全部 5 项指标,除前两项很敏感外,后 3 项即使在 1/3 剂量条件下也基本不受影响。对于国内张忠嘉等^[1]研究中出现的不同指标,我们采纳了“图像颗粒度”这一敏感指标,而“图像伪影”、“CT 值是否在正常范围”是反映 CT 机本身性

能状态异常与否的指标,适于不同设备间的评价。头颅 CT 中关注的后颅窝伪影,主要是由于 X 线束硬化及部分容积效应产生,与照射剂量并不相关^[7],本实验也未发现降低照射剂量对此的影响。

从两次实验结果可以看出,1/2 剂量条件下,无论使用显示器或胶片观察,适当调低 kernel 值确保成像质量是可行的,虽信噪比有下降,但完全可以接受。kernel 值的调低,一定程度弥补了密度分辨率的下降;但实验结果显示 kernel 值调低到一定程度以后作用就不再显著。而 1/3 剂量条件下与标准条件间就存在统计学差异。

噪声对成像质量评价的影响主要是对图像总体感官的影响^[6]。实验中在不计入反映噪声的“颗粒度”时,低剂量条件下的得分与标准条件得分的差异有所缩小。而头颅图像中最为关心的是密度差最小的灰白质的对比。事实上,即使在 1/3 剂量,或不改变 kernel 值的 1/2 剂量条件情况下,实验中有相当一部分图像,其评分虽与标准条件下有统计学差异,但对灰白质组织结构的观察,是可以达到诊断要求的。因此,实际工作中,在半剂量条件基础上,还可以进一步调低管电流,尤其是对少年儿童或多次复查的患者。

观察手段、CT 机、参照标准、评价者、甚或观察时段的不同,其结果将会有所出入。本实验半剂量条件下的两次实验统计结果略有差异,考虑主要与主观判别差异、观察手段的不同有关。但总的来讲,利用现有设备,适当调低管电流,减少受检者的照射剂量,同时确保成像质量,是简便可行的。

(注:1in=2.54cm)

参考文献:

- [1] 张忠嘉,章宗穆,王亮,等. CT 照片质量临床评价标准的研究[J]. 医疗设备信息,2001,9(1):5-10.
- [2] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT Radiation dose Optimization[J]. Radiology, 2004, 230(3):619-628.
- [3] 岳保荣,范瑶华. 全国 CT 应用质量管理现状和建议[J]. 中华放射医学与防护杂志,2002,22(2):132-133.
- [4] Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, et al. CT of the Head by Use of Reduced Current and Kilovoltage; Relationship between Image Quality and Dose Reduction[J]. AJNR, 2000, 21(10):1654-1660.
- [5] 卢东生,李铁一. CT 图像质量的影响因素及高分辨率 CT 图像扫描参数的选择[J]. 中华放射学杂志,1998,32(6):410-413.
- [6] 李坤成,王亮,王晓峰,等. CT 机技术参数与 CT 片质量的相关性分析[J]. 中华放射学杂志,2004, 38(4):373-376.
- [7] 崔世民,王怡,谢文石. 计算机体层成像[M]. 北京:人民卫生出版社,2003. 88-91.

(收稿日期:2005-08-03 修回日期:2005-11-04)