

两种 CT 胸部扫描模式下 DLP 值的测量与分析

刘芳,王小山,陈英民,宋钢,刘乾,牛菲

山东省医学科学院放射医学研究所 山东第一医科大学,山东 济南 250062

摘要: **目的** 通过对 CT 胸部常规扫描与低剂量扫描模式下的剂量长度乘积(DLP)值进行比较,为 CT 胸部扫描时的条件选择提供数据参考。**方法** 采用 CT-DP 检测探头和标准 CT 剂量体模,测量 GE Revolution 型 256 排 CT 胸部常规扫描模式与低剂量扫描模式下的 DLP。**结果** 对胸部低剂量模式, Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式, DLP 测量值 60.16 mGy·cm; Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式, DLP 测量值 33.65 mGy·cm。胸部常规扫描模式, DLP 测量值 276.68 mGy·cm。胸部常规扫描模式 DLP 值是 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 8.22 倍,是 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式的 4.60 倍。而同为胸部低剂量扫描,根据受检者体型不同,选择 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式 DLP 值是 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 1.79 倍。**结论** 选择低剂量 CT 进行胸部扫描能显著降低受检者剂量,对体型瘦小的受检者选择合适的胸部低剂量扫描模式也会明显降低所受剂量。

关键词: CT 剂量分析仪;剂量长度乘积;低剂量 CT 扫描

中图分类号:R144.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-714X(2019)06-0633-04

Measurement and analysis of DLP values in two chest CT scanning modes

LIU Fang, WANG Xiaoshan, CHEN Yingmin, SONG Gang, LIU Qian, NIU Fei

Institute of Radiation Medicine, Shandong Academy of Medical Sciences Shandong First Medical University, Jinan 250062 China

Abstract: **Objective** By comparing the dose length product (DLP) values of routinechest CT scanand low-dose CT chest scan, we can provide data for the selection of chest CT scan conditions. **Methods** Using a CT Dose Profiler(CT-DP) and a standard CT dose phantom, we measured DLPs in the routineand low-dose chest CT scanning modes by GE revolution 256-slice CT. **Results** Forlow-dose chest scanning modes: in Chest_Lowdose LARGE SIZE mode, DLP measured was 60.16 mGy·cm; in Chest_Lowdose SMALL SIZE mode, DLP was 33.65 mGy·cm;and for routine chest scan, DLP was 276.68 mGy·cm. The DLP value ofthe routine chest scanning mode is 8.22 times larger than that ofChest_Lowdose SMALL SIZE mode, and 4.60 times larger than that in the Chest_Lowdose LARGE SIZE mode. And for the two low-dose chest scans, depending on the size of the subject, the DPL of Chest_Lowdose LARGE SIZE mode was 1.79 times larger than that of Chest_Lowdose SMALL SIZE-mode. **Conclusion** Low-dose chest scan can significantly reduce the dose of the subject, and choosing a suitable low-dose chest scan for the subject with a small size will also significantly reduce the dose.

Key words: CT Dose Profiler(CT-DP); Dose Length Product(DLP); Low-Dose CT Scan

Corresponding author: NIU Fei, E-mail: niufeimeng@126.com

肺癌一直以来是世界范围内患病率以及病死率最高的恶性肿瘤。尽管近些年来在治疗方面取得了一定的进展,但目前肺癌 5 年生存率仅仅为 15% ~ 16%^[1-2],并且预后仍无明显改观。有多项研究表明,CT 在检测肺癌方面优于普通 X 射线摄影^[3-5],但常规 CT 对人体辐射剂量较高。随着 Naidich 等^[6]于 1990 年首次提出了低剂量 CT 概念,国内外学者对低剂量 CT 应用于肺癌筛查进行了深入的研究。

本研究采用 CT-DP 检测探头和标准 CT 剂量体

模,测量 GE Revolution 型 256 排 CT 胸部低剂量扫描模式与常规扫描模式下的 DLP,克服了传统电离室(100 mm)难以胜任在宽射线束条件下进行 CT 剂量测量和质量评估的缺陷,得出两种模式下所受剂量的比例关系。为 CT 检查时选择合适的扫描模式,降低受检者所受剂量提供参考。

1 材料与方法

1.1 仪器设备 (1)CT:GE 公司 Revolution 型 256 排

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划项目(2016WSA18040);山东省医学科学院医药卫生创新工程
作者简介:刘芳(1983—)女,硕士,助理研究员,主要从事放射防护检测与评价工作。E-mail: liufangstu@yeah.net
通讯作者:牛菲,E-mail: niufeimeng@126.com

CT,探测器宽度 160 mm,胸部扫描模式下具有 Chest_Lowdose LARGE SIZE 及 Chest_Lowdose SMALL SIZE、CHEST(常规扫描)等模式。其中 Chest_Lowdose LARGE SIZE 和 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式是按照受检者体型进行分类,分为体型肥大胸部低剂量模式和体型瘦小胸部低剂量模式;

(2)标准 CT 剂量体模:长 15cm,内径 32cm,有机玻璃制成;

(3)RTI 公司生产的 Piranha 型 X 射线检测仪(配置 CT 剂量分析仪,简称 CT-DP),该设备经中国计量科学研院校准。CT-DP 主要性能指标见表 1。

表 1 Piranha 型 X 射线检测仪 CT-DP 参数

性能	参数
剂量率	40 nGy/s ~ 760 mGy/s
精度	+ 5% 或 10 nGy/s
空间分辨率	0.25 mm
探头长度	169 mm

1.2 检测条件 对 GE 公司 Revolution 型 256 排 X 射线 CT,测量胸部常规扫描模式(CHEST)以及胸部低剂量模式(Chest_Lowdose LARGE SIZE 及 Chest_Lowdose SMALL SIZE)下的 DLP。

1.3 检测步骤 按照 RTI 公司 Piranha 型 X 射线检测

表 2 不同扫描模式的检测条件

扫描模式		管电压 /kV	管电流 /mA	层厚 /mm	DFOV /mm	螺距	扫描时间 /s	扫描长度 /mm
胸部低剂量模式	Chest_Lowdose LARGE SIZE	120	80	5	320	0.992	1.35	216
	Chest_Lowdose SMALL SIZE	120	45	5	320	0.992	1.35	216
胸部常规模式(CHEST)		120	266	5	320	0.992	1.35	216

表 3 不同扫描模式下 DLP 检测数据

扫描模式		CT 设备显示值 /(mGy·cm)	CT-DP 测量值 /(mGy·cm)
胸部低剂量模式	Chest_Lowdose LARGE SIZE	58.91	60.16
	Chest_Lowdose SMALL SIZE	33.17	33.65
胸部常规模式(CHEST)		268.51	276.68

由表 3 可见,对于同一标准 CT 剂量体模 DLP 测量值, Chest _ Lowdose SMALL SIZE 模式最低,为 33.65mGy·cm,其次为 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式 60.16mGy·cm,胸部常规扫描(CHEST)模式最高,为 276.68mGy·cm; CT 设备的显示值, Chest _ Lowdose SMALL SIZE 模式 DLP 值最低,为 33.17mGy·cm,其次为 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式 58.91mGy·cm,胸部常规扫描(CHEST)模式下最高,为268.51 mGy·cm。

仪中的 CT-DP 用户手册中的测量步骤进行测量。

(1)将标准 CT 剂量体模置入 CT 诊断床上,使模体圆柱轴线垂直于扫描平面并处于扫描野中心位置,微调模体使表面定位标记与定位光标重合;

(2)CT-DP 插入 CT 体模中心位置处(此处应确保探头插入刻度 75 mm 处,探头末端及探头连线在体模外端);

(3)打开水平及垂直方向激光线,确保两个方向激光线在探头上可见,大约在探头的中心位置,同时验证垂直方向激光线位于体模中心;

(4)与 Piranha 蓝牙连接,并设定参数;

(5)设定 CT 设备参数、在不同模式下进行螺旋扫描。扫描的同时按下 Piranha 数据采集按钮,保证采集数据的时间位于扫描的间隔内;

(6)扫描结束,记录 Piranha 设备所带 DLP 显示值以及 CT 设备所显示的值。

2 结果

2.1 DLP 测量结果 胸部常规扫描和胸部低剂量扫描模式的检测条件见表 2,剂量分析仪采集数据见表 3。

胸部常规扫描(CHEST)模式,测量值约为设备显示值的 1.03 倍;Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式,测量值约为设备显示值的 1.01 倍; Chest _ Lowdose LARGE SIZE 模式,测量值约为设备显示值的 1.02 倍。总体来说,胸部常规扫描模式与胸部低剂量扫描模式下, DLP 的测量值与设备显示值接近。

胸部常规扫描和胸部低剂量扫描模式的管电压、层厚、DFOV、螺距、扫描时间均相同,引起 DLP 值不同的原因主要是管电流的差异。其中 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式管电流为 45mA, Chest _ Lowdose LARGE SIZE 模式管电流为 80 mA,胸部常规扫描(CHEST)模式管电流为 266 mA。

2.2 不同扫描模式 DLP 检测值对比分析 对同一 CT 标准体膜,选择不同的扫描模式,DLP 测量值也存

在显著不同。胸部常规扫描模式 DLP 值是 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 8.22 倍,是 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式的 4.60 倍; Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式 DLP 值是 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 1.79 倍。换言之,对于体型瘦小受检者,采用胸部常规扫描模式所受剂量是选用 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 8.22 倍;对于体型肥大受检者,采用胸部常规扫描模式所受剂量是选用 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式的 4.60 倍;同样低剂量模式下,体型瘦小受检者选择 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式所受剂量会比 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式高 1.79 倍。因此,选择低剂量模式会大大降低受检者剂量,对体型瘦小受检者选择合适的胸部低剂量扫描模式也会明显降低所受剂量。

3 讨论

经过多年的发展,CT 机由最初的单排轴向扫描逐渐向 16 排、64 排、256 排多排螺旋扫描迅速发展,本实验所用的 GE 公司 Revolution 型 256 排 CT 标称线束宽度为 160 mm,传统 100 mm 笔形电离室已不能完全测量宽束时的剂量分布积分,使得已不够准确^[7]。而本实验所用 CT-DP 长度为 169 mm,CT-DP 探头专用测试软件 Dose Profiler Analyser 支持“加权因子法”,完成中心位置测量后,通过加权的方法得到。本实验 DLP 测量值与 CT 设备显示值无显著差异,CT-DP 探头能够较好的完成宽射线束条件下 CT 剂量等相关参数的测量和质量评估工作。

由于体模与真正人体存在差异,所以本文只对比例关系进行讨论。本实验中对于同一标准 CT 体模,胸部常规模式下 DLP 是胸部低剂量模式下的 4.60 ~ 8.22 倍,而同为胸部低剂量扫描,选择 Chest_Lowdose LARGE SIZE 模式 DLP 值是 Chest_Lowdose SMALL SIZE 模式的 1.79 倍。这种比值关系是无差异的。

对需进行 CT 扫描的人群而言,低剂量 CT 进行胸部扫描能大大降低受检者剂量。随着 Naidich 等于 1990 年首次提出了低剂量 CT 概念,Rusinek 等^[8]人发现降低管电流的同时,辐射剂量也随之下降,虽然产生一定的噪声,但是不会对病变的检出和诊断准确性造成太大影响。20 世纪 90 年代中后期,欧美一些国家首先将螺旋 CT 低剂量扫描应用于普通人群检查及肺癌高危人群的筛查诊断中,Diederich 等^[9]认为高分辨、低剂量(20mA)扫描肺部时出现条纹状伪影,但与标准剂量(200 mA)扫描所获得的影像质量有 97%

的符合率,两者显示的解剖学信息是相当的,降低毫安对空间分辨率的改变没有统计学意义,并不影响诊断。国内学者也围绕低剂量 CT 用于肺癌筛查进行了研究^[10-13],聂永康等^[14]对无症状 300 例体检者胸片及低剂量螺旋 CT 进行前瞻性研究,筛查结果表明胸片、低剂量螺旋 CT 对肺癌筛查的敏感度分别为 43%、100%,低剂量螺旋 CT 明显提高了对肺内非钙化小结节及支气管细微病变的检出,可检出早期肺癌。张勇等^[15]对 2011 年 6 月—2012 年 12 月行胸部 LDCT 检查的无症状人群,总结肺结节和肺癌的检出率,得出低剂量螺旋 CT 在肺癌筛查中具有较高的应用价值。陈国伟^[16]对 2015 年 1—12 月接受健康体检的 3 356 名体检者按随机数字表法分为低剂量组(1 678 例)和常规剂量组(1 678 例),对比两组疾病检出率、辐射剂量和图像质量,结果常规剂量组检出疾病 479 例,低剂量组检出疾病 478 例,两组疾病检出率差异无统计学意义。鉴于近年来国内外学者对低剂量 CT 胸部扫描不会影响诊断效果的报道,对需进行 CT 扫描人群而言,选择低剂量 CT 进行胸部扫描能大大降低受检者剂量,对体型瘦小者选择合适的胸部低剂量扫描模式也会明显降低所受剂量。

参考文献

- [1] Ettinger D S. Ten years of progress in non-small cell lung cancer [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2012, 10(3): 292-295.
- [2] Gloeckler Ries L A. Cancer survival and incidence from the surveillance, epidemiology, and end results (SEER) program [J]. Oncol, 2003, 8(6): 541-552.
- [3] Wielpütz M O, Wroblewski J, Lederlin M, et al. Computer-aided detection of artificial pulmonary nodules using an ex vivo lung phantom; Influence of exposure parameters and iterative reconstruction [J]. Eur J Radiol, 2015, 84(5): 1005-1011.
- [4] Bach P B, Mirkin J N, Oliver T K, et al. Benefits and harms of CT screening for lung cancer [J]. JAMA, 2012, 307(22): 2418.
- [5] Marasinghe J C, Ohkubo M, Kobayashi H, et al. Feasible method to assess the performance of a lung cancer CT screening CAD system in clinical practice; dependence on nodule size and density [J]. Int J Med Phys Clin Eng Radiat Oncol, 2014, 3(2): 107-116.
- [6] Naidich D P, Marshall CH, Gribbin C, et al. Low-dose CT of the lungs: preliminary observations [J]. Radiology, 1990, 175(3): 729-731.
- [7] 徐辉,王建超,黄卓,等.宽束多排螺旋 CT 剂量的测量研究 [J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(6): 623-626.
- [8] Rusinek H, Naidich D P, McGuinness G, et al. Pulmonary nodule detection; low-dose versus conventional CT [J]. Radiology, 1998, 209(1): 243-249.

[9] Diederich S, Lenzen H, Windmann R, et al. Pulmonary nodules: experimental and clinical studies at low-dose CT[J]. Radiology, 1999, 213(1):289-298.

[10] 信亚周, 张云轩. 螺旋 CT 低剂量扫描在肺部疾病诊断中的应用进展[J]. 中国辐射卫生, 2019, 28(1):109-112.

[11] 张云轩, 张鹤, 信亚周, 等. 螺旋 CT 低剂量扫描对肺结节病情监测的应用价值[J]. 中国辐射卫生, 2019, 28(1):95-97.

[12] 毕金玲, 盛茂, 丁露, 等. 低剂量 CT 在肺癌筛查中的应用研究[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(4):327-330, 335.

[13] 赵拴来. 胸片与 CT 检查在周围型肺癌中的应用效果探析[J]. 中国辐射卫生, 2016, 25(4):502-503.

[14] 聂永康, 蔡祖龙, 赵绍宏. 低剂量螺旋 CT 筛选检查早期肺癌的初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(3):230-234.

[15] 张勇, 洪群英, 施伟斌, 等. 低剂量螺旋 CT 在肺癌筛查中的应用价值[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(38):3011-3014.

[16] 陈国伟. 螺旋 CT 低剂量扫描在健康体检中的应用价值[J]. 中国当代医药, 2016, 23(6):60-62.

收稿日期:2019-05-07

(上接第 632 页)属于职业照射。因介入工作中,剂量计佩带位置不当,导致监测数据异常的有 4 人次,占总异常人次的19.05%。由于监测机构更换个人剂量计外盒,放射工作人员出于好奇心理,曾打开个人剂量计 1 人次,占总异常人次的4.76%。不明原因的监测数据异常有 3 人次,占总异常人次的 14.28%。

对于异常数据进行大剂量调查,避免过高的评估单个放射工作人员的剂量水平,真实反映当事放射工作人员工作状态下的受照情况,有助于分析当地放射工作人员整体剂量水平。确保放射工作人员的职业健康监护资料的真实性、完整性,对后续可能出现的职业病诊断提供技术依据。

从以上情况来看,个人剂量监测数据异常主要是由于放射工作人员意识不强、用人单位对个人剂量监测工作的管理不善^[9]造成的。应对措施要做好以下几点:一是加强法律、法规知识的宣传,强化卫生监督执法力度,提高用人单位与放射工作人员对个人剂量监测重要性的认识。二是各用人单位应制订具体可行的放射防护管理制度,使放射工作人员佩戴个人剂量计有章可循,正确、合理地使用个人剂量计。明确放射工作用房及相关设备使用规程,并严格遵守。对于防护设施损毁、破损或故障可能影响防护效果时,应停止放射工作,及时采取补救措施,避免发生放射

工作人员意外受照。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 128—2016 职业性外照射个人监测规范[S]. 北京:中国标准出版社, 2016.

[2] 中华人民共和国卫生部. GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.

[3] 王红波, 程晓青, 李小亮, 等. 我国部分地区个人剂量监测异常情况的分析[J]. 中国辐射卫生, 2015, 24(4):321-324.

[4] 姬绪莉, 刘广宇, 卢桂才, 等. 2014 年银川市放射工作人员外照射个人剂量监测分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2016, 38(11):1300-1302.

[5] 刘青川, 汪怡, 任晓洁. 青岛市辐射工作人员个人剂量监测与分析[J]. 资源节约与环保, 2017, 37(4):38, 40.

[6] 张圆圆, 陈岩, 师振祥, 等. 石家庄市 2016 年放射工作人员外照射个人剂量监测结果[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(5):486-489.

[7] 田青香, 冯泽臣, 王宏芳, 等. 2014 年北京市职业外照射个人剂量监测中异常剂量分析[J]. 中国辐射卫生, 2016, 25(5):537-538.

[8] 谭雄, 陈政璇, 罗霄. 湖南省放射工作人员外照射个人剂量异常监测结果分析[J]. 实用预防医学, 2011, 18(12):2311-2312.

[9] 孙立伟, 钱旭东, 王悦. 一起放射工作人员职业性外照射个人剂量监测结果异常的调查[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(5):575-576.

收稿日期:2019-04-06