

眼眶部低剂量螺旋 CT 扫描参数的优化

江时淦, 洪春风, 王豪, 白雪冰, 张谭俊雄

【摘要】 目的:探讨眼眶部低剂量螺旋 CT 扫描参数的优化。**方法:**320 例被检者分成 16 组(每组 20 例),将管电流 140、110、80、60mA,层厚 2 和 3mm,螺距 0.75 和 1.5,设计成 16 组螺旋 CT 扫描参数。记录每组容积 CT 剂量指数(CTDI_{vol})和剂量长度乘积(DLP)平均值,分析管电流、层厚、螺距与辐射量的关系。图像质量从影像层次、背景噪声、解剖结构及能否满足诊断要求等方面进行综合评价,图像质量等级采用秩和检验分析。**结果:**X 线辐射量与管电流呈正相关,当管电流从 140mA 降至 80mA 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别下降 42.84%、42.86%,图像质量均符合诊断要求,且差异无统计学意义($P>0.05$);降至 60mA 时,图像质量差异有统计学意义($P<0.05$)。X 线辐射量与螺距呈负相关,当螺距从 0.75 增至 1.5 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别下降 49.98%、47.37%,图像质量差异无统计学意义($P>0.05$)。X 线辐射量与层厚关系不大,当层厚由 3mm 降至 2mm 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别降低 9.90%、12.23%;图像质量差异无统计学意义($P>0.05$),但 2mm 层厚的图像噪声较 3mm 大。**结论:**降低管电流,加大螺距是降低辐射量的有效途径;眼眶部螺旋 CT 扫描参数设置为管电流 80mA、螺距 1.5 时,能兼顾图像质量和辐射量,扫描层厚根据检查要求选择。

【关键词】 眼眶;扫描参数;体层摄影术,X 线计算机;辐射量

【中图分类号】 R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)02-0210-04

The research of the relativity between the scan parameters optimization and radiation dose at orbital helical CT JIANG Shi-gan, HONG Chun-feng, WANG Hao, et al. Department of Radiology, the Shangrao Hospital of Nanchang University, Jiangxi 334000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the scanning parameters optimization with low-dose for orbital spiral CT. **Methods:** 320 cases were divided into 16 groups ($n=20$ cases). mA was respectively 140mA, 110mA, 80mA, 60mA; slice thickness: 2mm, 3mm; pitch: 0.75, 1.5; spiral CT scanning parameters designed for the 16 groups: mA, slice thickness, pitch 140, 2, 0.75; 140, 2, 1.5; 140, 3, 0.75; 140, 3, 1.5; 110, 2, 0.75; 110, 2, 1.5; 110, 3, 0.75; 110, 3, 1.5; 80, 2, 0.75; 80, 2, 1.5; 80, 3, 0.75; 80, 3, 1.5; 60, 2, 0.75; 60, 2, 1.5; 60, 3, 0.75; 60, 3, 1.5. CT dose index (CTDI_{vol}) and dose length product (DLP) were recorded to analyze relativity among mA, slice thickness, pitch and radiation dose. Image quality was evaluated according to its low-density resolution, background noise, anatomic structure and whether it can meet the diagnostic requirements. The image data were analyzed by Rank sum test. **Results:** There was a positive relationship between X-ray radiation dose and tube current. When the tube current decreased from 140mA to 80mA, CTDI_{vol} and DLP decreased 42.84% and 42.86%, the image quality had no significant difference ($P>0.05$), and it met the diagnostic requirements. When decreasing to 60mA, the difference of image quality was statistically significant ($P<0.05$), there was a negative relationship between X-ray radiation dose and the pitch. When the pitch increased from 0.75 to 1.5, CTDI_{vol} and DLP decreased 49.98% and 47.37%, there was no significant difference ($P>0.05$). When slice thickness reduced from 3mm to 2mm, CTDI_{vol} and DLP decreased 9.90% and 12.23% respectively; there was no statistical difference ($P>0.05$), and image noise increased more in 2mm slice thickness than 3mm. **Conclusion:** Reducing the tube current and increasing the pitch are an effective way to reduce radiation dose. When the orbital spiral CT scan parameter is set to 80 mA and pitch 1.5, there will be good image quality and low radiation dose. Slice thickness should be chosen according to the diagnostic requirements.

【Key words】 Orbital; Scan parameters; Tomography, X-ray computed; Radiation dose

随着 CT 新技术在医学领域的广泛应用,受检者辐射量的问题引起了社会的关注^[1]。利用最低辐射量获得满足诊断要求的图像,是放射界研究的热点。晶状体是 X 线敏感器官,对其的放射防护更应受到重视。本研究分析眼眶部螺旋 CT 检查管电流、层厚、螺距与辐射量的关系,旨在探讨眼眶部低剂量螺旋 CT

扫描参数的优化。

材料与方法

1. 一般资料

搜集本院 2010 年 1 月—2012 年 3 月行眼眶部 CT 检查患者 320 例。男 178 例,女 142 例。年龄 3~91 岁,平均 36 岁。320 例中眼眶部未见异常者 65 例,占位性病变 26 例,眼眶外伤 171 例,炎性病变 58 例。将 320 例随机分成 16 组,每组 20 例。

作者单位:334000 江西,南昌大学上饶医院放射科

作者简介:江时淦(1967—),男,江西婺源人,副主任医师,主要从事 CT、MRI 诊断工作。

2. 检查方法

使用 GE HiSpeed Dual 螺旋 CT 机,固定扫描参数:管电压 120 kV,机架转速 1 s/r,扫描范围 50 mm。16 组扫描参数:140、2、0.75,140、2、1.5,140、3、0.75,140、3、1.5,110、2、0.75,110、2、1.5,110、3、0.75,110、3、1.5,80、2、0.75,80、2、1.5,80、3、0.75,80、3、1.5,60、2、0.75,60、2、1.5,60、3、0.75,60、3、1.5,以上每组数据分别代表管电流(mA)、层厚(mm)、螺距。记录每组容积 CT 剂量指数(CTDI_{vol})和剂量长度乘积(DLP)平均值。

3. 评价方法

图像质量评价分 4 个等级^[2]:好,影像层次清晰,颗粒均匀,解剖结构显示好,满足诊断要求;较好,影像层次较清晰,颗粒较均匀,解剖结构显示较清楚,达到诊断要求;一般,影像层次一般,颗粒欠均匀,尚能显示解剖结构,基本达到诊断要求;差,影像层次不清,颗粒粗大,解剖结构模糊,无法达到诊断要求。阅片采用双盲法,由两名主治医师按照上述评价标准对图像质量进行评价,结果不一致时,两人协商后统一意见。

4. 统计学方法

应用 SPSS 17.0 软件包进行统计分析,图像等级计数资料采用秩和检验,管电流组间的多样本比较采用 Kruskal-Wallis 法,螺距组间和层厚组间两样本比较采用 Wilcoxon 法,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

16 组不同扫描参数的图像质量等级、X 线辐射量平均值见表 1。

其他参数相同,层厚 2 mm 和螺距 0.75 的 4 组管电流组间,层厚 3 mm 和螺距 0.75 的 4 组管电流组间

以及层厚 3 mm 和螺距 1.5 的 4 组管电流组间图像质量差异无统计学意义(统计量 H 值分别为 7.705, 5.279, 5.707, P 均 >0.05),层厚 2 mm 和螺距 1.5 的 4 组管电流组间图像质量差异有统计学意义(统计量 H 值为 9.603, $P<0.05$);层厚 2 mm 和螺距 0.75,层厚 3 mm 和螺距 0.75,层厚 2 mm 和螺距 1.5 以及层厚 3 mm 和螺距 1.5 管电流 140 mA 组与 80 mA 组间图像质量差异无统计学意义(统计量 H 值分别为 0.942, 1.613, 1.889, 0.994, P 均 >0.05),与 60 mA 组间图像质量差异有统计学意义(统计量 H 值分别为 6.11, 6.125, 7.701, 4.310, P 均 <0.05)。其他参数相同,1.5 螺距组与 0.75 螺距组组间图像质量差异无统计学意义(统计量 u 值分别为 0.255, 0.581, 0.239, 0.122, 0.698, 0.554, 0.451, 0.357, P 均 >0.05)。其他参数相同,2 mm 层厚组与 3 mm 层厚组组间图像质量无统计学意义(统计量 u 值分别为 1.255, 0.982, 1.187, 1.168, 0.892, 1.345, 1.316, 1.426, P 均 >0.05)。

表 1 16 组扫描参数的图像质量等级及 X 线辐射量平均值

16 组扫描参数 管电流、层厚、螺距 (mA) (mm)	图像质量等级(例)				X 线辐射量平均值	
	好	较好	一般	差	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
140、2、0.75	9	9	2	0	32.22	183.65
140、3、0.75	13	6	1	0	35.76	209.21
140、2、1.5	8	10	2	0	16.11	96.66
140、3、1.5	11	8	1	0	17.88	112.65
110、2、0.75	7	10	3	0	25.31	144.29
110、3、0.75	11	7	2	0	28.10	164.38
110、2、1.5	6	11	3	0	12.66	75.94
110、3、1.5	10	9	1	0	14.05	88.51
80、2、0.75	6	11	3	0	18.41	104.96
80、3、0.75	9	9	2	0	20.44	119.55
80、2、1.5	5	10	4	1	9.21	55.23
80、3、1.5	8	10	2	0	10.22	64.37
60、2、0.75	4	7	6	3	13.81	78.71
60、3、0.75	7	8	3	2	15.33	89.66
60、2、1.5	3	7	6	4	6.90	41.42
60、3、1.5	6	8	4	2	7.66	48.28

从表 1 可知,X 线辐射量与管电流呈正相关,当管

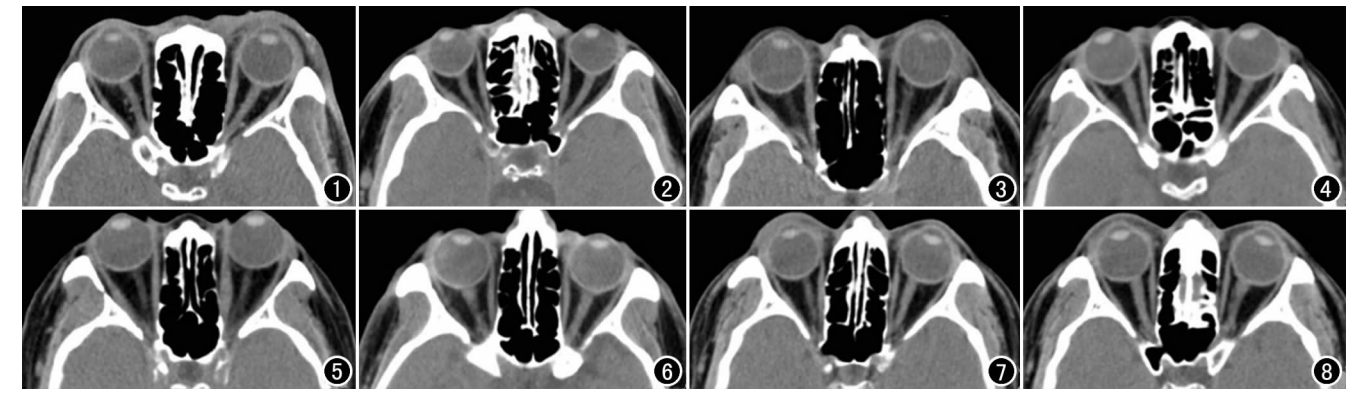


图 1~4 140mA 组。影像层次清晰、颗粒均匀,清楚地显示晶状体、玻璃体、眼肌及视神经等组织结构,图像质量好。图 1 管电流 140mA,层厚 2mm,螺距 0.75。图 2 管电流 140mA,层厚 3mm,螺距 0.75。图 3 管电流 140mA,层厚 2mm,螺距 1.5。图 4 管电流 140mA,层厚 3mm,螺距 1.5。图 5~8 110mA 组。影像层次清晰、颗粒较均匀,清楚地显示晶状体、玻璃体、眼肌及视神经等组织结构,图像质量好或较好。图 5 管电流 110mA,层厚 2mm,螺距 0.75。图 6 管电流 110mA,层厚 3mm,螺距 0.75。图 7 管电流 110mA,层厚 2mm,螺距 1.5。图 8 管电流 110mA,层厚 3mm,螺距 1.5。



图 9~12 80mA 组。影像层次清晰、颗粒较均匀,可以清楚显示晶状体、玻璃体、眼肌及视神经等组织结构,图像质量较好。

图 9 管电流 80mA,层厚 2mm,螺距 0.75。图 10 管电流 80mA,层厚 3mm,螺距 0.75。图 11 管电流 80mA,层厚 2mm,螺距 1.5。图 12 管电流 80mA,层厚 3mm,螺距 1.5。图 13~16 60mA 组。影像层次欠清晰、颗粒欠均匀,晶状体、玻璃体、眼肌及视神经等组织结构边缘粗糙,图像质量一般。图 13 管电流 60mA,层厚 2mm,螺距 0.75。图 14 管电流 60mA,层厚 3mm,螺距 0.75。图 15 管电流 60mA,层厚 2mm,螺距 1.5。图 16 管电流 60mA,层厚 3mm,螺距 1.5。

电流从 140 mA 组降至 80 mA 组时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别下降 42.84%、42.86%,140 mA 与 80 mA 图像质量差异无统计学意义,与 60 mA 图像质量差异有统计学意义,且 80 mA 组以上的图像质量均能达到临床的诊断要求;X 线辐射量与螺距呈负相关,当螺距从 0.75 增至 1.5 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别下降 49.98%、47.37%,螺距组间图像质量差异无统计学意义;X 线辐射量与层厚间关系不大,当层厚由 3mm 降至 2mm 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别降低 9.90%、12.23%;层厚组间图像质量差异无统计学意义,但 2mm 层厚组图像噪声较大(图 1~16)。

讨论

国际辐射防护委员会(International commission on radiological protection, ICRP)2007 年建议书^[3]中指出导致视力障碍的白内障的阈值剂量估计值分别为单次短时照射剂量 5 Gy,分割多次照射或迁延照射总剂量大于 8 Gy;多年照射中,每年以分割照射或迁延照射接受剂量时的年剂量率大于 0.20Gy/年;可检出晶状体浑浊的对应阈值则低一些,分别为 0.5~2 Gy,5 Gy 和 >0.1 Gy/年。因此,放射科医师要特别关注眼部的辐射量。

影响螺旋 CT 辐射量的因素有管电压、管电流、曝光时间、扫描范围、螺距、准直器宽度等。改变其中任何一项参数,都能改变辐射量。因此,降低辐射量的途径很多,但每一项参数的变化都会影响图像质量。低剂量 CT 扫描技术在胸部、鼻窦、骨骼系统和 CTA 等方面得到广泛的应用。眼眶内组织的密度差异大,有利于低剂量扫描技术的开展。

X 线辐射量与管电流呈正相关,但随着剂量的降

低,图像噪声增加。本组资料的结果显示,层厚 2 mm 和螺距 0.75、层厚 3 mm 和螺距 0.75 及层厚 3 mm 和螺距 1.5 的各 4 组管电流组间图像质量差异无统计学意义,层厚 2 mm 和螺距 1.5 的 4 组管电流组间图像质量差异有统计学意义,笔者认为此差异可能与本组病例的个体因素有关;140 mA 组与 80 mA 组图像质量差异无统计学意义,而与 60 mA 组图像质量差异有统计学意义。80 mA 组的图像质量基本都能达到诊断要求,高于李晓会等^[4]报道的 50 mA,可能与研究对象的年龄段和设定的管电压有关。80 mA 组的 CTDI_{vol} 和 DLP 比 140 mA 组分别下降 42.84%、42.86%。

螺距是螺旋扫描方式特有的扫描参数。一般认为,螺距越大,一定范围内的光子数越少,图像的噪声越大。但是,近年来有实验研究表明螺旋 CT 内插方式和重建算法对噪声有一定影响,而螺距在一定范围内对噪声水平影响不明显^[5-6]。本组资料的结果与上述观点一致,当其他扫描参数相同,螺距值从 0.75 增至 1.5 时,图像噪声未见明显增加,图像质量差异无统计学意义。而 CTDI_{vol} 和 DLP 分别下降 49.98%、47.37%。因此,大螺距扫描是降低辐射量的有效途径。

层厚是影响图像分辨力的一个重要因素,薄层扫描时,图像噪声较常规扫描增加,表现为图像颗粒较粗。本组资料表明:当其他扫描参数相同时,层厚与辐射量间关系不大,当层厚 3 mm 降至 2 mm 时,CTDI_{vol} 和 DLP 分别降低 9.90%、12.23%;图像质量差异无统计学意义,但 2 mm 层厚图像噪声明显增加。薄层 CT 扫描时,为保证图像质量,同一部位较普通扫描

的射线剂量需增加 30%~50%^[7]。因此,层厚的选择应根据扫描的部位、病灶的密度、大小等情况来确定,薄层扫描实际上增加了辐射量。

本研究的不足之处:没有研究管电压与图像质量、辐射量的关系,未进行性别、年龄、身高、体重等个体化因素的分组研究。康德强等^[8]证实个体化因素与图像质量、辐射量有密切的关系。

总之,优化扫描参数能大幅降低辐射量。降低管电流,加大螺距是目前降低辐射量的常用而有效的方法。眼眶部螺旋 CT 扫描参数设置为 80 mA、螺距 1.5 时,既能获得良好的图像质量,又能有效的降低辐射量。

致谢:江西医学院上饶分院统计学赵宏教授对本研究的统计学指导!

参考文献:

[1] Nickoloff EL, Alderson PO. Radiation exposures to patients from

CT: reality, public perception and policy[J]. AJR, 2001, 177(2): 285-287.

[2] 杨瑞,代立梅,李剑颖,等. 多层螺旋 CT 低剂量扫描在眼眶部外伤检查中的应用[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(7): 731-734.

[3] 刘长安,李小娟,高玲. 辐射诱发白内障剂量判断:变化在即[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(3): 249-251.

[4] 李晓会,申富海,吴晓琴,等. 低剂量 CT 扫描在儿童眼眶部疾病中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2010, 26(6): 916-917.

[5] 陈伟,李文政,唐友林. 螺旋 CT 图像噪声的评价[J]. 放射学实践, 2003, 18(7): 535-536.

[6] 亓恒涛,秦维昌,王巍,等. 64 层螺旋 CT 噪声测试及其影响因素分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007, 27(2): 195-198.

[7] 郑树卿,张骏,席仁刚,等. CT 检查的辐射剂量及其对策[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 23(5): 389-390.

[8] 康德强,赵晶,彭楠,等. 辐射剂量个体化基础上降低 64 层 CT 冠状动脉成像扫描剂量的应用研究[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(3): 234-238.

(收稿日期:2012-06-25 修回日期:2012-08-06)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录同济医院医学期刊网站(<http://www.fsxsj.net>)点击“放射学实践”进入本刊网站首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(50 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-83662887 027-83662875