

低剂量 CT 在眼眶部外伤扫描中最优化应用研究

贾荣国,付成叶,王 勇,李呈芹

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2004)02-0128-02

【摘要】 目的 探讨眼眶部外伤后低剂量 CT 扫描的最优化。方法 对 336 例眼眶部外伤患者行眼眶部低剂量 CT 扫描,并对每例患者行晶状体视神经层面常规剂量 CT 扫描,对比该层面二者的图像质量与患者的辐射剂量。结果 眼眶部低剂量 CT 扫描与常规剂量 CT 扫描,对显示眶内结构及眶壁骨质,2 种扫描方法图像质量差异无显著性。低剂量单次扫描的 CT 剂量加权指数(CTDI_w)为 7.4 mGy,常规剂量的 CTDI_w 为 24.6 mGy。结论 眼眶部低剂量 CT 扫描可获得与常规剂量几乎相同的影像信息和图像质量,且单层扫描 CT 剂量加权指数(CTDI_w)减少了 17.2 mGy。
【关键词】 低剂量 CT; 眼眶部检查; 最优化

随着 CT 设备的普及以及眼眶部外伤的增多,眼眶部 CT 检查越来越多,对眼眶部疾病的诊断及治疗起了巨大作用。但是, X 射线对眼晶状体辐射的危害与防护越来越受到人们的重视。国际放射防护委员会(ICRP)在 1977 年第 26 号出版物中提出了辐射防护三原则,即实践的正当化、防护的最优化和个人剂量限值。最优化是以最小的代价和最小的病人剂量来获得有价值的影像,进而进行正确诊断的全部过程中施行的有计划、有系统的活动^[1]。为此,笔者利用 GE 公司生产的 CT/e 普通螺旋 CT 具有低剂量扫描的功能,自 2001 年 8 月至 2003 年 9 月共对 336 例眼眶部外伤患者行眼眶部低剂量 CT 扫描,然后选取晶状体视神经层面行常规剂量扫描,探讨该层面 2 者的图像质量与患者的受照剂量。

1 资料与方法

336 名志愿者中,男 284 例,女 52 例,年龄 19~72 岁,平均 46 岁;336 名志愿者均为眼眶部外伤。采用 GE 公司 CT/e 普通

作者单位:山东省沾化县人民医院,山东 沾化 256800
作者简介:贾荣国(1963~),男,山东沾化人,主治医师,从事放射诊断工作。

最佳位置,使之尽可能与各角度叉线交点投影重合即等中心点。机架从 0° 旋转至 360°,观察不同角度时叉线交点投影与针尖距离。标准是叉线交点 SSD=100cm 处最大偏差不超过 2 mm。

1.1.3 治疗床等中心(Patient Support System Isocenter)沿射线中心轴转床至 90°,在床面上放一张坐标纸,在机架、小机头 0°,使叉线交点投影于纸上,并作标记,转床至 180°,其间标记若干叉线交点投影,形成弧线,标准是在 SSD=100 cm 处直径不超过

表 1 R_{50}^D 、 R_{50}^I 与 E_o 的关系(SSD=100cm 宽束)

E_o	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
R_{50}^D/cm	1.6	2.1	2.5	3.0	3.4	3.8	4.3	5.1	6.0	6.8	7.8	8.6
R_{50}^I/cm	1.6	2.1	2.5	3.0	3.4	3.8	4.3	5.1	6.9	6.7	7.6	8.4

1.4 辐射野的均整度(Flatness) SSD 取正常治疗距离,水模表面光野为 10 cm×10 cm,束轴上最大剂量深度处垂直电子束轴的平面上,电离室中心沿光野的两个互相垂直的主轴移动,测出剂量分布。评价标准是:90%等剂量曲线与几何野投影的主轴以及对角线的交点与几何投影边界的距离分别应不大于 10 mm 和 20 mm。

1.5 辐射野的对称性(Symmetry) 机架、小机头 0°,用带扫描装置的三维水箱测量射野分布,在电子束轴上最大剂量深度处,与电子束轴垂直平面上,在辐射野的两主轴上,测出最大剂量 90%的点。标准是由此点向电子束轴方向内推 1 cm,在此范围内,对称于电子束轴的任意两点的剂量的比值应≤105%。

2 三维立体治疗系统(Stereo-radiotherapy)

2.1 定位系统与治疗计划的坐标误差 把装有已知靶点的半径为 80 mm 的聚苯乙烯球模固定在基础环上,一同装在 CT 机上,以 2 mm 的层厚进行扫描,将扫描好的数据送入计划系统,计算出靶点坐标和综合偏差,评价标准是≤2 mm

螺旋 CT 机,每位志愿者先行眼眶部低剂量 CT 扫描,扫描参数:常规扫描方式,120 kV,30 mA,1.5 s/k,层厚为 3 mm,然后选取晶状体视神经层面行常规剂量扫描,即在其他参数不变的情况下,毫安升至 100 mA。扫描结束后将上述 2 种扫描方法所取得的晶状体视神经层面的图像由从事影像诊断工作的 3 位高年资主治医师采用双盲法读片。对眼球密度进行测定及眼眶部图像质量进行评定,比较 2 种扫描方法的差异有无显著性。

2 结果

低剂量 CT 扫描所示扫描参数中的 CT 剂量加权指数(CTDI_w)为 7.4 mGy,常规剂量 CTDI_w 为 24.6 mGy。

将 2 种剂量 CT 扫描所得晶状体视神经层面 672 个眼球进行密度测定,其测定结果见表 1。

表 1 2 种剂量扫描对眼球密度的测定

扫描剂量	CT 扫描眼球密度值(HU)	
	晶状体	玻璃体
低剂量	90±6.60	10.76±4.83
常规剂量	92±8.78	11.45±3.96

2 mm。

1.2 距离标尺测量(Rangefinder calibration) 大机架 180°(0° IEG),光标十字线与标尺相差不超过 1 mm。

1.3 电子束辐射质 在计算吸收剂量时,加速器电子束的辐射质由其在水模表面的平均能量 E_o 确定。在 SSD=100 cm 和宽束条件下,由实际测出的吸收剂量或电离量的半值深度值(分别以 R_{50}^D 和 R_{50}^I 表示)与表 1 中给出的相应值确定 E_o 。标准是检定中测量结果与实际使用数值的偏差不超过±3%

2.2 计划系统靶点剂量值与实测值的偏差 剂量计算与验证是在重建后的三维坐标 CT 解剖结构中根据多种变量的函数计算剂量分布,再用剂量仪测出相应的剂量,根据

$$D_W = M^{\circ} N_D^{\circ} S_{m,air}^{\circ} P_{L}^{\circ} P_{gel}^{\circ} K_{TP}$$

计算出规划剂量与实测剂量的综合相对偏差≤±5%。

医用电子加速器、三维立体定向治疗系统结构复杂,日常维护是质量保证不可缺少的内容,要定期检查环境温度和湿度,机器安全联锁,急停开关,确保治疗计划准确、有效。

参考文献:

[1] 胡逸民.肿瘤放射治疗技术[M].北京:北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1999 第二章.
[2] VARIAN and STRYKER LEIBINGER[S].企业标准.
[3] 王迎选.立体放射治疗学[M].北京:人民卫生出版社,1998 第九章.
[4] 朱广迎.放射肿瘤学[M].北京:科学技术文献出版社,2001,第四篇.
(收稿日期:2003-08-20)

由表 1 可见, 2 种剂量扫描对晶状体、玻璃体测得的 CT 值经 u 检验, $u < 1.96$, $P > 0.05$, 差异无显著性。说明扫描剂量眼球内不同密度的组织无显著影响(表 1)。

把 2 种剂量扫描所得 672 个眼眶图像的对比度及清晰度进行分级比较, 见表 2。

表 2 2 种剂量扫描图像质量的评定(个)

图像质量	低剂量	常规剂量
差	0	0
一般	65	53
较好	411	289
好	196	330
合计	672	672

从表 2 可以看出, 低剂量扫描图像质量分级以较好为主, 未出现差的图像, 不影响外伤后病变的诊断。

3 讨论

3.1 低剂量 CT 扫描是贯彻医疗照射防护的最优化原则 国际放射防护委员会(ICRP)于 1991 年以第 60 号出版物明确地把医疗照射列为人类所受三类照射——职业照射、医疗照射和公众照射之一, 并提出了医疗照射的防护体系, 包括医疗照射实践的正当化和最优化。医疗照射必须遵守剂量限制体系的正当化和最优化原则。眼晶体所受的年当量剂量限值低于 150 mSv, 可以防止眼晶体确定性效应^[2]。确定性效应通常有剂量的阈值, 在超过该阈值时该效应的严重程度随剂量的增大而增大。如眼晶体的白内障^[1]。随着设备和技术条件的改进及实践经验的总结, 应及时修订相应的指导水平, 以不断推进医疗照射防护最优化水平。笔者遵循这一原则, 在不影响诊断的前提下, 开展了眼眶部低剂量 CT 扫描研究。低剂量 CT 扫描单层 CT 剂量加权指数为 7.4 mGy, 常规剂量单层 CT 剂量加权指数为 24.6 mGy, 故低剂量扫描患者所受的辐射剂量不足常规剂量的 1/3, 实现了医疗照射防护最优化原则。

3.2 低剂量 CT 扫描对眼球密度测定有否影响 对 336 例 672 个眼球晶状体及玻璃体密度测定, 低剂量扫描时眼晶状体及玻璃体密度分别为(90.00±8.78) HU 及(10.76±4.83) HU, 常规剂量扫描时为(92.00±8.78) HU 及(11.45±3.96) HU。经统计学处理, 说明 2 种剂量扫描对眼球密度的测定差异无显著性

($P > 0.05$)。

3.3 低剂量 CT 扫描对眶内图像质量的影响 经双盲法对 2 种扫描方法所获得的图像进行质量评定, 其结果是低剂量扫描方法所获得的图像绝大部分以图像质量较好为主, 无差的图像。2 种剂量扫描所得图像诊断准确性完全相同。众所周知, 病变的发现及内部结构的显示依赖于 CT 的空间分辨率和密度分辨率。空间分辨率与被测物体间的密度差别有关^[3], 因为眼眶内各种组织结构之间存在较大的密度差, 所以空间分辨率高, 可发现病变; 又因为低剂量扫描对图像的空间分辨率影响较小, 所以对病变的发现与常规剂量相比无差异。

3.4 低剂量 CT 扫描对特殊人群应用的意义 特殊人群(如婴幼儿、孕期妇女)因病情需要必须作 CT 检查时, 应用低剂量扫描, 既能满足病情诊断的需要, 又注意到远期辐射效应可能产生的不良后果, 消除了患者对辐射怀有的恐惧心理。

3.5 低剂量 CT 扫描有利于保护 CT 球管 低剂量 CT 扫描与常规剂量相比, 单层扫描 X 射线剂量由 150 mAs 降为 45 mAs, 不足常规剂量的 1/3, 低剂量 CT 扫描的 X 射线总剂量明显低于常规剂量 CT 扫描, 大大降低了 CT 机 X 射线管过热的几率, 减少了 CT 机 X 射线管、探测器的损耗, 延长 X 射线管的使用寿命, 节约了 CT 运行成本。

通过上述研究, 眼眶部低剂量 CT 扫描既能清晰显示眶内结构, 保证图像质量, 满足了诊断需要, 又大大降低了眼晶体的辐射剂量, 预防了眼晶体确定性效应的发生。另外, 延长了 CT 机 X 射线管的使用寿命, 节约了成本。与常规剂量相比, 低剂量 CT 扫描实现了 ICRP 提出的辐射防护的最优化原则, 因此, 在眼眶部外伤 CT 检查中应大力推广低剂量 CT 扫描。

参考文献:

[1] 李连波, 王金鹏. 放射卫生防护[M]. 第一版. 济南: 黄河出版社, 1998. 159—160. 21.
[2] 王金鹏, 何顺升, 范六一. 实用放射防护教程[M]. 第一版. 济南: 山东人民出版社, 2000. 57.
[3] 李果珍. 临床 CT 诊断学[M]. 第一版. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 11.

(收稿日期: 2003—12—01)

【工作报告】

郯城县建筑材料放射性水平调查分析

魏欣¹, 王开凤², 李延旭²

中图分类号: R145; R144 文献标识码: D

近年来, 随着人民生活水平的不断提高, 现代人开始要求“绿色环保”的建筑材料, 对建筑材料中的放射性问题越来越关心。为了解郯城县建筑材料中的放射性水平, 于 2002 年 12 月对我县生产的建筑材料及市场上销售的外地建筑材料开展了调查分析。

1 调查对象、仪器方法和评价依据

1.1 样品 本县生产和建材市场销售的 32.5[#]、42.5[#]普通硅酸盐水泥; 本县生产的粘土砖, 新型墙体材料。

1.2 仪器 MMCA8000 型 γ 能谱仪, 中国原子能研究院生产。

1.3 方法 随机采样(每种 1000g), 经过粉碎、装盒存放 15 d 使用低本底多道 γ 能谱仪进行测量和计算结果。

1.4 评价依据 按照《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2001)标准进行评价。

2 结果与分析

2.1 普通硅酸盐水泥的放射性水平 抽检 32.5[#]普通硅酸盐

作者单位: 1 郯城县卫生学校, 山东 郯城 276100; 2 郯城县皮肤病防治医院

水泥样品 10 份, 42.5[#]水泥 4 份。放射性核素活度浓度 C_{Ra} 、 C_{Th} 、 C_k 分别为 24.6~39.37 Bq/kg(中位数 39.07 Bq/kg)、12.6~39.37 Bq/kg(中位数 25.62 Bq/kg)、114.82~577.05 Bq/kg(中位数 158.68 Bq/kg)。内照射指数为 I_{Ra} 为 0.12~0.29(中位数 0.195)。外照射指数 I_γ 为 0.17~0.38(中位数 0.23), 其放射性水平符合(GB6566-2001)《建筑材料放射性核素限量》A 类产品要求。其产销和使用范围不受限制。

2.2 粘土砖的放射性水平 共抽检 6 个样品, 检测结果和中位数, C_{Ra} 、 C_{Th} 、 C_k 分别为 29.54~68.64 Bq/kg(47.19 Bq/kg); 11.83~62.95 Bq/kg(42.11 Bq/kg); 246.05~584.61 Bq/kg(534.77 Bq/kg); I_{Ra} 和 I_γ 分别为 0.15~0.34(0.25)和 0.35~0.49(0.435)。从结果可以看出, 粘土砖的放射性水平普遍比水泥和新型建材高。

考虑可能由粘土砖内燃材料成分所造成, 特对本县粘土砖主要使用的煤渣进行抽检。4 份煤渣样品的 C_{Ra} 、 C_{Th} 、 C_k 分别为: 61.50~103.50、59.83~85.86、238.34~361.84 Bq/kg。 I_{Ra} 和 I_γ 分别为 0.31~0.52; 0.52~0.59。结果表明, 煤渣有较高的放

(下转 149 页)