

## 儿童颈椎低剂量 CT 扫描方法探讨

李宗生<sup>1</sup>, 王洪生<sup>2</sup>

中图分类号: R814.42 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)04-0450-02

【摘要】目的 选择儿童(学龄期和青春期)CT最佳扫描剂量,既要避免剂量过高也要避免出现扫描失败而重复扫描。方法 采用尸体实验和成人 198 例大样本病例对照,最后,参照动物试验结果以成人最低剂量为起点逐步降低剂量值,应用于必需进行 CT 检查的儿童,以不选用儿童志愿者的方法进行研究。结果 儿童普通多层螺旋颈椎扫描在满足诊断要求的前提下扫描剂量降低的最低限度是 120 kV, 70 mAs。结论 在达到与成人一致的图像质量时,儿童所需的 X 射线剂量比成人低,在一定范围内降低管电流和管电压即可以减低辐射剂量又不影响图像质量。儿童 CT 检查不可再沿用成人的剂量标准。

【关键词】儿童;颈椎;低剂量;CT

我院经常有儿童骨科患者进行颈椎螺旋 CT 检查,随着临床应用的增多群体辐射剂量也明显增加<sup>[1]</sup>。诊断 X 射线所产生的世界人口年均有效剂量占人工辐射源总年均有效剂量的 9% 以上,一次常规 CT 扫描的剂量大约相当于拍摄 300 张胸部 X 射线平片,每降低 10 mAs 的管电流相当于减少 7~14 张常规 X 射线胸片的辐射剂量。儿童对放射线的敏感性远高于成人,相同 CT 扫描条件下辐射引发余生肿瘤致死率,1 岁小儿是成人的 10~15 倍,但是大多数医院儿童 CT 检查仍在沿用成人标准,成为影响儿童健康的潜在因素之一<sup>[2]</sup>。随着 CT 技术跨越式发展加剧了临床对放射诊断的依赖,CT 应用飞速增加,对患者的潜在危害也越来越大。CT 的辐射剂量占有 X 射线检查总剂量的 34%,充分证明 CT 是高辐射剂量的检查手段,国内对骨骼系统的低剂量检查才刚刚起步<sup>[3]</sup>。辐射对人体的损害程度与剂量正相关,低剂量扫描是减少直接照射剂量的最佳方法。我们采用尸体实验、动物试验和成人 198 例大样本病例对照的方法进行了研究。最后,参照动物试验结果以成人最低剂量为起点逐步降低剂量值,应用于必需进行 CT 检查的儿童(学龄期和青春期,以下相同),不选用儿童志愿者。儿童的 CT 扫描要慎重对待,不能多用 mAs,更不能重复检查。

## 1 材料与方法

## 1.1 模具和尸体及动物试验部分

1.1.1 CT 模具 将腹部剂量体模置于射线照射野中心,将电离室依次插入体模的中心孔、上孔、右孔、下孔、左孔。每一孔均用 21 mAs 至 210 mAs 多种剂量曝光。每个曝光剂量测 3 次,取 3 次读数的平均值。将 CT 校正水模置于扫描野中心应用多种剂量组合扫描,计算各层面噪声水平,  $H = (s/k) \times 100\%$ 。H 为噪声水平,  $k = 1000 H_u$ 。根据不同剂量下噪声水平与 mAs 值的对应关系说明超过一定范围后,过高的剂量对提高图像质量并无明显帮助。

1.1.2 尸体试验 选新鲜尸体 6 例(死亡 24 h 之内),2 例女性,4 例男性,进行各种剂量扫描。动物试验采用家狗,麻醉后进行颈部多种剂量扫描。

1.1.3 图像噪声的客观评价及方法 ①测量方法:每个 CT 校正水模的图像选 5 点设置 20 mm<sup>2</sup> 圆形感兴趣区(ROI)进行 CT 值和标准差测量,取平均值。每个病例选择同样层面的软组

织、骨松质、骨皮质分别设置 20 mm<sup>2</sup> 圆形或椭圆形感兴趣区(ROI)进行 CT 值和标准差测量,每个层面测量前、中、后三个点,取平均值,记录标准差数据。②对比方法:取两组病例的同一层面低剂量与常规剂量 s 值的平均值进行比较。③统计方法以常规剂量图像为标准,采用 t 检验。P < 0.05 认为具有统计学意义。

1.1.4 研究设备 ①多层螺旋 CT 机:型号 GE LIGHTSPEED ULTRA,其每 360°转动速度 0.5 s,重建速度 0.5 s,探测器为 16 排等宽稀土陶瓷探测器,每个探测器在 Z 轴方向有效宽度为 1.25 mm,每旋转 360°可采集 8 幅图像(仅在 0.625 mm, 1.25 mm, 2.5 mm 层厚时)。②测试仪器:采用由中国计量科学研究院于 2001 年 12 月检测合格的美国 Gammex RMI 公司生产的 T6580 型 CT 检测性能组合模体, T6580 型剂量仪,带 T6C-1A 型 CT 电离室,以及美国 Victoreen 公司生产的 76-415 型剂量模体(直径 32 cm)。长光牌观片灯 1 只。

## 1.2 临床验证部分

## 1.2.1 患者资料

(1)进行成人低剂量颈椎 CT 检查与常规剂量的病例对照研究,选取在我院行颈椎 CT 扫描的病人 198 例,简单随机分组, A 组(实验组采用低剂量)97 例,男,71 例,女 26 例,年龄 6~93 岁,平均 58.3 岁; B 组(对照组采用常规剂量扫描)101 例,男,69 例,女 32 例,年龄 27~87 岁,平均 55.9 岁。儿童临床应用组, C 组 21 例,年龄 8~18 岁,平均 11.23 岁。

(2)参照试验结果以成人最低剂量为起点逐步降低剂量值,应用于必需进行 CT 检查的儿童,以不选用儿童志愿者的方法进行研究。儿童 CT 检查应在最高和最低值之间选择扫描剂量,既要避免怕失败而使用成人的高剂量,也要避免出现剂量过低扫描失败而重复扫描的问题。

(3)纳入标准,全部颈椎 CT 扫描者。排除标准,不能顺利完成扫描者。

1.2.2 扫描方案 扫描模式 0.7 螺旋;层厚 5 mm;螺距 1.35;进床 13.50 mm/转;首先,固定 kV 值,仅对 mAs 进行调整。然后固定 mAs,仅对 kV 值进行调整。其余扫描条件完全一致。

## 1.3 图像质量评估

1.3.1 图像噪声的主观评价及方法 首先由两位高年资医师在不知扫描参数的情况下分别独立从激光打印的 CT 片上(隐去 mAs, kV 标记)阅片,统一排片窗位窗宽。软组织窗位 L30 窗宽 W300,骨窗窗位 L200 窗宽 W1200,阅片环境照度 50~100 lx。两名医师在不同时间使用同一台观片灯阅片,不能互相讨论。盲法评分并书写评分报告,交统计员汇总。

1.3.2 应用 Kappa方法评定两名医师对同一病例观察结果的一致性 Kappa值定义为: <0.20 不一致; 0.21~0.40 轻度一致; 0.41~0.60 中度一致; 0.61~0.80 高度一致; 0.80~1.00 近乎完全一致。

1.3.3 评分标准 以 5分制作等级评分, 3分为临床可以接受的图像。完全不能诊断为 1分; 较差, 不能满足软组织诊断要求, 骨折可见为 2分; 图像一般, 能满足诊断要求, 能做表面遮盖成像为 3分; 良好, 能满足诊断要求为 4分; 优, 能很好满足诊断要求为 5分。

2 结果

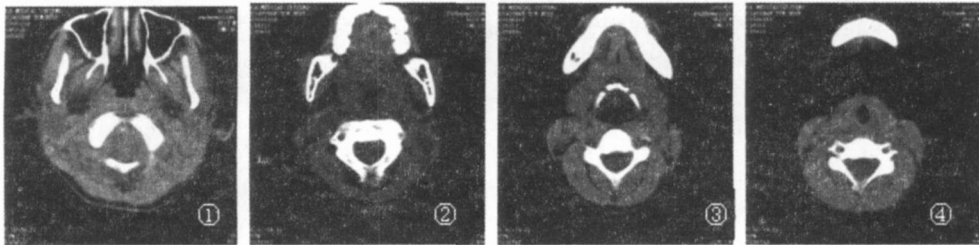


图 1~4 男, 11岁, 儿童颈椎低剂量 CT扫描图像质量不影响诊断, 图像噪声在可接受范围。

表 1 成人与儿童降低 CT剂量和 S值对比表						
kV	mAs	软组织 S值	骨松质 S值	CTDIw	DLP	备注
120.00	154.00	6.00	32.00	12.17	202.39	成人常规低剂量
120.00	154.00	2.00	8.00	12.17	202.39	以前儿童剂量
120.00	105.00	7.00	29.00	7.86	130.73	成人剂量下限
120.00	105.00	5.00	23.00	7.86	130.73	Q 儿童剂量上限
120.00	105.00	4.00	21.00	7.86	130.73	Q 儿童剂量上限
120.00	105.00	5.00	18.00	7.86	130.73	Q 儿童剂量上限
120.00	70.00	14.00	30.00	5.24	87.15	儿童低剂量下限

3 讨论

本研究辐射剂量评价的参数选用单位是 mGy的平均剂量加权指数 (CTDIw), 因为, 单位是 mSv的有效吸收剂量与扫描范围、mA和螺距都有关系, 而且测量复杂, 故没有采用。计算机体层扫描剂量指数 (CTDI)和多层扫描平均剂量 (MSAD)这二个 CT剂量的量是基本量, 近年来衍生出一些新的量, 但是, 这些衍生量的概念都来自这二个基本量<sup>[4]</sup>。

吸收剂量与 mAs的关系, mAs增加 10倍 (21mAs→ 210 mAs)吸收剂量也增加 10倍 (中心 4.4mGy→ 44.2mGy; 边缘 8.8 mGy→ 88.2mGy)呈对应关系。mAs与吸收剂量同比升降, 故可以使用 mAs进行吸收剂量比较, 免去每个病人测量吸收剂量的繁琐。

管电流降低主要影响低对比分辨力, 而对高对比分辨力影响甚小。量子噪声升高是与 mA值的平方根成反比的, 由骨性结构引起的线样伪影使影像质量下降, 仅观察骨折可以使用较低 mAs。如果检查骨病要照顾到软组织的质量需采用较高 mAs。

被检者所接受的剂量较常规剂量降低 20%以上才能确认为剂量降低, 管电压降低使 X射线光子能量较低, 更接近骨、含碘的组织等含有高原子序数元素的组织或结构的 “K-edge” (keV), 此时光电效应增强, 降低电压的方法更适合于骨关节成像的低剂量扫描, 但是对于颈椎扫描时与肩部或下颌重叠, 需要较高的管电压增加穿透力, 采用 80 kV 70mA时仅能观察

(1)在能够诊断软组织病变时以 15.00为软组织 S值上限, 30.00为骨松质 S值上限, 以上结果为儿童 2~8层螺旋 CT扫描图像噪声测量值的上限, 也供普通 CT设定 mA和 16~64层螺旋 CT设定噪声指数 (NI)时参考。

(2)两名医师评定结果间为中度一致性, Kappa值 0.59011。

(3)以成人的最低剂量为儿童的最高剂量限制。青春后期 16~18岁的儿童可采用成人的最低剂量。

(4)儿童 (学龄期和青春前期) 2~8层螺旋 CT在满足诊断要求的前提下颈椎扫描剂量降低的最低限度是 120 kV 70 mA (图 1~4)。患者吸收剂量约为成人最低剂量的 66.66%, 降低了 33.33%。P<0.05 差异有统计学意义。

骨折, 噪声很大。推荐没有 Z轴自动管电流技术的普通螺旋 CT在进行儿童颈椎扫描时使用 120 kV 70mA 的低剂量扫描。

成人普通多层螺旋颈椎扫描在满足诊断要求的前提下剂量降低的最低限度是 120kV 105mAs。推荐没有 Z轴自动管电流技术的普通螺旋 CT在进行成人肩、肘关节扫描时使用 120 kV 105mA 的低剂量扫描。

年龄分组标准: 新生儿 (neonatal) 出生后 28d之内, 婴儿 (infant) 满 28d至 1周岁, 幼儿 (toddlers age) 1~3周岁, 学龄前期 (Preschool age) 4~7周岁, 学龄期 (school age) 8~12周岁, 青春期 (adolescence) 13~18周岁。青春期又分为青春前期组 13~15周岁。16~18周岁为青春后期组。16~18周岁各项影像指标与成人相似, 采用成人最低剂量即可。

直接采用 S值来评价噪声更直观, 便于不同机型之间比较, 使多中心的研究具有可比性。

低剂量螺旋 CT扫描解决了群体辐射剂量过大的问题。我们的病例对照研究又得到了低剂量颈椎螺旋 CT检查没有病灶遗漏的结果, 成本低效益高, 大范围开展低剂量颈椎螺旋 CT检查可以有效保护被检者并保证图像质量。

儿童 CT检查应在最高和最低值之间选择扫描剂量, 随着 CT的普及, 检查时尽可能降低辐射剂量, 合理使用 CT这是医务工作者的重要责任。希望颈椎低剂量 CT扫描的研究能在临床推广应用, 减少群体辐射剂量。

参考文献:

[ 1 ] 郑钧正. 我国放射防护新基本标准强化对医疗照射的控制 [ J ]. 辐射防护, 2004 24(2): 47—91.

[ 2 ] 孟俊非, 范森. 重视 CT检查中的辐射剂量 [ J ]. 中华放射学杂志, 2008 42(10): 1 015—1 016.

[ 3 ] 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的研究 [ J ]. 中华放射学杂志, 2008 42(10): 1 013—1 014.

[ 4 ] 尉可道. 再论 CT剂量的表述 [ J ]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(2): 178—180.