

## • 实验研究 Experimental research •

## 降低介入诊疗过程中患者接受辐射剂量的研究

黄 永, 王艳芹, 杨 洁, 吴 民

【摘要】 目的 探讨采用平板大 C 介入诊疗时降低患者所接受辐射剂量的方法与技术。方法 采用平板大 C 自身所具有的辐射监测功能记录辐射剂量率。研究者依次改变水模、球管、平板探测器之间的距离,并采用不同的曝光模式,测量并记录相对应的剂量率。将平板倾斜不同角度和改变视野(FOV)大小,测量并记录不同曝光模式所产生的剂量率。结果 当水模与球管间距离一定时,平板离水模距离越近其辐射剂量率越小。同样条件下,FOV 值越大,剂量率越小;倾斜角度越大,剂量率越大。相同曝光模式下,帧数越小,剂量率越小。其他条件相同时,数字减影的剂量率高于其他曝光模式。结论 在介入诊疗时,合理调整影响辐射剂量的因素,可有效降低患者的整体辐射水平。

【关键词】 剂量率;距离;角度;视野

中图分类号:R445.9 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2011)-07-0563-03

Investigation of the method of reducing radiation doses received by the patients during the interventional procedures HUANG Yong, WANG Yan-qin, YANG Jie, WU Min. Department of Radiology, Shanxian Central Hospital, Shandong Province 274300, China

Corresponding author: HUANG Yong, E-mail: sdsxradio@126.com

【Abstract】 **Objective** To explore the method and technique of using flatbed large C-arm machine for lowering the radiation doses received by the patients during the interventional (both diagnostic and therapeutic) procedures. **Methods** In this study, the radiation dose rates were recorded with the built-in radiation monitoring device of the flatbed large C-arm machine. The distance between the water phantom, the bulb and the flat panel detector was changed in turn, and the exposure model employed was changed accordingly (different flatbed inclination angle and different value of field of vision), meanwhile the corresponding radiation doses were measured and recorded. The results were analyzed. **Results** When the distance between the water phantom and the bulb was fixed, the shorter the distance from the flat panel to the water phantom was, the smaller the radiation dose would be. In the same setting, the greater the field of vision (FOV) value was, the smaller the radiation dose would be; while the greater the flat panel tilt angle was, the larger the radiation dose would be. In the same condition of exposure model the smaller the frame number was, the smaller the radiation dose would be. When the other condition was constant the radiation dose produced by the exposure model of digital subtraction was greater than that by the other exposure models. **Conclusion** During the performing of interventional procedures, properly adjusting the factors that influence the radiation doses can effectively reduce the total radiation dose received by the patients. (J Intervent Radiol, 2011, 20: 563-665)

【Key words】 dose rate; distance; angle; field of vision

随着介入技术的推广,接受介入微创诊疗的患者渐见增多,患者在接受微创带来的益处的同时,受到的辐射危害也随之增加。因此,在介入放射学

不断发展并日趋成熟时,控制辐射危害的重要性和迫切性已凸显出来<sup>[1]</sup>。通过对我院引进的全数字平板大 C 的辐射研究,提高对不同情况下医患所受辐射强度的认识,从而自觉利用一些必要手段来降低患者所受辐射剂量,保护医患健康。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验设备

GE 产 INNOVA3100; 随机配置穿透电离室型辐射监测系统, 其数据记录包括剂量率 (rate) mGy/min; 随机配备标准 20 cm 厚水模, 30 cm × 30 cm。

### 1.2 研究方法

利用 INNOVA3100 具有的辐射监测功能, 通过测量剂量率, 研究球管与平板间的距离、斜位摄影、FOV 大小及不同曝光模式下患者所受辐射剂量的影响。首先, 机器处于 L = 0 (L: L 臂角度), LAO = 0 (LAO: 左前斜), CRA = 0 (CRA: 头位), 诊疗床面平放 20 cm 厚水模, 水模中心放一 1 cm 大小钢球作为标记点, 经透视确认该标记点位于照射野中心。床面位于 23 cm 处 (23 cm 是指床面距离 P 臂、L 臂、C 臂三轴等中心点的距离), 先把平板探测器放至最低, 此时距离球管 89 cm, 测量 5 种不同曝光模式下 (透视 15 fps, 透视 30 fps, 数字减影 4 fps, 心脏采集 30 fps, 心脏采集 15 fps) 的剂量率, 平板探测器每上升 10 cm, 再重测 5 组数据, 直至最高位即平板与球管距离 119 cm 处 (见表 1)。

表 1 诊疗床位于 23 cm 处, L = 0, LAO = 0, CRA = 0 (mGy/min)

平板与球管 距离 (cm)	透视 15 fps	透视 30 fps	数字减影 4 fps	心脏采集 30 fps	心脏采集 15 fps
89	19.8	26.1	398	369	191
99	24.2	30.7	519	449	238
109	29.6	37.7	677	558	295
119	35.7	45.5	741	672	348

诊疗床处于 23 cm 高度, 平板探测器与球管达最大距离 119 cm, L = 0, CRA = 0, 分别测量 LAO 为 0、15、30、45、60 度时 5 组数据 (透视 15 fps, 透视 30 fps, 数字减影 4 fps, 心脏采集 30 fps, 心脏采集 15 fps), 以研究不同投照角度对辐射剂量的影响 (见表 2)。

诊疗床处于 23 cm 高度, 平板探测器与球管距

表 2 诊疗床位于 23 cm 处, L = 0, CRA = 0, 平板与球管距离 119 cm (mGy/min)

FOV (cm)	透视 15 fps	透视 30 fps	数字减影 4 fps	心脏采集 30 fps	心脏采集 15 fps
30	28.9	36.1	639		
20	47.8	66.2	902	543	287
16	56.9	75.8	911	1257	656
12	70.1	84.1	909	1649	850

离 109 cm, L = 0, CRA = 0, LAO = 0, FOV 分别为 30 cm, 20 cm, 16 cm, 12 cm 时, 测 5 组数据 (透视 15 fps, 透视 30 fps, 数字减影 4 fps, 心脏采集 30 fps, 心脏采集 15 fps), 以研究照射野变化导致患者所受辐射剂量的改变 (见表 3)。

表 3 诊疗床位于 23 cm 处, L = 0, CRA = 0, 平板与球管距离 119 cm (mGy/min)

FOV (cm)	透视 15 fps	透视 30 fps	数字减影 4 fps	心脏采集 30 fps	心脏采集 15 fps
30	28.9	36.1	639		
20	47.8	66.2	902	543	287
16	56.9	75.8	911	1 257	656
12	70.1	84.1	909	1 649	850

### 1.3 统计分析

采用单因素方差分析方法, 比较各组辐射剂量的均值, P 值小于 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

不同条件下各测值见表 1 ~ 3。

从表 1 可见, 随着平板与球管距离的增加, 剂量率呈上升趋势; 数字减影的剂量率最高, 透视或心脏采集模式, 由于每秒钟的帧数不同, 剂量率亦不同。随着帧数的增加剂量率上升。从表 2 反映出随着平板探测器倾斜角度的增加 (即增加了体厚), 剂量率明显升高。表 3 可看出同种曝光模式下, 照射野越小, 剂量率越大。

表 1 显示曝光条件: 透视管电压为 85 kV, 管电流基值为 5.1 mA, 峰值 13 mA; 数字减影管电压为 88 kV, 管电流基值 278 mA, 峰值 309 mA; 心脏摄影管电压为 70 kV, 管电流基值 45 mA, 峰值 165 mA。

表 2 显示透视管电压基值为 85 kV, 峰值 112 kV, 管电流基值为 10.2 mA, 峰值 20 mA; 数字减影管电压基值为 87 kV, 峰值 96 kV, 管电流基值 265 mA, 峰值 387 mA; 心脏摄影管电压基值为 70 kV, 峰值 120 kV, 管电流基值 83 mA, 峰值 148 mA。表 3: 透视管电压基值为 85 kV, 峰值 88 kV, 管电流基值为 10.2 mA, 峰值 25.3 mA; 数字减影管电压基值为 87 kV, 峰值 96 kV, 管电流基值 285 mA, 峰值 309 mA; 心脏摄影管电压基值为 70 kV, 峰值 82 kV, 管电流基值 83 mA, 峰值 169 mA。

表 1 的统计分析结果表明透视 15 fps 组、透视 30 fps 组、数字减影 4 fps 组、心脏采集 30 fps 组、心脏采集 15 fps 组 5 个组辐射剂量 (均数标准差) 分别为: (27.33 ± 6.87)、(35.00 ± 8.47)、(583.75 ±

155.05)、 $(512.00 \pm 131.83)$  和  $(268 \pm 68.21)$  mGy/min, 由方差分析得  $F = 56.87, P < 0.01$ , 按照  $\alpha = 0.05$  检验水准, 可以认为各组间的辐射剂量的差异有统计学意义。进一步经 SNK 检验, 按照  $\alpha = 0.05$  检验水准, 除透视 15 fps 组和透视 30 fps 组, 数字减影 4 fps 组和心脏采集 30 fps 组间的差异没有统计学意义外, 其余各组间的差异均具有统计学意义。其余各表统计分析结果类似表 1。

### 3 讨论

随着适应证的越益广泛, 进行介入放射学诊疗的患者成为接受较高辐射剂量的群体, 临床上已经发现一些介入放射学引起的确定性辐射效应的病例<sup>[2]</sup>。Miller 等<sup>[3]</sup>报道, 一些介入放射学操作具有潜在的产生临床意义的辐射剂量, 研究中 6% 的病例累积剂量超过 5 Gy。联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 出版的 2000 年报告书突出强调了加强介入放射学中放射防护的迫切性<sup>[4]</sup>。因此, 患者在介入诊疗时接受的 X 线辐射应引起重视, 采取有效措施降低患者辐射剂量, 遵循合理使用低剂量原则。

本研究实验数据来源于 INNOVA3100 内置的辐射监测系统在线收集剂量率 (rate) 数值, 虽不能完全等同于实际辐射量, 但多数研究者认为这是一种可靠而简便有效的监测方法。

剂量率是指单位时间内机体所接受的照射量, 单位 mGy/min。采用剂量率作为研究对象是考虑到不同的介入诊疗其所曝光时间不同, 不同医师手术的熟练程度不同, 研究具体的患者所受辐射量将异常复杂, 而使用剂量率可使复杂问题简单化, 只需知道不同位置、不同曝光模式下的剂量率, 就可为临床提供减少患者辐射剂量的依据。此处测得的剂量率为辐射剂量, 人体的吸收剂量与照射量之间, 在相同条件下又存在一定的关系, 往往是通过测量或计算照射量再进一步估算吸收剂量。因此, 减少照射量即可减少人体的吸收剂量。

3.1 由表 1 至表 3 可知, 当球管与水模的距离固定, 平板探测器距水模越近, 则剂量率越低。平板与球管距离 119 cm 时比 89 cm 时剂量率几乎高出 1 倍左右。因此在患者做介入诊疗时, 平板离患者越

近, 所受辐射剂量越低。

3.2 同种曝光模式下, 15 fps 比 30 fps 的剂量率明显降低, 在心脏采集曝光模式下, 15 fps 比 30 fps 的剂量率降低约 50%。摄影帧数是介入医师和操控技师可主动控制的因素, 降低数字脉冲透视的脉冲频率, 减少摄影帧数, 可有效降低辐射剂量。由此可见, 减少透视、摄影帧数是我们可控的减少患者辐射剂量最有效的方法之一。

3.3 斜位角度越大, 同种曝光模式辐射剂量越大。这是因为随投照角度的增加, 体厚亦增加, 自动曝光模式下, 曝光量也越大, 剂量率随之增加, 从表 4 可知, 心脏采集曝光模式下, 60°角时剂量率可达 0°角时剂量率的 4 倍。所以, 在进行患者介入诊疗的过程中, 有意识的减少斜位曝光时间, 可极大降低患者的整体辐射剂量。

3.4 FOV 越大, 曝光剂量越小; FOV 越小, 曝光剂量越大。在实际工作中, 除确需放大的影像外, 建议不要轻易放大影像, 以免患者多增加不必要的辐射剂量。

患者所受辐射剂量是剂量率与曝光时间的乘积。曝光时间越长, 同样剂量率下, 患者接受的辐射剂量越高。曝光时间是一种可控因素, 缩短曝光时间, 可有效减少患者辐射剂量。

综上所述, 患者在介入诊疗中所受辐射剂量的多少是由多种因素共同决定的。介入医师及操控技师合理利用影响辐射剂量的因素, 就可有效降低患者在介入诊疗中的整体辐射水平。

### [参考文献]

- [1] 白 玫, 刘 彬, 郑钧正, 等. 心脏介入患者受照剂量研究[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16: 222 - 225.
- [2] Valentin J. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedure[J]. Ann ICRP, 2000, 30: 7 - 67.
- [3] Miller DL, Balter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study part I: overall measures of dose[J]. J Vasc Interv Radio1, 2003, 14: 711 - 727.
- [4] UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation[M]. New York: UN, 2000.

(收稿日期: 2011-01-12)