

• 心脏介入 Cardiac intervention •

心血管疾病患者在介入诊疗过程中辐射剂量分析

刘伟宾, 黄连军, 郭久芳, 肖颖, 徐卫星, 任献玲, 邱威, 赵培源,
杨博鑫, 李军, 王金

【摘要】 目的 分析心血管疾病患者在介入诊疗过程中的辐射剂量,探讨其预防措施。**方法** 抽取用 SIEMENS Aritis Zee Floor DSA 介入诊疗的心血管疾病患者 186 例,记录随机配备的辐射检测系统显示的总辐射时间(T)、剂量面积乘积(DAP)、累积剂量(CD),由 DAP 估算有效剂量(ED),由 CD 估算最高皮肤剂量值(PSD)。**结果** 患者所受 T 为 0.9 ~ 71.2 min,平均 10.5 min,> 30 min 的 9 例(4.8%); ED 为 0.11 ~ 282.9 mSv, 平均 32.2 mSv,> 100 mSv 的 10 例 (5.4%); 1 Gy < PSD (1/2CD) ≤ 3 Gy 的 40 例 (21.5%), PSD(1/2CD) > 3 Gy 的 4 例(2.2%); 1 Gy < PSD(4/5CD) ≤ 3 Gy 的 53 例(28.5%), PSD(4/5CD) > 3 Gy 的 14 例(7.5%)。T 与 PSD(1/2 CD)、PSD(4/5CD)、ED 在置信度(双侧)为 0.01 时显著相关。**结论** 23.7% ~ 36.0% 心血管介入患者可因累积剂量导致严重的皮肤损伤,5.4% 心血管介入患者有显著的致癌危险。

【关键词】 心血管疾病; 介入诊疗; 辐射剂量; 辐射防护

中图分类号: R541.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2014)-11-0941-04

The distribution of radiation dose in patients with cardiac diseases during interventional procedure
LIU Wei-bin, HUANG Lian-jun, GUO Jiu-fang, XIAO Ying, XU Wei-xing, REN Xian-ling, QIU Wei,
ZHAO Pei-yuan, YANG Bo-xin, LI Jun, WANG Jin. Department of Interventional Therapy, Affiliated
Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China

Corresponding author: HUANG Lian-jun, E-mail: huanglianjun2008@163.com

【Abstract】 Objective To study the distribution of radiation dose in patients with cardiovascular diseases during interventional procedures, and to discuss the prevention measures. **Methods** A total of 186 patients with cardiovascular diseases, who received interventional procedures with the equipment of SIEMENS Aritis Zee Floor DSA, were enrolled in this study. The relevant data, including total radiation time (T), dose-area product (DAP), cumulative dose (CD), the DAP-estimated effective dose (ED) and the CD-estimated peak skin dose (PSD) were determined, and the results were analyzed. **Results** The total radiation time was 0.9 – 71.2 min, with a mean of 10.5 min. The total radiation time > 30 min was recorded in 9 cases (4.8 %). ED was 0.11 – 282.9 mSv with a mean of 32.2 mSv. ED > 100 mSv was recorded in 10 cases (5.4%). PSD (1/2CD) ranging from 1 Gy to 3 Gy was seen in 40 cases (21.5%), while PSD (1/2CD) > 3 Gy in 4 cases (2.2%). In addition, PSD (4/5CD) ranging from 1 Gy to 3 Gy was recorded in 53 cases (28.5%), while PSD (4/5CD) > 3 Gy in 14 cases (7.5%). When the confidence was 0.01 (two-tailed), the total radiation time bore a significant linear correlation with PSD(1/2CD), PSD (4/5CD) and ED. **Conclusion** Serious skin injury may be caused by the accumulation of radiation dose in 23.7% – 36.0% of patients with cardiovascular disease during interventional procedures. Moreover, 5.4% of patients with cardiovascular disease who have received interventional treatment will have potential carcinogenic risks. (J Intervent Radiol, 2014, 23: 941-944)

【Key words】 cardiovascular disease;
interventional diagnosis and treatment;
radiation dosage; radiation protection

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2014.11.003

作者单位: 100029 首都医科大学附属北京安贞医院
介入诊疗科

通信作者: 黄连军 E-mail: huanglianjun2008@163.com

心血管疾病的介入诊疗过程是在 X 线透视引导下完成的,可能给患者造成高剂量的 X 线辐射。患者所受的医疗照射只能依据放射实践的正当性和防护的最优化原则,不适合指定剂量限值^[1]。而心血管疾病是介入诊疗应用最广泛的领域,大约 60% 介入手术用于心血管疾病的诊疗。患者在介入诊疗过程中所受辐射情况应引起高度重视。本文对 186 例心血管疾病患者在介入诊疗过程中所受的辐射剂量进行了分析,旨在探讨如何降低辐射时间,减少辐射剂量发生。

1 材料与方法

1.1 临床资料

随机抽取我院 2013 年 11 月利用 SIEMENS Aritis Zee Floor DSA 介入诊疗的心血管病患者 186 例,其中男 127 例,女 59 例,年龄 29 ~ 82 岁,平均 59 岁,小于 45 岁 10 例(5.4%);桡动脉途径 174 例,股动脉途径 12 例;冠状动脉造影(coronary arteriography, CAG)87 例,CAG 联合左室造影 1 例,CAG 联合升主动脉造影 1 例,CAG 联合经皮冠状动脉介入治疗术(PCI)83 例,射频导管消融 2 例,心脏起搏器植入 12 例。

1.2 研究方法

记录各介入诊疗类型 DSA 设备随机配备的辐射检测系统显示的总辐射时间(total radiation time,

T,min)、介入参考点累积剂量(cumulative dose, CD, mGy)、剂量面积乘积(dose area product, DAP, $\mu\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$)。由 DAP 估算有效剂量(effective dose, ED), $\text{ED} = \text{DAP} \times 0.17 \text{ mSv}/(\text{Gy} \cdot \text{cm}^2)$ (心血管介入诊疗平均转换因子)^[2];由 CD 值估算最高皮肤剂量(peak skin dose, PSD)值,PSD 精确值是 CD 的 $1/2 \sim 4/5$ ^[3-4],按低、中、高分段统计 T、PSD(CD1/2)、PSD(4/5)、ED。

1.3 数据处理

采用 SPSS17.0 统计软件处理分析数据,并对 T 与 PSD(CD1/2)、PSD(4/5)、ED 的相关性采用 Spearman 秩相关分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

患者所受 T: 范围为 0.9 ~ 71.2 min, 平均 10.5 min, > 30 min 的 9 例(4.8%)。ED: 范围为 0.11 ~ 282.9 mSv, 平均 32.2 mSv, > 100 mSv 的 10 例(5.4%)。PSD: $1 \text{ Gy} < \text{PSD}(1/2\text{CD}) \leq 3 \text{ Gy}$ 的 40 例(21.5%), $\text{PSD}(1/2\text{CD}) > 3 \text{ Gy}$ 的 4 例(2.2%); $1 \text{ Gy} < \text{PSD}(4/5\text{CD}) \leq 3 \text{ Gy}$ 的 53 例(28.5%), $\text{PSD}(4/5\text{CD}) > 3 \text{ Gy}$ 的 14 例(7.5%)。T 与 PSD(CD1/2)、PSD(4/5)、ED 在置信度(双侧)为 0.01 时显著相关。见表 1 和表 2。

表 1 186 例心血管疾病患者在不同介入类型操作中剂量参数表

| 介入类型 | 例数 | T/min | | DAP/($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$) | | CD/mGy | | ED/mSv | |
|------------|-----|------------|------|---------------------------------------|-------|--------------|-------|--------------|------|
| | | 范围 | 均数 | 范围 | 均数 | 范围 | 均数 | 范围 | 均数 |
| SCAG | 87 | 1.0 ~ 19.3 | 4.4 | 20.6 ~ 349.5 | 78.7 | 101 ~ 5 646 | 906 | 59.4 | 13.4 |
| SCAG + 左室 | 1 | 8.2 | 8.2 | 159.8 | 159.8 | 206 | 206 | 27.2 | 27.2 |
| SCAG + 升主 | 1 | 31.2 | 31.2 | 629.9 | 629.9 | 8 658 | 8 658 | 107 | 107 |
| SCAG + PCI | 83 | 3.2 ~ 71.2 | 17.1 | 45.8 ~ 1 663.9 | 326.2 | 286 ~ 14 193 | 2 219 | 7.8 ~ 282.9 | 55.5 |
| 心脏起搏器植入 | 12 | 0.9 ~ 49.1 | 8.7 | 0.67 ~ 220.4 | 42.4 | 3 ~ 826 | 206 | 0.11 ~ 37.5 | 7.2 |
| 射频导管消融 | 2 | 4.8 ~ 8.3 | 6.6 | 1.2 ~ 1.5 | 1.4 | 15.5 ~ 18.7 | 17 | 0.21 ~ 0.25 | 0.23 |
| 总计 | 186 | 0.9 ~ 71.2 | 10.5 | 0.67 ~ 1 663.9 | 189.3 | 3 ~ 14 193 | 1 430 | 0.11 ~ 282.9 | 32.2 |

表 2 186 例心血管疾病患者在介入诊疗操作中剂量参数分段统计表

| 分组 | T/min | | | PSD/(1/2CD, mGy) | | | PSD/(4/5CD, mGy) | | | ED/mSv | | |
|----|-------------|-----|-------|------------------|-----|-------|------------------|-----|-------|---------------|-----|-------|
| | 范围 | 例数 | 比例(%) | 范围 | 例数 | 比例(%) | 范围 | 例数 | 比例(%) | 范围 | 例数 | 比例(%) |
| 低 | 0 ~ 10 | 119 | 64.0 | 0 ~ 1 000 | 142 | 76.3 | 0 ~ 1 000 | 119 | 64.0 | 0 ~ 50 | 147 | 79.0 |
| 中 | 10.1 ~ 30 | 58 | 31.2 | 1 001 ~ 3 000 | 40 | 21.5 | 1 001 ~ 3 000 | 53 | 28.5 | 50.1 ~ 100 | 29 | 15.6 |
| 高 | 30.1 ~ 71.2 | 9 | 4.8 | 3 001 ~ 7 096 | 4 | 2.2 | 3 001 ~ 11 354 | 14 | 7.5 | 100.1 ~ 282.9 | 10 | 5.4 |

3 讨论

3.1 辐射剂量参数 T、CD、DAP 值

本研究辐射剂量参数 T、CD、DAP 值来源于 DSA 系统内随机配备的辐射监测系统,T 为透视和电影采集时间的总和,CD 值是在线随机的在基准

轴上等中心再偏向焦点一方 15 cm 处介入参考点累积皮肤表面入射剂量,可动态显示患者皮肤受照剂量。DAP 值是 X 射线束的横截面积与该照射野上的平均空气比释动能的乘积,反映患者在介入放射学诊疗中所接受到的 X 线辐射的总授予能量。PSD 是反映皮肤确定性效应的重要指标;ED 考虑了不

同组织器官对射线的敏感性,与生物体辐射效应直接相关,是统一评估全身受非均匀辐射随机性效应最为恰当的剂量表征量^[5]。由于心血管疾病在介入诊疗过程中有时过于复杂,X 射线照射的部位、体位、大小等在不断变化,曝光参数在不断调节,由 DAP 和 CD 估算患者实际所受 PSD 和 ED 虽有一定误差,但其具有的动态显示实时监测,对指导放射防护具有实际意义。

3.2 心血管介入手术过程中辐射剂量分析

ICRP 85 号出版物^[6]指出:对于介入操作中 PSD 达到或超过 3 Gy,对可能重复的操作大于 1 Gy 的患者,可因累积剂量导致严重的皮肤损伤。本研究中 PSD(1/2CD) > 1 Gy 的 44 例(23.7%),PSD(4/5 CD) > 1 Gy 的 67 例(36.0%)。这表明:23.7% ~ 36.0%的心血管介入患者可因累积剂量导致严重的皮肤损伤。

ICRP 103 号出版物^[7]指出:ED 高于 100 mSv 时,发生随机效应的可能性增加,并有显著的致癌危险。本研究中,ED > 100 mSv 的 10 例(5.4%)。这表明:5.4%心脏介入诊疗患者发生随机效应的可能性增加,并有显著的致癌危险。

原因分析:186 例患者中 PSD(4/5CD) > 1Gy 的 67 例,均为复杂冠状动脉病变,其中 PSD 最高 1 例为多支冠脉血管病变合并长节段弥漫性、扭曲病变。ED 最高的 1 例为 PCI 术后冠状动脉开口再狭窄患者术中支架脱落。

本研究结果表明:T 与 PSD(CD1/2)、PSD(4/5)、ED 显著相关。186 例心血管疾病患者在介入诊疗过程中,因病情不同,辐射剂量参数范围广、差别大。一些患者病情过于复杂,T 长,造成了较高的 PSD 及 ED。

3.3 降低心血管介入中辐射剂量的措施

本研究中全部患者均是因病情需要而进行介入诊疗,符合放射实践的正当性。依据放射防护最优化原则,术中医师和技师均应采取各种降低剂量的技术。

介入医师术中应合理调整 X 线管与患者的距离及影像增强器的尺寸,尽量采用小视野和采集频率低的曝光条件,保持尽可能小的辐射区和辐射剂量^[8];利用路图和透视最后影像冻结技术以帮助定位导管,提供周围组织解剖情况,减少采集次数^[9];采用脉冲透视、感兴趣透视、超低剂量透视、剂量分散等技术有效降低患者剂量^[10-14];采用动态透视图像存储功能减少高剂量电影采集。

介入技师术中也应配合医师低剂量操作,及时调整透视或电影采集程序及参数,记录分析患者的辐射剂量数据并及时反馈给介入医师;及时传输有利于进一步手术的冻结图像,及时存储有价值的动态透视图像,还要应用 DSA 设备软件功能降低患者辐射剂量。本研究使用的 SIEMENS Aritis Zee Floor DSA 设备,运用一体化辐射剂量优化程序 CARE 软件包,CAREFILTER 功能中各种滤过铜片,自动滤掉了构建图像所不需的 X 线低能部分,硬化的射线束降低了辐射剂量;CAREPROFILE 功能中多叶片准直器以及滤波光阑的位置以图形的形式显示在最后一帧图像中,在无需额外曝光的情况下改变准直器的范围;CAREPOSITION 功能不需额外透视可以在最后一帧透视图像的帮助下重新定位;CAREVISION 功能可以选择不同脉冲速率的透视模式来降低患者的辐射剂量;CAREWATCH 功能利用剂量测量电离室,自动显示 T、DAP、CD,为进一步降低辐射剂量提供了可能。DSA 各设备厂家其硬、软件不断在升级换代,各种降低剂量的措施也在不断改进,介入技师应当熟练应用这些技术,以减低患者辐射剂量。

总之,心血管疾病患者在介入诊疗过程中所受高剂量辐射必须引起高度重视,在获得所需诊疗信息的同时,必须采取各种措施最大限度缩短辐射时间、减少辐射剂量。

[参 考 文 献]

- [1] Fletcher DW, Miller DL, Balter S, et al. Comparison of four techniques to estimate radiation dose to skin during angiographic and interventional radiology procedures [J]. J Vasc Interv Radiol, 2002, 13: 391 - 397.
- [2] UNSCEAR. 2008REPORT VOLUME1[R]. 2008: 53.
- [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 Radiol, 2003, 14: 711 - 727.
- [4] Miller DL, Balter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: The RAD-IR study - Part II; Skin dose[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14: 977 - 990.
- [5] 刘 彬, 白 玫. 不同版本国际放射防护委员会建议组织器官权重因子对心脏介入诊疗所致有效剂量的影响[J]. 介入放射学杂志, 2009, 18: 923 - 926.
- [6] ICRP. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures [M]. ICRP Publication 85.Oxford: pergamon Press, 2000.
- [7] ICRP. The 2007 Recommendation of the International Commission

- on Radiological Protection [M]. ICRP Publication 103.Oxford; Pergamon press, 2008.
- [8] 王智廷, 曹国全, 闻彩云, 等. 冠状动脉介入治疗中操作者所受剂量的综合研究 [J]. 介入放射学杂志, 2013, 22: 834 - 837.
- [9] Mooney RB, Mckinsty J. Paediatric dose reduction with the introduction of digital fluorography [J]. Radiat Prot Dosimetry, 2001, 94: 117 - 120.
- [10] Nikolic B, Spies JB, Campbell L, et al. Uterine artery embolization; Reduced radiation with refined technique [J]. J Vasc Interv Radiol, 2001, 12: 39 - 44.
- [11] Xu T, Le HQ, Molloi S. Patient - specific region - of - interest fluoroscopy device for X - ray dose reduction [J]. Radiology, 2003, 226: 585 - 592.
- [12] Suzuki S, Furui S, Yamakawa T, et al. Radiation exposure to patients' skin during cardiac resynchronization therapy [J]. Europace, 2009, 11: 1683 - 1688.
- [13] Chida K, Kagaya Y, Saito H, et al. Evaluation of patient radiation dose during cardiac interventional procedures; what is the most effective method? [J]. Acta Radiol, 2009, 50: 474 - 481.
- [14] Miller DL, Balter S, Noonan PT, et al. Minimizing radiation - induced skin injury in interventional radiology procedures [J]. Radiology, 2002, 225: 329 - 336.
- (收稿日期:2014-01-15)
(本文编辑:侯虹鲁)

· 消 息 ·

欢迎订阅 2015 年《介入放射学杂志》

《介入放射学杂志》是我国第一本有关介入放射学基础研究,临床应用等方面的学术性期刊。是中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊),《中文核心期刊要目总览》临床医学/特种医学类核心期刊,中国科学引文数据库来源期刊。《中国生物医学文献数据库》(CBM)收录期刊,《中国学术期刊文摘》(CSAD-C)源期刊并已进入俄罗斯《文摘杂志》(AJ of VINITI)、荷兰《医学文摘》(EMBASE)等六个国际检索系统。据 2014 年版中国期刊引证研究报告,本刊 2013 年度核心影响因子为 0.973。杂志的宗旨是介绍介入放射学方面最新的学术成果和临床经验,范围涵盖神经介入、心脏介入、血管介入、肿瘤介入、非血管介入等各个方面。具有内容丰富、资料新颖、学术性强、编辑规范等特色,创刊以来受到国内外介入放射学界的重视与欢迎,对我国介入放射学事业起到了积极的推动和促进作用。2002 年曾被评为第三届华东地区优秀期刊。杂志为大 16 开铜版纸印刷,国内外公开发行。中国标准连续出版物号:ISSN 1008-794X, CN31-1796/R, 可在全国各地邮局订购,邮发代号:4-634。也可直接向编辑部订购。为满足广大作者与读者的需要,本刊 2015 年为月刊,92 页,每月下旬出版,每期定价 15 元,全年 180 元。编辑部地址:上海市长宁区华山路 1328 号,邮政编码:200052,联系电话:021-62409496。