

· 论 著 ·

野战方舱内介入治疗时受检者的辐射剂量研究

邵会雨^{1,2}, 梁 明¹, 王效增¹, 姚天明¹, 孙景阳¹, 王 耿¹, 王 猛¹, 韩雅玲¹

[摘要] **目的** 了解野战综合手术救治方舱内不同条件下的辐射剂量水平,为受检者健康及安全提供科学依据。**方法** 用标准体模检测脉冲透视频率分别为 4 fps/s、8 fps/s、12 fps/s 和透视管电压分别为 80 kV、90 kV、100 kV,而其他条件相同时测量透视及摄影时的剂量面积乘积(DAP)和入射皮肤剂量(ESD)的辐射剂量值。**结果** 当脉冲透视频率分别为 4 fps/s、8 fps/s、12 fps/s, DAP 透视时的均值依次为(5.86 ± 0.01) μGym²/s、(11.66 ± 0.17) μGym²/s、(13.97 ± 0.05) μGym²/s, ESD 透视时的均值依次为(8500.27 ± 23.86) μGy/s、(16 849.30 ± 71.44) μGy/s、(24 630.75 ± 135.20) μGy/s; DAP 摄影时的均值依次为(19.63 ± 0.02) μGym²(10 帧)、(38.98 ± 0.06) μGym²(10 帧)、(44.81 ± 0.06) μGym²(10 帧), ESD 摄影时的均值依次为(28 753.70 ± 605.13) μGy(10 帧)、(57 451.23 ± 637.47) μGy(10 帧)、(81 950.62 ± 523.37) μGy(10 帧)。当透视管电压分别为 80 kV、90 kV、100 kV, DAP 透视时的均值依次为(13.97 ± 0.05) μGym²/s、(18.83 ± 0.10) μGym²/s、(24.49 ± 0.06) μGym²/s, ESD 透视时的均值依次为(24 630.75 ± 135.24) μGy/s、(38 847.94 ± 27.63) μGy/s、(51 132.80 ± 158.76) μGy/s; DAP 摄影时的均值分别为(44.81 ± 0.06) μGym²(10 帧)、(57.09 ± 0.14) μGym²(10 帧)、(76.48 ± 0.21) μGym²(10 帧), ESD 摄影时的均值依次为(81 950.62 ± 523.37) μGy(10 帧)、(117 842.01 ± 636.46) μGy(10 帧)、(160 025.91 ± 852.31) μGy(10 帧)。各组之间 DAP 和 ESD 透视和摄影均值比较均有显著性差异($P < 0.01$)。**结论** 脉冲透视频率和管电压越大,辐射剂量越大。因此在保证图像质量的前提下,尽可能降低脉冲透视频率和管电压,并采取有效的防护措施,以降低介入受检者的辐射剂量。

[关键词] 野战方舱;介入治疗;辐射剂量

[中图分类号] R144.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-271X(2013)01-0004-03

Investigation of X-radiation dose to patients in the comprehensive surgical treatment field shelter during interventional therapy

SHAO Hui-yu^{1,2}, LIANG Ming¹, WANG Xiao-zeng¹, YAO Tian-ming¹, SUN Jing-yang¹, WANG Geng¹, WANG Meng¹, HAN Ya-ling¹.

1. Cardiology Department of the General Hospital of Shenyang Military Command, Shenyang, Liaoning 110016, China; 2. Graduate School of Liaoning Medical University, Jinzhou, Liaoning 121001, China

[Abstract] **Objective** To explore the dose level of patients in the comprehensive surgical treatment field shelter during interventional therapy with different conditions, and provide the basis for the patients' health and safety. **Methods** Measure of DAP and ESD values was carried out with an Alderson phantom for the two types of different impulse frequency (4 fps/s, 8 fps/s, 12 fps/s) and different perspective voltage (80 kV, 90 kV, 100 kV) separated into fluoroscopy and digital acquisition. **Results** The group of different impulse frequency (4 fps/s, 8 fps/s, 12 fps/s): the fluoroscopy dose values of DAP in this serial measured respectively for 5.86 ± 0.01 μGym²/s, 11.66 ± 0.17 μGym²/s, 13.97 ± 0.05 μGym²/s, and ESD was 8500.27 ± 23.86 μGy/s, 16 849.30 ± 71.44 μGy/s, 24 630.75 ± 135.20 μGy/s; the digital acquisition dose values of DAP was 19.63 ± 0.02 μGym²(10 frame), 38.98 ± 0.06 μGym²(10 frame), 44.81 ± 0.06 μGym²(10 frame), and ESD was 28 753.70 ± 605.13 μGy(10 frame), 57 451.23 ± 637.47 μGy(10 frame), 81 950.62 ± 523.37 μGy(10 frame). The group of different Perspective voltage (80 kV, 90 kV, 100 kV): the fluoroscopy dose values of DAP in this serial measured respectively for 13.97 ± 0.05 μGym²/s, 18.83 ± 0.10 μGym²/s, 24.49 ± 0.06 μGym²/s, and ESD was 24 630.75 ± 135.24 μGy/s, 38 847.94 ± 27.63 μGy/s, 51 132.80 ± 158.76 μGy/s; the digital acquisition dose values of DAP was 44.81 ± 0.06 μGym²(10 frame), 57.09 ± 0.14 μGym²(10 frame), 76.48 ± 0.21 μGym²(10 frame), and ESD was 81 950.62 ± 523.37 μGy(10 frame), 117 842.01 ± 636.46 μGy(10 frame), 160 025.91 ± 852.31 μGy(10 frame). There were statistical difference of dose DAP and ESD in different groups ($P < 0.01$). **Conclusion** The higher the impulse frequency and Perspective voltage, the higher the radiation dose. So in order to ensure the quality of image premise. As low as possible to reduce impulse frequency and Perspective voltage, and take effective protective measures to reduce the intervention of the patients' radiation dose.

[Key words] field shelter; interventional therapy; radiation dose

基金项目: 全军“十二五”科研重点项目(BWS125006); 全军“十一五”重大专项课题(08Z0001); 辽宁省科技攻关课题(2011225006)

作者单位: 1. 110016 辽宁沈阳, 沈阳军区总医院心血管内科; 2. 121001 辽宁锦州, 辽宁医学院研究生学院

通讯作者: 韩雅玲, E-mail: hanyaling@263.net

野战综合手术救治方舱系统是我中心研发的可用于野战及灾害紧急救援的新型综合手术救治系统。该系统以介入、微创及常规外科手术为主要手段^[1-5]。但是在方舱内进行介入诊治的过程中,其辐射剂量的安全性也是不容忽视的问题,我们对方舱内不同条件下的辐射剂量水平进行测定,以期对科学合理降低辐射剂量、改进防护方法提供依据,以保护受检者的健康。

1 材料与方法

1.1 方舱简介 野战综合手术救治方舱系统分为综合手术方舱和辅助方舱,净化帐篷和术后观察帐篷。主要设备包括中 C 型臂血管造影机、手术床、高级生命支持设备、监护设备、麻醉机及外科手术配套设备。

1.2 X 线测量仪器和设备 X 线设备:北京 SMART SMC-III 型车载式高频中型 C 型臂血管造影机,床下球管,实验时自动调节改为手动调节。X 线剂量测试仪器:为德国 IBA Dosimetry GmbH 公司生产的 KermaX plus (Model 120-131 HS OEM) X 线质量控制检测仪。体模:德国 IBA Dosimetry GmbH 公司生产的 Primus S 测试装置 (Model VD0203510),采用 200 mm × 200 mm、30 mm 厚有机玻璃的标准体模。

1.3 X 线测量方法 当脉冲透视频率分别为 4 fps、8 fps、12 fps 时和透视管电压分别为 80 kV、90 kV、100 kV 时,图像清晰的前提下测量透视及摄影时的剂量面积乘积(DAP)和入射皮肤剂量(ESD)的剂量率和剂量值。实验值重复测量 3 次,取平均值。DAP 和 ESD 摄影值均换算为 10 帧的量。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 17.0 分析软件,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 脉冲频率对 X 线剂量的影响 测量结果显示在透视、摄影电压和电流相同的前提下,当脉冲频率增加时(4 fps/s、8 fps/s、12 fps/s),DAP、ESD 透视和摄影时的 X 线剂量数值也随之增加(表 1)。统计分析结果表明:不同脉冲频率各组间的 DAP 和 ESD 透视和摄影的辐射剂量差异非常显著($P < 0.01$)。

2.2 不同输出电压对 X 线剂量的影响 测量结果显示在脉冲频率和电流相同的前提下,输出电压升高时(80 kV、90 kV、100 kV),DAP 和 ESD 透视、摄影时的 X 线剂量数值也随之增加(表 2)。统计分析结果表明不同电压各组间的 DAP 和 ESD 透视和摄影的辐射剂量差非常显著($P < 0.01$)。

3 讨论

我中心研制的野战综合手术救治方舱同时兼有内科诊治和外科手术功能,集成性好、机动性高,在战争、灾难救治中可提高损伤控制率,减少致死率和致残率^[1-5]。介入治疗将诊断与治疗有机结合起来,是一种微创治疗方法,应用广泛,然而介入过程中同时使受检者不可避免地受到一定程度的辐射危害,主要包括癌变和基因突变、皮肤损害等,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^[6]。ICRP(国际放射防护委员会)第 85 号出版物^[6]指出:急性照射(患者)剂量达 2 Gy 时可能造成红斑和白内障,达 7 Gy 可造成脱发,达 12 Gy 时可

表 1 不同透视脉冲频率的剂量测定

脉冲频率 (fps/s)	透视条件 [kV(mA)]	摄影条件 [kV(mA)]	DAP 透视 [μGym ² /s]	DAP 摄影 [μGym ² (10 帧)]	ESD 透视 [μGy/s]	ESD 摄影 [μGym ² (10 帧)]
4	80(15)	70(60)	5.86 ± 0.01	19.63 ± 0.02	8500.27 ± 23.86	28 753.70 ± 605.13
8	80(15)	70(60)	11.66 ± 0.17	38.98 ± 0.06	16 849.30 ± 71.44	57 451.23 ± 637.47
12	80(15)	70(60)	13.97 ± 0.05	44.81 ± 0.06	24 630.75 ± 135.20	81 950.62 ± 523.37

表 2 脉冲频率为 12 帧时不同电压时的剂量测定

透视条件 [kV(mA)]	摄影条件 [kV(mA)]	脉冲频率 (fps/s)	DAP 透视 [μGym ² /s]	DAP 摄影 [μGym ² (10 帧)]	ESD 透视 [μGy/s]	ESD 摄影 [μGym ² (10 帧)]
80(15)	70(60)	12	13.97 ± 0.05	44.81 ± 0.06	24 630.75 ± 135.24	81 950.62 ± 523.37
90(15)	80(60)	12	18.83 ± 0.10	57.09 ± 0.14	38 847.94 ± 27.63	117 842.01 ± 636.46
100(15)	90(60)	12	24.49 ± 0.06	76.48 ± 0.21	51 132.80 ± 158.76	160 025.91 ± 852.31

造成迟发性皮肤坏死。因此,在介入诊疗过程中应了解影响辐射剂量大小的各种因素,采取有效措施降低辐射剂量,合理使用低剂量原则,以尽可能保护受检者。

辐射剂量主要是由曝光时间和单位时间剂量(剂量率)决定。有效曝光时间是指每秒透视脉冲频率和曝光时间的乘积,因此同样曝光时间下,降低透视脉冲频率就缩短了有效曝光时间,可以有效降低辐射剂量^[7-8]。由表 1 可知数字透视脉冲频率(DPF)越高,X 线辐射剂量则越大。低脉冲透视可明显降低 DAP 和 ESD 辐射剂量值,分别对表 1 各个组间的 DAP 和 ESD 透视和摄影的均值比较后各组之间均有显著性差异($P < 0.01$)。有文献^[9]报道辐射剂量与透视脉冲频率呈正比,如 4 fps 与 8 fps 相比,脉冲频率减少了一半,DAP、ESD 透视和摄影值亦降低约 50%,与文献报道结果基本一致。但透视脉冲频率越小影像连续性随之越差,当用于运动器官时会形成伪影,影响对图像的观察和判断。因此,对活动程度较大的器官如心脏类的介入手术应调至高透视脉冲频率,静止器官如四肢可调至低透视脉冲频率,这样既可以保证图像质量,又可以有效地降低辐射剂量。当然,对于熟练程度很高的术者亦可以在较低透视脉冲频率时完成心脏等复杂的介入手术^[9-13]。

由表 2 可以看出随着管电压的不断增大,DAP、ESD 透视和摄影的辐射剂量随之明显增大,数值经方差分析两两比较后得出各组之间 DAP 和 ESD 透视和摄影均值均有显著性差异($P < 0.01$)。所以,降低管电压可以显著降低辐射剂量。为不影响影像质量,还应考虑受检者的体型、检查部位,在保证诊断治疗的基础上应尽可能降低管电压,这样可以减少介入过程中的 X 射线照射剂量,对于介入手术的射线防护具有重要意义。

综上所述,在介入手术过程中透视脉冲频率和管电压的大小会对成像质量和辐射剂量产生影响。因此介入操作者应合理利用影响辐射剂量的因素,在不影响诊断治疗的前提下,适当降低透视脉冲频率和管电压,并且做好防护措施,以有效降低伤病员的 X 射线辐射剂量,减少二次伤害。

【参考文献】

- [1] 梁明,孙景阳,姚天明,等.野战介入救治方舱应用研究[J].解放军医药杂志,2011,3(5):68-70.
- [2] 梁明,孙景阳,姚天明,等.心血管野战介入救治方舱应用体会[J].沈阳部队医药,2011,24(6):386-387.
- [3] 田道权,郑军成.非战争军事行动卫勤保障研究[J].东南国防医药,2012,14(1):91-92.
- [4] 李瑞斌,裴波,袁福华,等.地方战时卫勤保障力量建设储备问题研究[J].东南国防医药,2009,11(3):282-284.
- [5] 雷勇,宋文武,李晋,等.非战争军事行动成批伤员救治组织指挥与管理[J].东南国防医药,2009,11(4):375-377.
- [6] ICRP. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures: annals of the ICRP v. 30/2[M]. Elsevier Health Sciences,2000:7-67.
- [7] 陈胜利,朱栋梁,陈国东,等.肝动脉化疗栓塞治疗肝癌患者的 X 射线辐射评价[J].中国辐射卫生,2004,24(5):472-474.
- [8] 黄永,王艳芹,杨洁,等.降低介入诊疗过程中患者接受辐射剂量的研究[J].介入放射学杂志,2011,20(7):563-565.
- [9] 成君方,张翼,张丹枫,等.介入放射学综合防护措施的研究[J].生物医学工程与临床,2001,5(2):74-77.
- [10] 曾勇明,李萍.应用综合剂量控制技术降低介入治疗操作者剂量[J].中华放射医学与防护杂志,2000,20(6):429-431.
- [11] 张丹枫.医用 X 射线防护技术管理[M].太原:山西科学教育出版社,1990:129.
- [12] 曾勇明.数字透视脉冲在介入放射学的应用与评价[J].中国医学影像技术,2000,16(2):162-163.
- [13] 王金龙,凌峰,白玫,等.出血性脑血管病介入诊疗过程中辐射剂量的分析[J].放射学实践,2008,23(8):835-837.

(收稿日期:2012-04-28;修回日期:2012-06-06)

(本文编辑:徐建新; 英文编辑:王建东)