

铅屏风在 PET 增强 CT 中的具体应用及操作人员所受辐射剂量分析

赵檬 陈世容 程祝忠 肖定琼 陆皓 江骁 王潇雄

610041 成都, 四川省肿瘤医院 PET/CT 中心

通信作者: 陈世容, Email: 2256618956@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.01.006

【摘要】目的 对比分析 PET 增强 CT 中医务人员在有、无铅屏风防护下进行床边连接高压注射器操作时受照剂量的大小以及操作时间的长短, 评价铅屏风在辐射防护中的应用价值。**方法** 按一定的入组条件选择患者 40 例, 按简单随机抽样法分为实验组(有铅屏风防护)和对照组(无铅屏风防护)各 20 例。用个人剂量仪分别测量两组操作人员在连接高压注射器时所受的剂量当量率和累积剂量, 记录下操作者每次床边操作所用的时间, 利用统计分析软件 SPSS17.0 综合分析以上数据, 利用独立样本 t 检验分析数据之间的统计学差异, 得出受照辐射剂量及操作便捷性等相关结果。**结果** 实验组操作者所受的平均剂量当量率和中位剂量当量率远小于对照组操作者, 两者之间的差异具有统计学意义($t=3.390$ 、 3.392 , 均 $P<0.05$); 在平均累积剂量当量和中位累积剂量当量上, 实验组亦小于对照组, 差异有统计学意义($t=1.182$ 、 1.182 , 均 $P<0.05$); 实验组操作人员随着对屏风使用次数的增多, 熟练程度逐渐增加, 床边操作时间呈下降趋势, 逐渐接近对照组无屏风时床边操作所用的时间。**结论** 在使用铅屏风后, 实验组操作人员的辐射剂量当量率有明显的降低; 累积剂量亦随床边操作时间的降低呈下降趋势, 且整体数值较对照组亦明显降低。铅屏风在辐射防护中有其实际的应用价值。

【关键词】 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 辐射剂量; 辐射防护

Application of lead screen in PET-enhanced CT scanning and radiation analysis on operator Zhao

Meng, Chen Shirong, Cheng Zhuzhong, Xiao Dingqiong, Lu Hao, Jiang Xiao, Wang Xiaoxiong

Department of PET/CT Center, Sichuan Cancer Hospital, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Chen Shirong, Email: 2256618956@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the dose and the duration that medical staff can take during operation with or without lead screen protection in PET-enhanced CT and to evaluate the practical application value of lead screen on radioprotection. **Methods** According to a certain set of conditions, 40 patients were selected, and randomly and equally divided into experimental group (with lead screen protection) and control group (without lead screen protection). A personal meter was used to measure personal radiation rate and cumulative dose equivalent. The time required for the operator was recorded. The analysis of these statistics adopted t -test by SPSS17.0 and conclusion on the radiation dose and operation convenience was drawn. **Results** The average dose equivalent rate and the median dose equivalent rate of the operator group was remarkably less than that of the control group ($t=3.390$, 3.392 , both $P<0.05$). On the average cumulative dose equivalent and the median cumulative dose equivalent, the value for the experimental group was also less than that for the control group ($t=1.182$, 1.182 , both $P<0.05$). The more the operator used the lead screen, the shorter the time could take. So the time the experimental group took was decreased with the increasing proficiency, and the time was closed to the control group. **Conclusions** When using lead screen, the radiation equivalent rate of operation personnel was low. The cumulative dose equivalent decreased, and all such changes were due to the time used in the operation. Lead screen exhibited its practical application value on radioprotection.

【Key words】 Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Radiation dosage; Radiation protection

在日常的 PET/CT 成像及诊断工作中,对于常规平扫 CT 提供的信息量有限且无法确诊的疑难病例,常常需要在床边连接高压注射器,在患者位置不变的情况下行增强 CT 扫描,利用 PET 图像与增强 CT 图像相融合的方式来进行诊断^[1]。这种情况下的床边操作会使工作人员所受到的辐射剂量增多。本研究中的工作人员利用防护屏蔽的原理订做了一块铅屏风,对操作者所受辐射剂量的大小以及操作所用时间等数据加以整理分析,讨论铅屏风在床边操作中的具体应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

为了保证实验的一致性,且最真实地还原临床每例患者的不可复制性,每次测量时应对放射源(在本实验中为被检患者)的辐射剂量作一定的限制。故我们设定了入组条件,在患者的选择上:均为男性,给药剂量(分药剂量-残余剂量)333.0~351.5 MBq,现病史及既往史中无甲状腺功能亢进症、甲状腺功能减退症等,脉搏 65~75 次/min,休息室温度 25℃,检查前排空小便^[2]。

按照上述条件,选取 2016 年 1 月 1 日至 2016 年 7 月 31 日在我院 PET/CT 中心行 PET 增强 CT 且符合入组条件的患者 40 例,本实验所涉及到的检查项目已通过我院伦理委员会的批准,所有患者均在检查前告知碘造影剂检查注意事项以及签署特殊检查知情同意书。将患者按简单随机抽样法分为实验组 20 例、对照组 20 例。实验组进行床边操作时使用定制的铅屏风进行防护,对照组则进行常规的床边操作,所有操作均由同一护士完成,该护士有 2 年临床工作经验,无造影剂泄露等不良事件发生。

1.2 设备

使用苏州锐派宁科技有限公司生产的高精度闪烁体个人剂量仪,测量操作者在床边连接高压注射器时所受的剂量当量率和累积剂量。仪器读取的剂量当量率的最大值即操作者所受的瞬时剂量;操作者出扫描间与进扫描间仪器读取的累积剂量的差值即操作者本次操作所受的累积剂量。测量范围及精度:剂量当量率为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~1 mSv/h,累积剂量为 0.01 μSv ~100 Sv,相对固有误差 $\leq 10\%$ 。按照国家规定,闪烁体个人剂量仪出厂检测合格后,正常使用下检测周期为 1 年,由厂家负责设备返厂检测

并由当地的省级计量主管单位(江苏省计量院)出具相应的检测证书。本次实验所用的闪烁体个人剂量仪在出厂合格校准质保周期内。

铅屏风由青岛青盾防护设备有限公司定做,铅当量 10 mmPb,长、宽、高参照我院 PET 中心护理人员身材设计。具体参数见图 1。

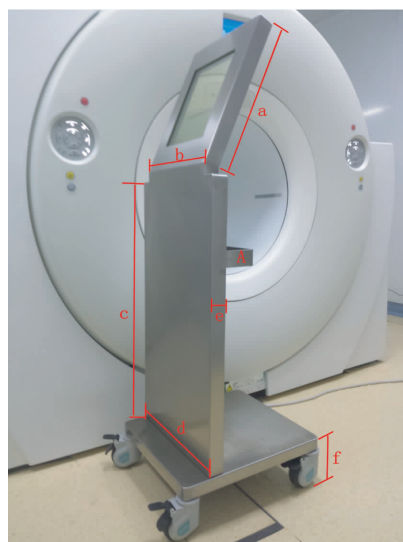


图 1 铅屏风尺寸结构图 图中,上接身防护板尺寸 a×b: 480 mm×400 mm;下接身防护板尺寸 c×d: 920 mm×495 mm;支撑台高度 f: 170 mm,厚度 e: 50 mm;A 为盛放一次性医用物品的托盘。

Fig.1 Lead screen structure

1.3 操作方法

患者常规行 PET/CT 检查结束后,操作人员进机房将静脉留置针与高压注射器连接,确定连接完毕,单手夹打开后,随即离开检查室。对照组行常规操作;实验组在铅屏风防护下操作。个人剂量仪佩戴在操作者胸部中段,监测操作者所受的剂量当量率和累积剂量。其中剂量当量率为操作者床边操作过程中剂量仪读数稳定后的最大计数;累积剂量当量为操作者完成一次床边操作前后读数之差^[3]。用秒表记录操作者进入扫描间到出扫描间所用的整段时长。

1.4 统计学分析

采用 SPSS17.0 统计学软件将测得的对照组和实验组的剂量当量率以及累积剂量当量进行统计学分析,计量资料符合正态分布和方差齐性,利用独立样本 *t* 检验(independent *t* test)来分析数据之间的统计学差异, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。制作折线图,观察图形趋势与走向。

2 结果

从剂量当量率折线图(图 2)中可以看出, 实验组操作人员所受辐射剂量走势远低于对照组, 利用 *t* 检验分析平均剂量当量率和中位剂量当量率发现两者之间的差异具有统计学意义(表 1)。

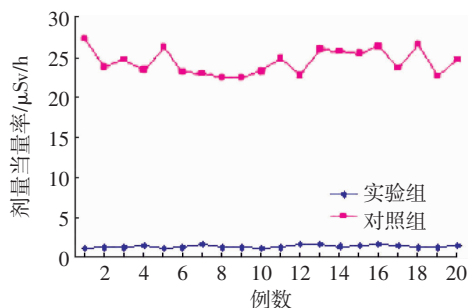


图 2 同一操作人员在不同组别中所受到的剂量当量率折线图

Fig.2 Dose equivalent rates line chart of the same operator in the different groups

表 1 同一操作人员在不同组别中所受到的剂量当量率对比(μSv/h)

Table 1 The same operator in the different groups of dose equivalent rate comparison(μSv/h)

组别	平均剂量当量率	中位剂量当量率
实验组	1.29	1.19
对照组	24.42	23.76
<i>t</i> 值	3.390	3.392
<i>P</i> 值	0.001	0.001

从累积剂量当量折线图(图 3)中可以看出, 对照组操作人员所受累积剂量当量基本呈水平走形, 实验组呈现出先高后低的趋势, 这种趋势与操作时长折线图(图 4)中实验组操作人员用时走势相吻合, 说明床边操作时间的长短直接决定了操作者所受累积辐射剂量的多少。但是就累积剂量当量这一单一变量来比较, 两组间的差异具有统计学意义(表 2)。

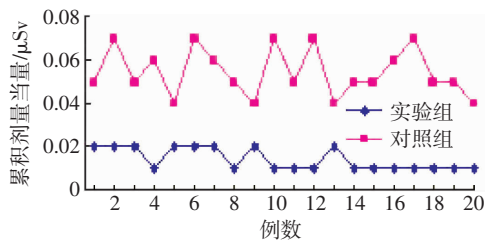


图 3 同一操作人员在不同组别中的累积剂量当量折线图

Fig.3 Dose equivalents line chart of the same operator in the different groups

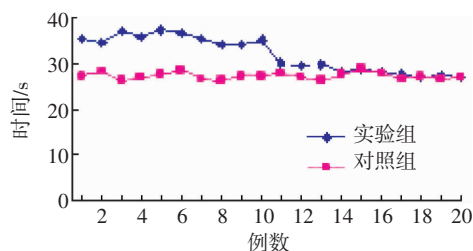


图 4 同一操作人员在不同组别中的操作时长折线图

Fig.4 Operating durations line chart of the same operator in the different groups

表 2 同一操作人员在不同组别中的累积剂量当量(μSv)
Table 2 Cumulative dose equivalents of the same operator in different groups(μSv)

组别	平均累积剂量当量	中位累积剂量当量
实验组	0.01	0.01
对照组	0.05	0.05
<i>t</i> 值	1.182	1.182
<i>P</i> 值	0.003	0.003

在操作时长上, 两组数据走形趋势在后半段重合, 前半段差异明显, 随着样本数的扩大, 差距逐步缩小。中位数之间的差异有统计学意义, 平均数之间的差异无统计学意义(表 3)。

表 3 同一操作人员在不同组别中的操作时长(s)

Table 3 Operating durations of the same operator in different groups(s)

组别	平均时长	中位时长
实验组	30.10	32.22
对照组	28.38	27.31
<i>t</i> 值	2.751	2.683
<i>P</i> 值	0.052	0.028

3 讨论

在本研究中, 使用铅屏风后, PET 增强 CT 操作人员床边连接高压注射器时所受的剂量当量率较无防护时低, 这与我们在本次研究之初预料的相符^[4]。通过对两组中位数和平均数的比较, 实验组操作者较对照组所受到的瞬时剂量分别降低了 94.72%(平均数)和 94.99%(中位数)。但是由于有铅屏风的影响, 高压注射器的摆放位置需要不断调整, 加之患者留置针预埋位置的不同, 导致连续操作的繁琐性增加, 较无屏风床边操作的便捷性大打折扣, 实验组较对照组操作所用时长分别增加了 5.71%(平均数)和 15.24%(中位数), 给操作者心里带来

负担,担心所受累积剂量当量反而升高。然而随着使用次数的增多,不断总结经验,摸索出一套新的连接流程后,时间大幅度缩小,与常规连接操作时相差无几。从实验组和对照组的累积剂量当量的比较分析中可以得出,操作者所受累积剂量当量并没有因为时间的延长而大幅增加,甚至超过无屏风的状态。上述实验验证了铅屏风在临床应用中的可操作性及其防护射线的有效性。

^{18}F -FDG 对医务工作者所致的辐射为外照射,最有效的防护措施为时间防护、距离防护和屏蔽防护^[5]。由于床边操作的特殊性,距离防护措施没办法实施,只能从屏蔽防护和时间防护上着手研究,本实验设计的初衷就是在尽可能不增加操作时间及操作繁琐程度的基础上,采取铅屏风进行屏蔽防护,分析此方法是否可以真正起到降低工作人员所受辐射剂量的目的。实验结果表明,铅屏风屏蔽防护方式在熟练运用并规范操作流程后,可以真正起到降低床边操作人员所受辐射的目的,符合防护最优化的原则。

随着影像医疗的不断发展,放射线越来越多地被应用在日常临床的诊疗过程中。它在给人类的医疗卫生事业带来巨大利益的同时,也给各类奋斗在一线的医务工作人员带来或多或少的身体损伤,我国医疗卫生执法部门制定了一系列的法律法规来保障医务人员的身体健康,比如佩戴个人剂量仪完善个人记录监测,定期进行放射性从业人员体检,建立个人档案终身存档等^[6]。我们应该在最大限度地利用射线的同时加强防护,尽量避免或降低电离辐射引起的健康危害。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 赵檬负责整理数据,撰写及修改文章;陈世容负责文章的总体设计;程祝忠负责实验步骤的具体实施;肖定琼负责

数据的测量、记录和分析;陆皓负责制表及文章的修改;江骁和王潇雄负责文内英文内容的撰写。

参 考 文 献

- [1] 胡荣剑,姚稚明,潘纪成,等. ^{18}F -FDG PET/CT 和增强 CT 对胰腺病变定性诊断的价值比较[J]. 中华核医学杂志, 2007, 27(2): 68-72. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2007.02.002.
Hu RJ, Yao ZM, Pan JS, et al. The value of combining ^{18}F -FDG PET/CT and CECT in differential diagnosis of malignant and benign pancreatic lesions[J]. Chin J Nucl Med, 2007, 27(2): 68-72.
- [2] 杨小东. 甲亢和甲减患者的血糖及血脂代谢异常的临床研究[J]. 中国实用医药, 2015, 10(36): 58-59. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2015.36.038.
Yang XD. The clinical studies of blood glucose and lipid metabolic abnormalities about patients with Hyperthyroidism and Hypothyroidism[J]. China Prac Med, 2015, 10(36): 58-59.
- [3] 商洁,韦应靖,崔伟,等. 国内常用直读式 X、Y 个人计量仪的性能测试与评价[J]. 中国辐射卫生, 2016, 25(1): 88-92.
Shang J, Wei YJ, Cui W, et al. Performance test and evaluation about direct reading type X-ray, gamma-ray personal dosimeter[J]. Chin J Radiol Health, 2016, 25(1): 88-92.
- [4] 陈新梯,柏苏克,郭进瑞,等. PET-CT 系统外照射屏蔽防护探讨[J]. 海峡预防医学杂志, 2009, 15(5): 52-53.
Chen XT, Bo SK, Guo JR, et al. Discussing the external radiation shielding protection about PET-CT system[J]. Strait J Prevent Med, 2009, 15(5): 52-53.
- [5] 彭立华,张锦艳. 核医学医务人员的职业风险分析与放射防护措施[J]. 中国伤残医学, 2013, 21(6): 384. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6567.2013.06.339.
Peng LH, Zhang JY. The occupational risk analysis and radiological protection measures about nuclear medicine staff[J]. Chin J Trauma Disability Med, 2013, 21(6): 384.
- [6] 高芳,高向东,刘继平,等. 某医院临床核医学放射卫生防护分析与讨论[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23(2): 140-142.
Gao F, Gao XD, Liu JP, et al. The analysis and discussion about clinical nuclear medicine radiological protection[J]. Chin J Radiol Health, 2014, 23(2): 140-142.

(收稿日期:2016-10-18)

(上接第 22 页)

(11): e112253[2016-06-28]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25401725>. DOI: 10.1371/journal.pone.0112253.

- [7] Ramachandran L, Nair CK. Protection against genotoxic damages following whole body γ radiation exposure in mice by lipoic acid[J]. Mutat Res, 2011, 724(1/2): 52-58. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2011.06.002.

- [8] Wang Y, Liu L, Pazhanisamy SK, et al. Total body irradiation causes residual bone marrow injury by induction of persistent oxidative stress in murine hematopoietic stem cells[J]. Free Radic Biol Med, 2010, 48(2): 348-356. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2009.11.005.

(收稿日期:2016-06-29)