

某医院核医学科 PET/CT 中心放射防护分析

吕志征¹, 贺强¹, 王洪伟¹, 陈冲¹, 付佳兴², 陈大伟¹

1. 吉林大学公共卫生学院 吉林 长春 130021; 2. 吉林大学白求恩第一医院

摘要: 目的 对某医院核医学科 PET/CT 中心进行放射卫生防护现状分析, 评价其是否符合放射卫生要求, 对薄弱环节提出相应的对策。方法 依据国家相关标准对现场进行检测和调查, 将所得数据和资料与标准进行比较。结果 该医院核医学科 PET/CT 中心核医学工作场所及周围环境辐射水平最大值为 $0.40 \mu\text{Sv/h}$, 工作场所表面污染最大值为 0.20 Bq/cm^2 。结论 该医院核医学科 PET/CT 中心选址适宜, 布局基本合理, 辐射防护检测符合国家标准要求, 有完善的放射防护管理制度, 正常运行条件下可以有效的预防和控制职业病危害。

关键词: 核医学; PET/CT; 放射防护; 放射性表面污染

Analysis of the Radiation Protection of PET/CT Center in A Hospital. LV Zhi-zheng, HE Qiang, WANG Hong-wei, CHEN Chong, FU Jia-xing, CHENG Da-wei. School of Public Health, Jilin University, Changchun 130021 China.

Corresponding Author: CHENG Da-wei, E-mail: 84319592@qq.com

Abstract: **Objective** To analyze the radiation protection situation of nuclear medicine PET/CT workplaces in a hospital so as to evaluate whether it conforms to the criterion and provide a proposal for the weak item. **Methods** To detect and investigate the radiation dosage of workplaces according to the national standards, and compare the results with the national standards. **Results** The maximum radiation rate of workplaces and surroundings in PET/CT center was $0.40 \mu\text{Sv/h}$. The maximum surface contamination in the PET/CT workplaces was 0.20 Bq/cm^2 . **Conclusion** Site selection and composition was appropriate. The radiation protection level in the PET/CT workplace in the hospital was qualified according to the national standards. The hospital has a complete radiation protection management system and under normal operation can effectively prevent and control occupational disease hazards.

Key words: Nuclear Medicine; PET/CT; Radiation Protection; Radiative Surface Contamination

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2016)01-03-076

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.01.030

PET/CT 检查是利用核医学技术对疾病进行诊断和研究的一门新兴检查技术。随着 PET/CT 的普及, 其在肿瘤早期诊断、肿瘤良恶性鉴别、肿瘤转移灶和原发灶定位等方面的出色表现正进一步被人们所认知。由于 PET/CT 的普及和应用, 其产生的辐射危害也引起人们普遍关注。某医院是一家综合性三级甲等医院, 其 PET/CT 位于该医院核医学科 PET/CT 中心。PET/CT 中心主要包括储源室、注射室、候诊室、扫描室等放射工作场所。本文依据国家标准对该医院核医学科 PET/CT 中心进行放射防护评价和分析, 并提出相关建议。

1 仪器和方法

1.1 仪器 451P 电离室巡测仪进行放射线防护检测、

PCM-100 α 、 β 、 γ 表面污染测量仪进行工作场所表面污染检测、AVM-01 数字式风速仪进行分装柜和通风口的通风速率测量。所有检测数据均能追溯至国家基准。

1.2 检测方法 参照《医用 γ 射束远距离治疗防护与安全标准》(GBZ 161-2004) 和《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 规定的关注点选取原则进行放射线防护检测^[1-2]。利用表面污染仪进行工作场所表面污染连续性巡测, 在污染物表面进行连续测量^[3]。利用风速仪对通风橱通风速率进行测量^[3]。

1.3 检测条件 工作场所及其周围环境辐射水平检测条件: ①PET/CT 扫描室: 放射源放置在扫描床中心位置。②注射后普通候诊室、VIP 候诊室 1 和 VIP 候诊室 2: 放射源放置在距墙 0.8 m, 高度为 1.0 m 位置。③分药室-注射室: 分药室内放射源放置在分装柜内, 注射室内放射源放置在注射窗口。④储药室: 放射源放置在房间中心地面位置。

作者简介: 吕志征(1988-) 男, 辽宁沈阳人, 硕士研究生, 主要从事辐射防护研究工作。

通讯作者: 陈大伟, E-mail: 84319592@qq.com

分装柜内放射源活度为 $1.11 \times 10^9 \text{ Bq}$,其他房间放射源活度为 $2.96 \times 10^8 \text{ Bq}$ 。

表面污染检测条件: 全天患者检查完毕 ,患者离开 PET/CT 中心后。

风速测量条件: 分装柜开启通风 ,通风速率开关调至日常工作所用档位。

2 结果

表 1 放射性核素信息

核素名称	用途	密封状态	物理化学性质	半衰期	衰变类型	日最大操作量	操作方式
^{18}F	核素显像	非密封	液态	109.7 min	$\beta + \text{EC}$	$2.96 \times 10^9 \text{ Bq}$	静脉注射
^{68}Ge	设备校正	密封	固态	280 d	EC	$1.85 \times 10^8 \text{ Bq}$	-

2.1.2 核医学科 PET/CT 中心布局与分级、分区、分类

该医院核医学科 PET/CT 中心位于建筑物一层的一端 ,无地下室 ,楼上为医院外科病房。PET/CT 中心无内部通道 ,无关人员不易进入 ,周围 30 m 内无常住居民。PET/CT 中心布局与分区情况见图 1。控制区为图中阴影部分 ,监督区为控制区临近的周围区域。

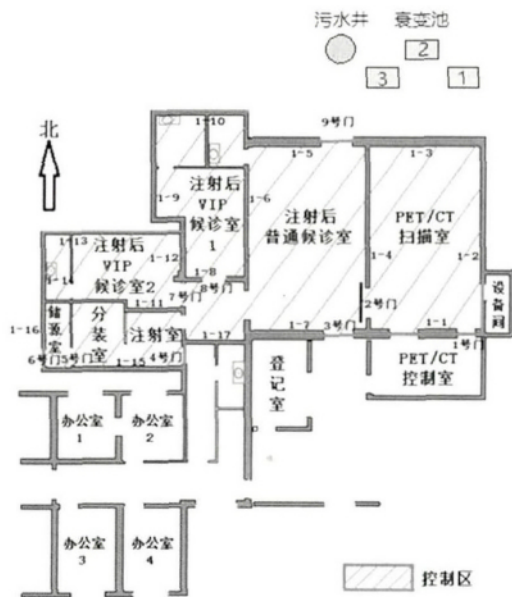


图 1 PET/CT 中心布局与分区图

经调查、计算 ,该医院核医学科 PET/CT 中心日等效最大操作量总计为 $2.96 \times 10^9 \text{ Bq}$,属于乙级非密封源工作场所^[4]。各工作场所分类情况见表 2。

表 2 核医学科 PET/CT 中心工作场所分类

工作场所名称	最大加权活度(MBq)	分类
PET/CT 扫描室	296	Ⅱ
注射后普通候诊室	296	Ⅱ
注射后 VIP 候诊室 1	296	Ⅱ
注射后 VIP 候诊室 2	296	Ⅱ
分药室 - 注射室	2960	Ⅱ
储药室	29.6	Ⅲ

2.1 现场卫生学调查结果

2.1.1 辐射源项调查 核医学科 PET/CT 中心所用源项主要包括 ^{18}F -FDG 药物、 ^{68}Ge 密封源和 PET/CT。放射性核素相关信息见表 1 ,PET/CT 装置位于核医学科 PET/CT 中心地上一层 PET/CT 机房内 ,为 2014 年 7 月出厂的 Briographm CT ,主要技术参数为 140 kV 600 mA。

2.2 检测结果

2.2.1 核医学科 PET/CT 中心工作场所及其周围环境辐射水平检测见表 3。

表 3 工作场所及周围环境测量结果

测量位置	剂量率范围($\mu\text{Sv/h}$)	平均值	最大值位置
PET/CT 扫描室	0.10 ~ 0.30	0.15	1-4 墙
注射后普通候诊室	0.10 ~ 0.40	0.14	顶棚
注射后 VIP 候诊室 1	0.14 ~ 0.24	0.17	1-8 墙
注射后 VIP 候诊室 2	0.13 ~ 0.20	0.16	1-14 墙
分药室 - 注射室	0.15 ~ 0.22	0.19	6 号门
储药室	0.09 ~ 0.14	0.12	1-11 墙

注: 表内数据包括本底剂量率 ,本底剂量率为 $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 。

2.2.2 核医学科 PET/CT 中心表面污染检测见表 4。

表 4 核医学科 PET/CT 中心表面污染检测结果

测量位置	活度浓度(Bq/cm^2)	平均值(Bq/cm^2)
PET/CT 扫描室	0.12 ~ 0.16	0.15
注射后普通候诊室	0.11 ~ 0.16	0.14
注射后 VIP 候诊室 1	0.10 ~ 0.16	0.13
注射后 VIP 候诊室 2	0.10 ~ 0.16	0.13
分药室 - 注射室	0.10 ~ 0.20	0.15
储药室	0.12 ~ 0.16	0.13

注: 表内数据包括本底剂量 ,本底为 0.10 Bq/cm^2 。

2.2.3 风速测量 分装柜通风速率为 2.52 m/s ,各诊室通风速率为 $1.56 \sim 2.47 \text{ m/s}$ 。

2.2.4 个人剂量监测结果和职业健康检查结果调查 调查最新一期个人剂量监测报告和放射工作人员职业健康检查报告 ,调查结果为放射工作人员个人剂量均在国家标准^[4]规定范围内 ,放射工作人员职业健康检查结果为无与放射工作相关的禁忌症。

3 结论与讨论

以实践的正当性和防护的最优化^[5]为依据 ,通过

现场实地调查和检测,根据某医院核医学科 PET/CT 中心的评价结果,得出以下结论:

该医院核医学科 PET/CT 中心选址适宜,布局基本合理。

具有三级衰变池;各工作场所室内的表面及装备结构符合要求;工作场所及周围监督区辐射水平最大剂量率为 $0.40 \mu\text{Sv/h}$,放射性表面污染水平最大值为 0.20 Bq/cm^2 ,均低于国家标准限值;放射工作人员和关键人群个人剂量值均低于《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB 18871-2002)规定限值,个人剂量和职业健康检查结果均无异常;放射性物质储存和放射性废物管理均符合国家相关标准要求;排风速率和排气口高度符合《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ 120-2006)要求。

该核医学科 PET/CT 中心成立了放射防护管理组织和应急组织,制定了完善的放射防护管理预案和应急计划,组织内各成员职责明确,能够满足日常管理与应对突发事件的需求。

综上所述,该医院核医学科 PET/CT 中心的放射防护符合国家标准要求,正常情况下能够有效控制职业病危害的发生。

在此次放射卫生分析过程得到的经验:该核医学科 PET/CT 中心的布局基本合理,不足之处在于未注射放射性药物的患者可能受到额外照射。如图 1 中所示,患者由 3 号门进入该 PET/CT 中心核医学工作场所后,行至注射室注射窗口处进行放射性药物注射,在此过程中若有已注射药物的患者在注射后普通候诊室内等候就诊,就会导致该患者受到不必要的照射。实际工作中,由于布局不够完善而导致的医、患、核素路线交叉情况时有发生^[6]。依靠良好的放射防护管理可以避免由于放射工作场所布局中不合理所引起的一部分问题。如通过对患者进行分批次诊疗,即每批患者 3~4 人,注射放射性药物患者依次分别进入注射后 VIP 候诊室 1、注射后 VIP 候诊室 2 和普

通候诊室,再反序进行 PET/CT 检查,就可以避免患者之间的交叉照射。或者对原有房间进行改造,也可以解决布局中的缺陷,如在图 1 中 1-17 墙处进行房屋改造,新设立一个患者通道。

随着核医学在中小医院中的普及和人们对辐射防护认知的加深,未来的辐射防护会越来越受到人们的关注,其中核医学工作场所的布局也会成为人们所关注的热点,如何解决布局不足所带来的问题将成为人们关注的焦点。同时多篇文献指出核医学工作对人员造成的辐射剂量大于其他几种医用辐射放射工作^[7-9]。除增加防护厚度以外,完善管理制度和改良工作场所布局会成为减少人员所受辐射剂量最快捷、最有效的方法。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ 161-2004 医用 γ 射束远距离治疗防护与安全标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 130-2013 医用 X 射线诊断放射防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [3] 中华人民共和国卫生部. GBZ 120-2006 临床核医学放射卫生防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [5] 姜德智. 放射卫生学[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2004.
- [6] 喻结, 黄鹤, 马新兴, 等. 核医学科项目放射防护评价中平面布局分析[J]. 中国辐射卫生, 2015, 24(1): 75-76.
- [7] Budzanowski M, Kopec R, Obryk B, et al. Dose levels of the occupational radiation exposures in Poland based on results from the accredited dosimetry service at the IFJ PAN, Krakow [J]. Radiation Protection Dosimetry, 2011, 144(1-4): 107-110.
- [8] 王孝娃, 李滨, 居立维, 等. 1786 名放射工作人员连续 5 年个人剂量统计分析[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23(3): 229-232.
- [9] 王俊生, 张怡, 林大枫. 2012 年深圳市职业外照射个人剂量监测结果分析[J]. 中国职业卫生, 2014, 41(3): 333-338.

收稿日期: 2015-09-16 修回日期: 2015-11-25