

## ·放射性治疗病房的管理与防护· 浅谈放射性核素治疗病房的建设与管理

史文杰<sup>1</sup> 汪小龙<sup>2</sup> 王月英<sup>3</sup>

<sup>1</sup>联勤保障部队第九八三医院核医学科, 天津 300142; <sup>2</sup>华克医疗科技(北京)股份有限公司, 北京 102629; <sup>3</sup>联勤保障部队第九八三医院健康管理中心, 天津 300142

通信作者: 王月英, Email: [PET-CT254@163.com](mailto:PET-CT254@163.com)

**【摘要】**根据我国现行的政策法规、相关规范及工作流程,笔者从场所选址、布局设计及废物处理等方面简要分析放射性核素治疗病房建设的相关问题,并对病房的辐射防护及医患管理进行探讨,总结提出医院建设放射性核素治疗病房的基本原则及具体方案、辐射防护的原则和要求,以及医患管理的初步意见,为医院建设放射性核素治疗病房提供参考。

**【关键词】** 放射性核素治疗; 辐射防护; 病房建设; 场所选址; 布局设计

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005)

### **Building and management of the radionuclide treatment ward**

Shi Wenjie<sup>1</sup>, Wang Xiaolong<sup>2</sup>, Wang Yueying<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, No.983 Hospital of Joint Logistics Support Force, Tianjin 300142, China; <sup>2</sup>Hake Medical Technology (Beijing) Co., Ltd, Beijing 102629, China; <sup>3</sup>Department of Health Management Center, No.983 Hospital of Joint Logistics Support Force, Tianjin 300142, China

Corresponding author: Wang Yueying, Email: [PET-CT254@163.com](mailto:PET-CT254@163.com)

**【Abstract】** According to the current management policy in China, the regulations and workflow, to briefly discuss the relative problem about the site selection, layout design, waste treatment, radiation protection and the management of radionuclide treatment ward. To provide the proposal of the radionuclide treatment ward about establishment and radiation protection, as well as preliminary opinions on the management of ward. Then provide references and suggestions for establishing a radionuclide treatment ward in department of nuclear medicine of hospital.

**【Key words】** Radionuclide treatment; Radiation protection; Ward establishment; Site selection; Layout design

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005)

甲状腺癌是头颈部最为常见的恶性肿瘤之一。全国肿瘤登记中心的数据显示,我国城市地区女性甲状腺癌发病率位居女性所有恶性肿瘤的第4位,我国甲状腺癌将以每年20%的速度持续增长<sup>[1]</sup>。甲状腺癌中大部分为分化型甲状腺癌(differentiated thyroid cancer, DTC),国内外关于DTC的治疗指南中<sup>[2-3]</sup>均将术后进行<sup>131</sup>I治疗列于其中,并且治疗预后良好。大剂量<sup>131</sup>I治疗对患者有直接的辐射损伤,患者体内的<sup>131</sup>I对周围人群也是潜在的辐射源,患者排泄物中的<sup>131</sup>I对环境形成辐射污染。因

此,对接受<sup>131</sup>I治疗的患者须采取适当的辐射隔离<sup>[4]</sup>。根据我国现有法规,如<sup>131</sup>I单次治疗剂量>400 MBq(10.8 mCi),应为患者建立专用的辐射隔离病房<sup>[5]</sup>。

目前,我国放射性核素治疗病房主要收治甲状腺癌和甲状腺机能亢进(简称甲亢)患者,其中以甲状腺癌患者最为常见。随着甲状腺癌发病率的持续上升,临幊上对放射性核素治疗病房的需求激增,而现有的专用病房数远不能满足需求,建设标准化放射性核素治疗病房十分必要。另外,新病房建设

环节多、要求高，设计、建设以及管理成本非常高，除了考虑工作特点及流程外，更重要的是考虑放射防护的特殊要求。我们根据我国现行的相关政策法规，参考国内相关专家的学术观点<sup>[6]</sup>，结合中国人民解放军联勤保障部队第九八三医院核医学科<sup>131</sup>I治疗病房的建设经验，对放射性核素治疗病房的场所选址、布局设计、辐射防护以及病房管理等进行探讨，为医院核医学科建设放射性核素治疗病房提供参考。

## 1 放射性核素治疗病房的建设

### 1.1 合理选址

放射性核素治疗病房建设要根据现有条件，在合法、合规、合理的前提下，进行有预见地选址。通常要考虑两个要素：一是周围敏感目标的数量、距离和敏感度，要尽可能设置在周围敏感目标数量较少的区域，如医院角落的一层或地下层，与非放射性工作的科室相对隔离，尽量避开居民区、门诊、儿科等人流密集的区域，可与核医学检查区域相邻，设置合理的人流、物流通道，并设有单独的出入口及门禁设施，便于管理患者和保障公共安全<sup>[7]</sup>。二是“三废”排放，尽可能降低放射性废物、废液和废气排放对周围环境产生的辐射影响<sup>[8]</sup>。

### 1.2 布局设计及要求

放射性核素治疗病房工作场所应划分为控制区和监督区<sup>[9]</sup>。控制区一般包括使用非密封源核素的房间(放射性药物储存室、分装及药物准备室、给药室、抢救室等)、放射性废物储藏室、病房(使用非密封源治疗患者)、患者专用卫生间等。监督区一般包括清洁用品储存场所、护士站、值班室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间、卫生通过间等<sup>[10]</sup>。

#### 1.2.1 遵循原则

(1)遵循污染发生的概率降到尽可能小的原则。在病房工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射。在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。

(2)遵循便于开展工作的原则。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区(病房)

的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和已给药治疗的患者通过非放射性区域。通过设计交通模式来控制辐射源(放射性药物和废物、给药后的患者)的活动，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。

#### 1.2.2 病房的面积及配置

病房面积通常控制在 20 m<sup>2</sup>以上，摆放病床数不超过 2 张/间。病床之间设置铅屏风等隔离设施，并设有独立卫生间(可淋浴)。病房区域内需设置对讲、监控、辐射监测和门禁系统等<sup>[7]</sup>。

#### 1.2.3 工作场所空气质量的控制

通常采用风机盘管或多联机空调系统。通风系统独立设置，应保持良好的通风条件。合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。高活区内放置的通风橱也需独立排风(风速不小于 1 m/s)<sup>[9]</sup>，均需设有放射性过滤装置、专用管道和分机，经风管或风井至该建筑物屋顶排出。

#### 1.2.4 病房“三废”的处理<sup>[8]</sup>

(1)固体废物的处理。放射性治疗病房工作场所中，产生的固体废物主要为患者服药时的纸杯或塑料杯以及擦拭物等，应存放在放射性废物箱内。

(2)气载废物的处理。放射性治疗病房工作场所控制区采用微负压排风，监督区采用正压排风，以保证监督区的气流由清洁区进入污染区，控制区的气流不进入监督区；通风橱排风经放射性过滤装置后排至该建筑物屋顶，确保对周围人员及环境无影响。

(3)液体废物的处理。放射性废液主要来源于放射性核素诊断及治疗过程中患者的排泄物、标记化合物时产生的放射性废水、洗涤沾染过同位素的医疗器皿及患者衣物、同位素分装和使用残余的高浓度残液。同位素分装和使用残余的高浓度残液，必须单独收集、存放，交专门部门统一处理，严禁直接排入下水道中。其他废液均排入衰变池系统，经衰变达到国家排放标准，符合国家或地方法规要求，才能排入院方污水处理系统或市政管道<sup>[11]</sup>。

#### 1.2.5 放射性废液处理系统的设计要求

放射性废液处理系统的设计首先要符合《电离

辐射与辐射源安全基本标准》<sup>[9]</sup>、《医疗机构水污染物排放标准》<sup>[11]</sup>等相关法律法规及标准的要求。其次，要考虑医院空间及设计位置、放射性核素种类及半衰期、患者数量、容量、放射性废液收集和处理等要素的影响。最后，建设过程中要在放射性废水排水设施附近放置辐射警告标识或设置防护围档，提醒公众避免长时间停留，降低 $\gamma$ 射线可能对周围环境产生的影响。

放射性废液处理系统关键是衰变池的设计建设。衰变池一般分为推流式(连续溢流式)和间歇储存式两种。连续推流式衰变池通常建于地下，采用钢筋混凝土浇铸而成，池体个数不小于3个，进水、出水依靠重力流动。间歇储存式衰变池分为自动式和手动式，冲池体结构可为不锈钢池体和钢筋混凝土池体。放射性治疗病房工作场所产生废水较多，通常采用间歇储存式不锈钢衰变池。各地区衰变池方案及衰变时间可能有不同的要求，需提前考虑。

### 1.3 放射性核素治疗病房的辐射防护原则及要求

#### 1.3.1 辐射防护最优化原则<sup>[9]</sup>

在符合环保及卫生行政法规的要求下，考虑经济和社会因素，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，满足辐射防护最优化的原则。

确定防护目标，明确防护重点。针对各种辐射照射来源，控制和减少辐射照射的防护方案。对各种防护方案进行定性、半定量或定量的比较，根据有关剂量限值的要求，选出最优防护方案，并确定最优防护水平，形成初步决策。

#### 1.3.2 病房的辐射防护要求<sup>[7, 12]</sup>

(1)治疗病房应为相对独立的场所，患者住院后，只能在治疗区活动。(2)治疗病房应设有独立的通风系统，通风管道应有过滤装置，并定期更换，更换的过滤装置按放射性固体废物处理。(3)治疗住院患者的排泄物不应直接排到医院的公共污水管道，应先经过衰变池的衰变。下水管道宜短，露出地面的部分应进行防护和标记。(4)病房内应设置患者专用厕所和淋浴间，厕所内应有患者冲厕所和洗手的提示。(5)病房可设置采光窗，采光窗应密封并进行必要的防护。(6)分装室与给药室之间药物传递应便捷，分装好的药物宜采用机械或自动、半自动的方式传递到给药室，给药过程应有监控。分装室应设置工作人员通过间，通过间应

配备表面污染检测、剂量率检测仪表及清洗设施。(7)服用放射性药物的患者应使用专用病房。专用病房宜为单人间，如不能实现，每间病房最多不应超过2人，床间距大于1.5 m，且床间加铅屏风防护。(8)病房中应配备对讲、监控等设施。(9)患者使用过的被子、衣物应先进行存放衰变，衰变至少1个半衰期再进行清洗。(10)在病房等场所内应使用专用的保洁用品，不能和其他场所(包括核医学其他放射性场所)混用，病房区域内应有存放及清洗保洁用品的场所。

#### 1.3.3 辐射防护材料的要求

医院辐射防护工程建设，需要结合辐射产生的原理和防护原则，以及医院自身的实际情况(结构、患者就诊量、经济条件)等多方面因素综合考虑，合理选择防护材料，以达到防护效果与利益最优化。通常新建放射性治疗病房区域，多选用混凝土或实心砖墙加铅复合板组合使用，以达到屏蔽防护要求。门窗亦需考虑屏蔽防护要求。

#### 1.4 病房的设备需求

放射性核素治疗病房的设备需求很多，标准要求非常高，除了常规病房的诊疗床、供氧系统、呼叫系统等之外，更重要的是相关活度计量、辐射监测及防护设备，如分装防护通风橱、全自动或半自动核素分装装置、活度计等，确保治疗剂量的准确和操作者防护的安全；个人剂量报警仪、环境辐射监测仪、表面污染检测仪等，更好地保证患者和工作人员的防护效果；视频监控对讲系统用于患者的监护、查房等。另外，建议新建病房配置全身动态辐射监测系统，方便患者全身残留<sup>131</sup>I剂量的评估，同时快速扫描模式也可为动态监测体内残留<sup>131</sup>I提供基础依据。

## 2 放射性核素治疗病房及医患的管理

### 2.1 病房的管理

根据患者接受放射性核素治疗剂量的大小和种类，采取半封闭式及全封闭式相结合的病房管理模式<sup>[5]</sup>。

#### 2.1.1 全封闭式管理

对<sup>131</sup>I治疗后体内放射性活度大于400 MBq的患者实行全封闭式管理，尽量减少患者之间及医护所受辐射损害。服药后4 d内，医护人员通过对讲系统和监控系统进行查房、观察病情。患者的床

单、被子、衣物等按规定放置衰变，经辐射测量无射线后再送洗。管理好患者的体液及排泄物，避免放射性污染。

### 2.1.2 半封闭式管理

对<sup>131</sup>I治疗后体内放射性活度小于400 MBq的患者及使用<sup>153</sup>Sm和<sup>89</sup>Sr治疗的肿瘤患者实行半封闭式管理。患者可2~3人合住，服用放射性药物后，不可随便进出其他病房。

## 2.2 医护人员的管理

### 2.2.1 岗位职责制度化

放射性核素治疗病房要根据专科特点及工作性质制定相应的规章制度，如放射性核素订购、领取、保管、使用、查对等制度，清洁卫生制度及放射性废物的管理制度，形成制度化管理。从事放射性核素病房工作的护士，应具备高度的责任心、熟练的操作技术，严格执行医疗护理操作常规，认真落实各项规章制度，以确保各项医疗护理工作的质量和安全。

### 2.2.2 业务技能专业化

放射性核素治疗病房需要特殊防护，护士的综合素质是保障护理质量、防范医疗纠纷的关键。以理论和操作培训相结合的形式，对护士进行核物理基础知识、放射性防护原则、放射性核素治疗相关知识、放射性废物处理等内容的培训，做到既要保证治疗护理质量，又要尽量缩短护士接触放射性药物的时间，提高放射性药物注射、分装、给药和淋洗的速度，从而达到尽可能减少职业照射剂量的目的<sup>[13]</sup>。

### 2.2.3 服务患者人性化

放射性核素治疗病房作为一个开放型放射性工作场所，患者服用放射性药物后，实际上已成为一个可移动的放射源，必然对病房环境及医护人员造成一定影响。为避免患者四处走动，除规范管理外，要尽可能地完善病房设施，为患者提供如网络、电视、书籍、杂志等必要的娱乐设施。理解关心患者，尽量满足患者的合理需求，建立良好的护患关系，使患者在特殊管理中获得人性化的服务<sup>[14]</sup>。

## 2.3 患者的管理

### 2.3.1 强化健康教育

对于接受放射性核素治疗的患者采取集中宣教和一对一讲解相结合的方式，将疾病的相关知识、病房管理制度、放射性核素的治疗原理、射线的防

护知识、可能出现的并发症、饮食指导等进行反复强化，打消患者的顾虑。同时履行各项医疗护理的告知义务，并由患者本人或家属在接受放射性核素治疗前签署知情同意书<sup>[13]</sup>。

### 2.3.2 重视心理护理

加强护患沟通，多与患者交谈，取得患者的信赖；细致观察患者的情绪变化，及时掌握患者的心理动态；帮助患者认识特殊环境，尽量减少患者的恐惧感；提前为患者讲解放射性核素治疗注意事项、服药时的感受，减轻患者的心理负担。

### 2.4 放射性药品及废弃物的管理

对放射性药物实行专人保管、专人查对，严防泄漏和丢失。带放射性核素的敷料、废器械、安瓿瓶、注射器等，根据不同核素种类分别放于加有屏蔽的放射性污物桶内，与普通医用垃圾和生活垃圾严格区分，并在显著位置标上废物类型、放射性核素种类、比活度范围和存放日期等，根据衰变情况作相应处理，不可造成环境污染<sup>[8]</sup>。

随着医学的飞速发展，以分子影像、精准诊疗等为独特优势的核医学更是不断取得突破，而放射性核素治疗是核医学不可或缺的重要部分。根据国家“健康中国”的宏伟战略目标，结合国内实际情况，建设标准化放射性核素治疗病房十分必要。放射性核素治疗病房建设应满足国家的政策法规，选址布局合理，达到辐射防护的要求。通过规范化的治疗与管理，为患者提供更专业、更规范、更安全的医疗服务，满足患者日益增长的就诊需求。

**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** 史文杰负责命题的设计、论文的撰写与修订；汪小龙负责文献的检索、内容的校正；王月英负责相关政策法规的解读及论文的审阅。

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 甲状腺癌诊疗规范（2018年版）[J]. 中华普通外科学文献（电子版），2019, 13(1): 1-15. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0793.2019.01.001. National Health Commission of the People's Republic of China. Diagnosis and treatment guidelines for thyroid cancer (2018 edition)[J]. Chin Arch Gen Surg(Electron Edition), 2019, 13(1): 1-15. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0793.2019.01.001.
- [2] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会外科学分会内分泌学组, 中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会, 等. 甲状腺结节和分

- 化型甲状腺癌诊治指南[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2013, 33(2): 96–115. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.003).
- Endocrinology Society of Chinese Medical Association, Department of Endocrinology of Surgical Society of the Chinese Medical Association, Professional Committee of Head and Neck Oncology of China Anticancer Association, et al. The management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(2): 96–115. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.02.003).
- [3] Perros P, Boelaert K, Colley S, et al. Guidelines for the management of thyroid cancer[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2014, 81(S1): 1–122. DOI: [10.1111/cen.12515](https://doi.org/10.1111/cen.12515).
- [4] 陆汉魁. 分化型甲状腺癌术后<sup>131</sup>I治疗的规范化问题[J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(3): 213–215. DOI: [10.19538/j.cjps.issn.1005-2208.2019.03.06](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn.1005-2208.2019.03.06).
- Lu HK. Standardization of <sup>131</sup>I treatment for patients with differentiated thyroid cancers after thyroidectomy[J]. *Chin J Pract Surg*, 2019, 39(3): 213–215. DOI: [10.19538/j.cjps.issn.1005-2208.2019.03.06](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn.1005-2208.2019.03.06).
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 16361–2012 临床核医学的患者防护与质量控制规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. GB 16361–2012 Specification for patient radiological protection and quality control in nuclear medicine[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.
- [6] 耿建华, 陈英茂, 郑容, 等. 核医学科<sup>131</sup>I治疗病房建设的选址与布局设计[J]. *中国医学装备*, 2018, 15(4): 18–22. DOI: [10.3969/j.issn.1672-8270.2018.04.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-8270.2018.04.005).
- Geng JH, Chen YM, Zheng R, et al. Building of ward for <sup>131</sup>I therapy in department of nuclear medicine: site selection and layout design[J]. *China Med Equip*, 2018, 15(4): 18–22. DOI: [10.3969/j.issn.1672-8270.2018.04.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-8270.2018.04.005).
- [7] 李立荣. 医院建筑电离辐射防护与电磁屏蔽建设指南 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- Li LR. Guidelines of hospital construction for protection against ionizing radiation and for electromagnetic shielding[M]. Beijing: Standards Press of China, 2019.
- [8] 中华人民共和国卫生部. GBZ 133–2009 医用放射性废物的卫生防护管理 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 133–2009 Radiological protection management for medical radioactive waste[S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010.
- [9] 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源安全基本标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. GB 18871–2002 Basic standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources[S]. Beijing: Standards Press of China, 2004.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS 533–2017 临床核医学患者防护要求 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- People's Republic of China State Health and Family Planning Commission. WS 533–2017 Requirements for patient radiation protection in clinical nuclear medicine[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [11] 国家环境保护总局. GB 18466–2005 医疗机构水污染物排放标准 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- State Environmental Protection Administration of China. GB 18466–2005 Discharge standard of water pollutants for medical organization[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2005.
- [12] 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, 2007.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 120–2006 Radiological protection standards for clinical nuclear medicine[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [13] 陈宇导, 张峰, 吴春兴, 等. 核医学科核素治疗病房的辐射防护及管理[J]. *中华护理杂志*, 2014, 49(5): 574–576. DOI: [10.3761/j.issn.0254-1769.2014.05.015](https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2014.05.015).
- Chen YD, Zhang F, Wu CX, et al. Radiation protection and management in the radionuclide therapy ward[J]. *Chin J Nurs*, 2014, 49(5): 574–576. DOI: [10.3761/j.issn.0254-1769.2014.05.015](https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2014.05.015).
- [14] 王光琳, 马黎明, 陈翼, 等. 核素防护病房的建立与护理管理[J]. *解放军护理杂志*, 2008, 25(20): 62–63. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9993.2008.20.031](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9993.2008.20.031).
- Wang GL, Ma LM, Chen Y, et al. Establishment and nursing management of nuclide protection ward[J]. *Nurs J Chin PLA*, 2008, 25(20): 62–63. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9993.2008.20.031](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9993.2008.20.031).

(收稿日期: 2019-07-09)