

· 基础研究 ·

北京市核医学 2019 年基本情况调查分析

丁立新¹ 王凤¹ 杨志^{1,2}

¹ 北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所核医学科、恶性肿瘤发病机制及转化研究教育部重点实验室 100142; ² 北京市核医学质量控制和改进中心 100142

通信作者: 杨志, Email: pekyz@163.com

【摘要】目的 全面了解北京市医疗机构核医学发展现状, 为国家相关主管部门合理配置医疗资源和制定相关医疗政策提供参考数据。**方法** 采用问卷调查形式, 对 2019 年北京市拥有核医学相关科室的医疗单位进行调查。调查问卷的发放采用现场当面呈送与电子邮件相结合的方式。调查内容包括医疗机构或科室的概况、业务设置、影像设备规模、科室人员、诊疗工作量、放射性药物使用许可证、承担教学科研情况等信息。**结果** 2019 年北京市从事核医学的医疗单位有 39 家, 大部分集中在三级医院(87.2%, 34/39)。有核医学相关科室 40 个, 其中 1 家单位拥有 1 个独立的核医学科和 1 个独立的 PET/CT 中心。科室总建筑面积为 35 000 m², 从事核医学相关工作人员 596 名, 但核医学物理师、化学师依然较少。在 40 个科室中, 设置门诊 30 个(75.0%)、开展核素治疗 28 个(70.0%)、开展单光子显像 37 个(92.5%)、开展正电子显像 16 个(40.0%)。拥有大型核医学影像设备 83 台, 其中 PET/CT 21 台, 配置安装规模显著提升。2019 年大型影像设备共显像 232 838 例次, 开展核素治疗的单位有 28 家, 总治疗数为 7760 例次, 但开展的常规核素显像项目较为单一, 核素治疗项目较少。40 个科室全部拥有放射性药品使用许可证, 其中 5 个科室具有 IV 类放射性药品使用许可证(12.5%); 有 12 个北京市核医学住院医师规范化培训基地, 29 个有教学任务, 在研的基金项目 106 项。**结论** 目前, 北京市核医学科室体系已初具规模, 规划管理也初见效果, 但仍需进一步加强专业人才队伍建设, 重视新型放射性药物的研发与临床转化。

【关键词】 核医学; 核医学科, 医院; 现状调查; 北京市; 医疗机构DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061)

Investigation and analysis of the basic situation of nuclear medicine in Beijing in 2019

Ding Lixin¹, Wang Feng¹, Yang Zhi^{1,2}

¹Key Laboratory of Carcinogenesis and Translational Research (Ministry of Education/Beijing), Department of Nuclear Medicine, Peking University Cancer Hospital & Institute, Beijing 100142, China; ²Beijing Quality Control and Improvement Center for Nuclear Medicine, Beijing 100142, China
Corresponding author: Yang Zhi, Email: pekyz@163.com

【Abstract】Objective To have a comprehensive knowledge of the development status of nuclear medicine in medical institutions in Beijing so as to provide data for national authorities that they can use in allocating medical resources and formulating medical policies. **Methods** In 2019, medical units in Beijing with departments related to nuclear medicine were surveyed via questionnaires. The questionnaires were distributed via email or on-site submission. The contents of the questionnaire included general information on medical institution, business setting, scale of installation of imaging equipment, staff information, diagnosis and treatment workload, information on license to use radiopharmaceuticals, and teaching and scientific research workload. **Results** A total of 39 medical units were found to be engaged in nuclear medicine in Beijing, most of which were in tertiary hospitals (87.2%, 34/39). In these units, a total of 40 departments were related to nuclear medicine, one of which had an independent nuclear medicine department and an independent PET/CT center. The size of the entire nuclear medicine departments in Beijing was 35 000 m². These departments had 596 staff

but few nuclear medicine physicists and radiochemists. Among the 40 departments, 30 (75.0%) provided outpatient service, 28 (70.0%) performed radionuclide therapy, 37 (92.5%) offered single photon imaging, and 16 (40.0%) conducted positron imaging. Collectively, these departments had 83 pieces of large-scale nuclear medicine imaging equipment, including 21 PET/CT machines. In 2019, these departments performed 232 838 imaging cases and 7760 therapy cases, of which 28 medical units administered radionuclide therapy. However, the number of conventional radionuclide imaging projects and radionuclide treatment projects that these departments collectively conducted were relatively few. All 40 departments had a license to use radiopharmaceuticals, of which 5 departments had a license to use class IV radiopharmaceuticals (12.5%). These departments had 12 standardized training bases for nuclear medicine residents in Beijing and 106 ongoing projects, 29 departments had teaching tasks.

Conclusions The nuclear medicine department system in Beijing has taken shape. Planning and management have achieved initial results, but the training of professional talents must be strengthened further. Moreover, the development and clinical transformation of innovative radiopharmaceuticals must be promoted and developed.

【 Key words 】 Nuclear medicine; Nuclear medicine department, hospital; Status survey; Beijing city; Medical institutions

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005045-00061)

核医学是利用核技术来诊断、治疗和进行疾病研究的一门新兴学科^[1]。其在疾病的临床诊治、病情监测、疗效评估和预后判断等方面有着特殊的地位和其他学科不可取代的作用^[2]。北京市作为我国临床核医学的发源地之一,近10年来核医学的发展已取得长足进步。早在2005年,陈盛祖教授组织在北京市范围内进行核医学科现状调查,并报道了北京市核医学的基本情况^[3]。为了进一步全面了解北京市核医学的发展现状,我们依托北京市核医学质量控制与改进中心信息平台,统计了2019年北京市开展核医学相关业务的医疗机构或科室的概况、业务设置、影像设备规模、科室人员、诊疗工作量、放射性药物使用许可证信息、承担教学科研情况等方面的数据,以期为制定核医学可持续发展的的工作方针提供科学依据,为相关主管部门规划医疗资源和制定相关医疗政策提供参考数据。

1 资料与方法

1.1 调查对象

调查对象为北京市开展核医学相关业务的40家医疗单位,不包括在京军队医疗单位。其中,13家单位位于首都功能核心区,20家单位位于城市功能拓展区,7家单位位于郊区。

1.2 方法

按照预设的调查内容制作调查表,采用问卷调查形式对调查对象进行调查。本次调查问卷采用现

场当面呈送与电子邮件相结合的方式发放。调查内容包括医疗机构或科室的概况、业务设置、影像设备规模、科室人员、诊疗工作量、放射性药物使用许可证信息、承担教学科研情况等。为更好地比较和分析不同医疗单位之间影像设备的规模,将调查结果按照安装的大型影像设备的数量进行划分^[3]:拥有至少1台正电子影像设备和至少2台单光子影像设备的医疗单位为大规模;拥有1台正电子影像设备和1台单光子影像设备,或至少拥有2台单光子影像设备的医疗单位为中等规模;拥有至多1台单光子影像设备的医疗单位为小规模。

使用Excel(Office 2019)对有效问卷进行录入,将问卷中每个调查项的总数、每个条目的比例及排名等信息进行统计和分析。

2 结果

本次调查共发放40份调查表,收回了40份,其中1份由于单位整体搬迁问卷信息不完整而未被纳入,最终对提供有效信息的39份问卷进行整理和汇总。

2.1 医疗机构的概况

对纳入调查的医疗机构根据级别、职能类别情况进行分类,结果显示,北京市开展核医学相关业务的科室大部分集中在三级医院(87.2%, 34/39),一、二级医院较少,分别为1家和4家;综合医院较多(71.8%, 28/39),中医(中西医)和专科医院较

少,分别为6家和5家。

2.2 科室的行政隶属、建筑面积和业务设置

39家医疗单位现有核医学相关科室40个,其中1家单位拥有1个独立的核医学科和1个独立的PET/CT中心。从事核医学相关业务的科室行政上隶属于核医学科的有32个(80.0%),隶属于医学影像科的有7个(17.5%),独立PET/CT中心的有1个(2.5%)。科室总建筑面积为35 000 m²,其中科室建筑面积最大为4584 m²、最小为170 m²。建筑面积≥2000 m²的科室有3个(7.5%),建筑面积≥1000 m²的有10个(25.0%),建筑面积≥600 m²的有13个(32.5%),建筑面积≥300 m²的有10个(25.0%),建筑面积<300 m²的有3个(7.5%)。

从事核医学相关业务的40个科室中,设置门诊的有30个(75.0%),设置核素治疗病房的有4个(10.0%),开展核素治疗的有28个(70.0%),开展单光子显像(SPECT、SPECT/CT)的有37个(92.5%),开展正电子显像(PET/CT)的有16个(40.0%),开展脏器功能检查的有24个(60.0%),开展体外分析的有12个(30.0%)。

2.3 影像设备的规模

2019年北京市从事核医学相关业务的39家单位正在使用的核医学大型设备包括SPECT 18台、SPECT/CT 41台、PET/CT 21台和PET/MRI 3台(共83台),此外还有甲功仪29台、骨密度仪13台、放免仪12台、化学发光仪26台、活度计77台和回旋加速器5台。

安装大型影像设备(SPECT或PET)最多的单位有2台SPECT、2台SPECT/CT和2台PET/CT(共6台),有1家单位无大型影像设备。由表1可知,39家单位的影像设备安装规模差异较大,大规模的医疗单位等级全部为三甲级别,包括10家三甲综合医院、2家三甲肿瘤专科医院、1家三甲心血管病专科医院,在大规模的医疗单位中未发现有三甲中医医院。

2.4 科室人员的基本信息和教学科研情况

北京市39家拥有核医学相关科室的医疗单位中共有596名从事核医学相关工作的人员,从业人数最多的单位有49名,最少的单位只有4名。相关医疗单位核医学从业人员分布情况见表2,从岗位分布上可知,从业人员大部分为医师和技师,分别占46.0%和32.2%,核医学化学师、物理师从业

表1 2019年北京市39家拥有核医学相关科室的医疗单位的核医学影像设备规模

Table 1 The scale of nuclear medicine imaging equipment in 39 medical units engaged in nuclear medicine in Beijing in 2019

规模大小	正电子影像设备(台)	单光子影像设备(台)	医疗单位的数量(家)	百分比(%)
大规模	≥1	≥2	13	33.3
中等规模	=1 无	=1 ≥2	7	18.0
小规模	无	≤1	19	48.7

表2 2019年北京市596名从事核医学相关工作人员的基本情况

Table 2 Basic information of 596 personnel engaged in nuclear medicine-related work in Beijing in 2019

项目	人数(名)	百分比(%)
性别		
男	257	43.1
女	339	56.9
岗位		
医师	274	46.0
技师	192	32.2
护士	80	13.4
化学师	21	3.5
物理师	12	2.0
其他	17	2.9
学历		
博士	144	24.2
硕士	126	21.1
本科	228	38.3
本科以下	98	16.4
职称		
正高	54	9.1
副高	78	13.1
中级	216	36.2
中级以下	248	41.6
导师		
博士生导师	18	3.0
硕士生导师	19	3.2

人数较少,分别占3.5%和2.0%;从学历分布上可知,从业人员以博士和本科为主,分别占24.2%和38.3%;从职称分布上可知,从业人员以中级和中级以下为主,分别占36.2%和41.6%;博士生导师18人,硕士生导师19人。

从事核医学相关业务的科室中有12个北京市

核医学住院医师规范化培训基地, 1个核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室, 29个有教学任务。2019年共发表论文183篇, 在研的基金项目106项。

2.5 放射性药物的使用情况

经调查, 从事核医学业务的科室全部拥有放射性药品使用许可证。在40个科室中, 5个科室拥有Ⅳ类放射性药品使用许可证(12.5%), 4个科室拥有Ⅲ类放射性药品使用许可证(10.0%), 31个科室拥有Ⅱ类放射性药品使用许可证(77.5%)。在39家医疗单位中, 38家使用单光子药物(97.4%), 27家使用正电子药物(69.2%)。将使用的正电子药物分为4类: ^{18}F 标记的药物(27家使用, 其中4家自行制备)、 ^{68}Ga 标记的药物(3家使用, 均自行制备)、 ^{11}C 标记的药物(2家使用, 均自行制备)、 $^{13}\text{N-NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ (2家使用, 均自行制备)。

2.6 临床核医学诊疗的应用

从事核医学相关业务的39家单位中, 2019年在使用的影像设备上共进行显像232 838例次。其中, 单光子设备显像170 510例次; 正电子设备显像62 328例次。有24家单位开展功能检查项目, 共检查5433例次; 有12家单位开展体外检查项目, 共检查2 219 287例次; 有3家单位开展 ^{13}C -尿素呼气试验或 ^{14}C -尿素呼气试验检测幽门螺杆菌感染项目, 共检查71 862例次。

2019年北京市39家医疗单位中开展核素治疗的有28家(71.8%), 总治疗数为7760例次。其中, 有20家单位开展 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症, 共治疗3301例次(42.5%); 有4家单位开展 ^{131}I 治疗甲状腺癌, 共治疗1341例次(17.3%); 有17家单位开展 ^{89}Sr 治疗骨转移瘤, 共治疗356例次(4.6%); 有5家单位开展 ^{125}I 粒子植入治疗, 共治疗595例次(7.7%); 有9家单位开展云克治疗关节炎, 共治疗2005例次(25.8%); 有1家单位开展 ^{131}I -MIBG治疗嗜铬细胞瘤, 共治疗162例次(2.1%)。

3 讨论

近年来, 国内外核医学发展迅速, 各种新型高端诊疗设备及新型分子探针的不断涌现, 为临床核医学诊疗方案的制定奠定了基础。北京市核医学起步早, 大多数医院从事核医学相关业务的科室现已发展为独立的专业科室。本次调查结果显示, 在核

医学专业设置上多见于综合医院和肿瘤专科医院。目前, 北京市核医学临床诊疗开展项目以核素显像诊断为主。2019年在使用的影像设备上共进行显像232 838例次, 远高于2008年的100 685例次^[4]。近10年, 正电子显像设备配置增多, 从2008年拥有2台PET和3台PET/CT, 到2019年拥有21台PET/CT, 每百万人口平均0.98台, 已接近加拿大(1.2台)、捷克(0.95台)、德国(1.2台)等国家的水平, 但与美国(6.5台)、日本(3.6台)等国家还存在差距^[5-8]。本次调查结果显示, 以中医为特色的医疗机构尚未安装PET/CT, 这可能限制PET/CT在中医针灸技术中的应用推广。2017年PET/CT共显像522 854例次, 平均检查例次376/百万人口^[9], 这与发达国家还存在一些差距, 英国PET/CT检查例次在2012年为1257/百万人口^[10], 意大利PET/CT检查例次在2012年为5144/百万人口^[6], 美国PET/CT检查例次在2018年为6379/百万人口^[11]。PET/MRI作为肿瘤影像诊断的新利器, 北京市在神经科学领域率先安装并应用, 但由于设备价格较贵、规划配置不足、缺少诊断项目收费标准, 制约了该设备的临床诊疗应用。目前, 美国大约有30台PET/MRI^[8], 北京市拥有国内最多的临床研究型医院, 但PET/MRI仅有3台, 配置规模明显不足以支撑医疗服务增长需求, 国家相关部门也注意到了这一问题的紧迫性, 到2020年预计在华北地区规划新增5台PET/MRI^[12]。

大型核医学医用设备配置规模获得了长足增长, 核医学的诊疗项目以核素显像为主, 而核素治疗项目较少, 检查项目种类也较为单一。临床诊断中放射性药物的使用以 ^{18}F -FDG和 $^{99\text{Tc}^m}$ -MDP为主, 而国际放射性药物研究及应用取得重大进展, ^{18}F -Florbetapir、 ^{18}F -FLT(3'-fluoro-3'-deoxythymidine)、 ^{18}F -FMISO[3- ^{18}F -fluoro-1-(2-nitro-1-imidazolyl)-2-propanol]、 ^{18}F -FDOPA(fluoro-L-DOPA)、 ^{11}C -Choline、 ^{68}Ga -DOTATATE(tetraazacyclododecanetetraacetic acid-DPhe1-Tyr3-octreotate)、 ^{68}Ga -PSMA(prostate specific membrane antigen)等均已在临床中使用, 以多肽受体靶向治疗(PRRT)为代表的肿瘤诊疗一体化($^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE, $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ -PSMA)以及新型核素(如 ^{223}Ra 治疗前列腺癌骨转移, ^{123}I 、 ^{124}I 进行甲状腺癌诊疗)的出现, 使核医学向精准靶向诊疗方向发展^[13-14]。与之相比, 北京市只有5家

单位拥有IV类放射性药品使用许可证,这可能会限制研制和使用新型放射性药物。常规且单一的核医学影像学检查具有一定的局限性,如何针对某些疾病的发展使用特异性靶向放射性药物进行多模态分子显像,将对疾病的早期诊断和治疗疗效的评价具有重要意义。因此,开展新型放射性药物临床诊疗项目的研究将是以后核医学发展的重点。核医学开展新型放射性药物诊疗项目需要具备一定的场地规模并符合辐射防护安全标准,2019年北京市39家从事核医学的医疗单位中开展核素治疗的有28家,相比2008年^[4]增加了11家,但是建立核医学防护病房的单位不足5家,远低于2018年全国平均水平(26.9%)^[9],其主要原因在于科室建筑面积不足制约了核素治疗项目的开展。核素治疗不同于一般的治疗方式,其在整个治疗过程中都具有放射性,应依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。这要求科室的医师、护士、技师等工作人员不仅要对该医疗技术熟练掌握,同时也要熟悉与该技术相关的辐射防护与监测等方面的规范化管理及要求^[15]。放射工作人员上岗前应当接受卫生健康监督部门组织的放射防护及有关法律知识培训,考核合格方可参加相应的工作。目前,国内外其他地方的核素治疗病房的管理模式值得探讨与学习。从病房环境的设置维护、医护人员的技能培训、患者及家属的护理教育等方面,都应依从科学、规范的管理模式,保障医疗安全^[16]。因此,应根据北京市核医学的自身特点制定出一套合理有效的管理制度,以确保该领域的规范化建设和持续发展。

高水平高素质专业人才作为发展核医学的三大支柱之一,其对核医学的发展起关键作用^[17]。本调查结果显示,核医学从业人员拥有博士学历的占24.2%,远高于2018年的全国平均水平(6.7%)^[9],高学历人才大部分为核医学医师或专职科研人员。另外,40个核医学相关业务的科室中仅8个科室有专业的化学师,9个科室有专业的物理师。二者从业人员的百分比较小,分别为3.5%和2.0%。在核医学科室实际运转过程中,都需要化学师和物理师的参与。但许多中小规模核医学科室由于没有专业的化学师或物理师,在实际工作中由医师或技师操作,很可能因操作不规范而出现差错。因此,在未来的工作中应重视这两方面人才的培养。

4 结论

通过本次调查了解到北京市核医学科室在业务设置、影像设备、人员构比、临床诊疗和科研等方面已初具规模,规划管理初见成效,但开展的常规核素显像项目较为单一,核素治疗项目较少,专业的物理师和化学师等人才缺乏,仍需进一步加强专业人才培养,适当增加科室建筑面积,重视新型放射性药物的研发与临床转化。

致谢 感谢北京市卫生健康委员会对该项调查工作的支持,感谢40家医疗机构核医学科及PET/CT中心提供的数据,感谢北京市核医学质量控制和改进中心全体专家对该项调查工作的帮助。

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 丁立新负责问卷的收集、数据的录入及分析、论文的撰写与修订;王凤负责问卷的设计、论文的校对;杨志负责命题的设计、论文的审阅。

参 考 文 献

- [1] 田国梅,康正,赵长久.核医学科住院医师规范化培训的体会[J].*中国继续医学教育*,2019,11(22):56-58. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.22.023.
Tian GM, Kang Z, Zhao CJ. Teaching experience and understanding of standardized training for nuclear medicine residents[J]. *China Contin Med Educ*, 2019, 11(22): 56-58. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.22.023.
- [2] Anna Y, Elisabeth E, Stefan K, et al. Theranostics in nuclear medicine practice[J/OL]. *Onco Targets Ther*, 2017, 10: 4821-4828[2020-05-26]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5633297>. DOI: 10.2147/ott.s140671.
- [3] 耿建华,司宏伟,陈盛祖.北京市核医学2005年基本情况调查[J].*国际放射医学核医学杂志*,2008,32(1):37-39. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2008.01.019.
Geng JH, Si HW, Chen SZ. Beijing nuclear medicine survey 2005: general information[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2008, 32(1): 37-39. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2008.01.019.
- [4] 耿建华,陈盛祖.北京市核医学2008年基本情况调查[J].*国际放射医学核医学杂志*,2010,34(1):37-39. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2010.01.009.
Geng JH, Chen SZ. Beijing nuclear medicine survey 2008: general information[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2010, 34(1): 37-39. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2010.01.009.
- [5] Matsumoto M, Koike S, Kashima S, et al. Geographic distribution of CT, MRI and PET devices in Japan: a longitudinal analysis based on national census data[J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10(5): e0126036[2020-05-26]. <https://journals.plos>

[org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0126036](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126036). DOI: 10.1371/journal.pone.0126036.

[6] Buck AK, Herrmann K, Stargardt T, et al. Economic evaluation of PET and PET/CT in oncology: evidence and methodologic approaches[J]. *J Nucl Med Technol*, 2010, 38(1): 6–17. DOI: 10.2967/jnmt.108.059584.

[7] 卢建龙, 吕力琅, 曹志刚, 等. 我国甲类大型医用设备配置现状分析[J]. *中华医院管理杂志*, 2017, 33(5): 377–380. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6672.2017.05.017.

Lu JL, Lyu LL, Cao ZG, et al. Analysis on the present deployment of large medical equipments in China[J]. *Chin J Hosp Adm*, 2017, 33(5): 377–380. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6672.2017.05.017.

[8] Ehman EC, Johnson GB, Villanueva-Meyer JE, et al. PET/MRI: where might it replace PET/CT?[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(5): 1247–1262. DOI: 10.1002/jmri.25711.

[9] 中华医学会核医学分会. 2018年全国核医学现状普查结果简报[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2018, 38(12): 813–814. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.12.010.

Chinese Society of Nuclear Medicine. A brief report on the results of the national survey of nuclear medicine in 2018[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 38(12): 813–814. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.12.010.

[10] Scarsbrook AF, Barrington SF. PET-CT in the UK: current status and future directions[J]. *Clin Radiol*, 2016, 71(7): 673–690. DOI: 10.1016/j.crad.2016.02.023.

[11] Young L. IMV: PET/CT drives PET scan volume to new heights[EB/OL]. (2019-05-20)[2020-05-26]. <https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=log&itemID=125533>.

[12] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于发布2018-2020年大型医用设备配置规划的通知[EB/OL]. (2018-10-29)[2020-05-26]. <http://www.nhc.gov.cn/caiwusi/s10741/201810/e5d3d478905a447cb9609b569680577d.shtml>.

National Health Commission of the People's Republic of China. Circular of releasing the configuring of large medical equipment from 2018 to 2020[EB/OL]. (2018-10-29)[2020-05-26]. <http://www.nhc.gov.cn/caiwusi/s10741/201810/e5d3d478905a447cb9609b569680577d.shtml>.

[13] Vetmeulen K, Vandamme M, Bormans G, et al. Design and challenges of radiopharmaceuticals[J]. *Semin Nucl Med*, 2019, 49(5): 339–356. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2019.07.001.

[14] Liu C, Liu TL, Zhang JJ, et al. Excellent response to ¹⁷⁷Lu-DOTATATE peptide receptor radionuclide therapy in a patient with progressive metastatic castration-resistant prostate cancer with neuroendocrine differentiation after ¹⁷⁷Lu-PSMA therapy[J]. *Clin Nucl Med*, 2019, 44(11): 876–878. DOI: 10.1097/RLU.0000000000002780.

[15] 史文杰, 汪小龙, 王月英. 浅谈放射性核素治疗病房的建设与管理[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2019, 43(5): 411–415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005.

Shi WJ, Wang XL, Wang YY. Building and management of the radionuclide treatment ward[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2019, 43(5): 411–415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.005.

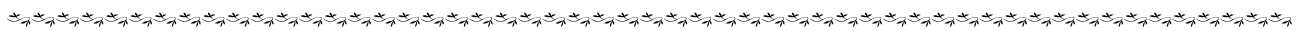
[16] 陈宇导, 张峰, 吴春兴, 等. 核医学科核素治疗病房的辐射防护及管理[J]. *中华护理杂志*, 2014, 49(5): 574–576. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2014.05.015.

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.

[17] 方瑞英, 赵惠扬. 对核医学技术人员队伍建设的思考[J]. *中华核医学杂志*, 1996, 16(4): 230.

Fang RY, Zhao HY. Thoughts on the construction of nuclear medicine technicians[J]. *Chin J Nucl Med*, 1996, 16(4): 230.

(收稿日期: 2020-05-27)



· 读者 · 作者 · 编者 ·

常见基金项目的英文名称 (一)

国家自然科学基金: National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金面上项目: General Program of National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金重点项目: Key Program of National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金重大研究计划项目: Major Research Plan of the National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金国际合作与交流项目: NSFC Projects of International Cooperation and Exchanges

国家杰出青年科学基金: National Science Foundation for Distinguished Young Scholars