

基于国际标准下我国临床核医学辐射防护问题的思考

Reflections on radiation protection of clinical nuclear medicine in China based on international standards

Wang Peng, Yan Xuexian, Lu Keyi, Chen Yue

引用本文:

王鹏, 颜学先, 陆克义, 等. 基于国际标准下我国临床核医学辐射防护问题的思考[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2024, 48(2): 69–73. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202308018–00388

Wang Peng, Yan Xuexian, Lu Keyi, et al. Reflections on radiation protection of clinical nuclear medicine in China based on international standards[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2024, 48(2): 69–73. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202308018–00388

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202308018–00388>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

核医学工作人员和受检者辐射防护现状

The status of radiation protection and control strategy for nuclear medicine workers and patients

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(4): 298–302 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2017.04.012>

新型冠状病毒肺炎疫情防控期核医学诊疗工作的防护建议

Protection and management proposals on nuclear medicine diagnosis and treatment during the COVID-19 epidemic period

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(10): 622–626 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202002014–00079>

核医学诊疗中患者内照射的研究进展

Internal irradiation of patients in the diagnosis and treatment of nuclear medicine

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(8): 539–544 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202007033–00087>

$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP骨显像患者对公众及核医学技师照射剂量的估算

Estimated radiation dose from patients undergoing $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP bone scintigraphy: implications for the general public and nuclear medicine technicians

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(6): 344–347 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202009027–00063>

全国核医学现状与发展趋势研究分析

Current situation and development trend of nuclear medicine in China

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 92–98 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2020.02.004>

2019年天津市放射诊疗工作场所辐射防护检测结果分析

Analysis of radiation protection testing results in the radiation diagnosis and treatment workplaces in Tianjin in 2019

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(3): 170–175 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202004020–00035>

·述评·

基于国际标准下我国临床核医学辐射防护问题的思考

王鹏¹ 颜学先² 陆克义³ 陈跃¹

¹西南医科大学附属医院核医学科,核医学与分子影像四川省重点实验室,泸州 646000; ²新加坡中央医院核医学科,新加坡 999002; ³山西医科大学第一医院核医学科,太原 030001

通信作者:陈跃, Email: chenyue5523@126.com

【摘要】在《医用同位素中长期发展规划(2021—2035年)》正式发布后,受到国家政策的鼓励,各级医院积极推进核医学科的建设。但是,要在2025年实现三级综合医院核医学科全覆盖的目标,仍然面临诸多困难。笔者从SPECT机房布局设置和放射性废物处理两个方面,分析了国内外的辐射防护政策和经验,旨在借鉴国际的先进技术和管理模式,促进我国核医学的可持续发展。

【关键词】核医学;辐射防护;辐射剂量;放射性废物DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202308018-00388](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202308018-00388)

Reflections on radiation protection of clinical nuclear medicine in China based on international standards

Wang Peng¹, Yan Xuexian², Lu Keyi³, Chen Yue¹

¹Nuclear Medicine and Molecular Imaging Key Laboratory of Sichuan Province, Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, China;

²Department of Nuclear Medicine, Singapore General Hospital, Singapore 999002, Singapore;

³Department of Nuclear Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding author: Chen Yue, Email: chenyue5523@126.com

【Abstract】 Following the official release of the *Medium and Long-term Development Plan for Medical Isotopes (2021—2035)* and motivated by national policies, hospitals at all levels are actively advancing the construction of nuclear medicine departments. However, achieving the goal of comprehensive coverage of nuclear medicine departments in tertiary hospitals by 2025 still presents numerous challenges. The authors focused on the layout and configuration of SPECT rooms and the disposal of radioactive waste, analyzing both domestic and international radiation protection policies and experiences. The aim was to draw on advanced international technologies and management models to promote the sustainable development of nuclear medicine in China.

【Key words】 Nuclear medicine; Radiation protection; Radiation dosage; Radioactive wasteDOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202308018-00388](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202308018-00388)

距离《医用同位素中长期发展规划(2021—2035年)》的提出已经有2年多时间了,基层医院核医学科建设和发展依然面临着巨大的挑战^[1],尤其是对于辐射防护和环保方面的标准要求过高,严重制约了我国核医学的可持续发展。为医疗工作者提供充分的保护是必要的,但是辐射防护标准要求过于严苛则可能会导致对患者诊疗过程的限制、临床医师的辐射防护心理负担加重以及学科建设成本的大

幅增加等问题。辐射防护最优化的原则应该是在保证检查质量的前提下尽可能减少医务人员受到的辐射剂量。

1 SPECT机房的整合

根据国家卫生健康委员会发布的《GBZ 120-2020核医学放射防护要求》^[2]的规定,开展核医学诊疗的辐射工作场所应划分出控制区和监督区,对SPECT

机房进行布局,其机房属于控制区,控制室则被认定为监督区。在核医学诊疗场所,应用行政管理程序(如进入控制区的工作许可证制度)和实体屏障(包括门锁和联锁装置)限制患者进出控制区^[3]。我国现今核医学科 SPECT 机房布局大多沿用这个标准,机房和控制室相互独立(无论 SPECT 设备型号有无包含 CT 功能)。医务人员在对患者进行检查时,在机房内先对患者进行摆位,检查过程中再通过铅玻璃窗口对患者进行观测,这对医务人员起到了一定的辐射防护作用,但同时在检查过程中却无法对患者检查体位进行实时调整,而且在患者面临突发情况需要帮助时,机房和控制室分离的设计可能使得医务人员无法及时回应患者的需求。因此,优化 SPECT 分区并将控制室整合至控制区,能够提升患者的检查体验,同时医务人员可对检查进行实时精准调整,提高检查质量。

1.1 单纯型 SPECT

国际上有很多历史悠久且国际排名靠前的医院(例如新加坡中央医院、美国费城儿童医院等),均采用控制台与显像设备整合到同一房间的设计(图 1)。医务人员在检查过程中留在检查室内,遵循规范化的操作流程,佩戴适当的防护用具(如铅衣),使医务人员的辐射风险控制可在可接受的范围内。从患者的角度来看,有医务人员在检查室陪同检查,也提升了患者的检查体验。当患者需要及时的帮助或援救时,医务人员的近距离接触会带来实际的健康益处。例如:对幽闭恐惧症患者进行实时的心理安慰、对癫痫患者进行实时监控和紧急抢救、对因饮水准备或药物过敏导致呕吐的患者进行及时援助等^[4]。值得一提的是,在 20 世纪 80 至 90 年代,国内 SPECT 机房在布局上也是控制室与机房在同一房间内(图 2)。此外,对于临床危重症患者,也有医务人员运用可移动伽马照相机进行床旁诊断的先例^[5]。

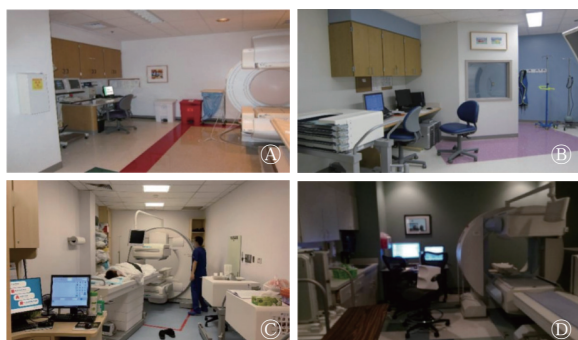


图 1 国外各医院 SPECT 机房布局实景图 A、B 分别为美国费城儿童医院单纯型 SPECT 机房布局实景图、融合 CT 功能的 SPECT 机房布局实景图; C 为新加坡中央医院 SPECT 机房布局实景图; D 为美国北卡罗来纳大学医学中心 SPECT 机房布局实景图 SPECT 为单光子发射计算机断层摄影术

Figure 1 Layout of SPECT rooms in foreign hospitals

救、对因饮水准备或药物过敏导致呕吐的患者进行及时援助等^[4]。值得一提的是,在 20 世纪 80 至 90 年代,国内 SPECT 机房在布局上也是控制室与机房在同一房间内(图 2)。此外,对于临床危重症患者,也有医务人员运用可移动伽马照相机进行床旁诊断的先例^[5]。

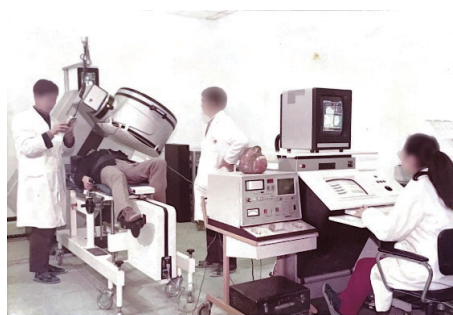


图 2 1989 年福建医科大学附属第一医院 SPECT 机房布局实景图 SPECT 为单光子发射计算机断层摄影术

Figure 2 Layout of SPECT room of the First Affiliated Hospital of Fujian Medical University in 1989

1.2 融合 CT 功能的 SPECT

当检查需要 CT 与 SPECT 进行断层融合显像时,国外仍有医院选择开放式设计的机房布局(图 1B),CT 扫描时,医务人员在特定铅玻璃屏蔽区域内进行操作。扫描过程中,需要对患者体位进行调整或规避扫描床或探测器在移动过程中带来的风险时,开放式的房间设计往往便于医务人员对患者提供更及时的帮助。一个常见的临床实例是,因检查前摆位不当造成患者手臂被探头压迫时,封闭检查室设计可能对患者呼救信号的传达造成阻碍。当然,适配此类设计的多排 CT 仪器的类型及扫描参数的限制等问题同样值得探讨。

2 辐射安全验证

医务人员的辐射防护应遵循时间防护、屏蔽防护和距离防护三要素原则,即缩短检查摆位释放时间、穿戴好铅衣等防护用具、将控制台设置在合适距离的位置。我国沿用国际辐射防护委员会对于核医学领域的辐射防护剂量限值体系。对于公众照射,1 年有效剂量限值为 1 mSv;对于职业照射,连续 5 年内的平均年有效剂量限值为 20 mSv^[6];对于接受核医学检查和治疗的患者,公众照射剂量的限值并不适用,因为接受医疗照射的有效剂量不能与公众年有效剂量相加。核医学诊疗能够有效保障患者的生命安全和健康,因此在综合考虑辐射的风

险和收益后，患者接受适当的辐射是合理的^[7]。

⁹⁹Tc^m 是 SPECT 检查中常用的放射性核素，而 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像是 SPECT 检查中主要且使用放射性药物剂量较大的检查项目^[8]，也是在诊疗过程中对核医学医务人员造成辐射的重要来源。由于患者周围的辐射场强度与个体给药剂量及药物在人体的代谢分布相关^[9]，所以患者在注射完放射性药物后，即成为移动辐射源。核医学医务人员对其进行诊疗中所接受的辐射剂量应是重点监测的部分。Al-Esaei 等^[10] 实时测量医务人员在患者检查前的摆位时间和检查后释放患者下机离开所用的时间，并通过辐射剂量率计算医务人员所接受的辐射剂量，结果显示，平均摆位和释放患者下机离开时间为 2 min，期间医务人员受到的总剂量约为 0.207 μSv。Bayram 等^[11] 的研究结果显示，距离行 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像患者 2 m 处的辐射剂量率约为 1.3 μSv/h。当控制台和显像设备设置在同一间房间时，假设控制台距离检查床中心点 2 m，医务人员操作后在检查室内距离患者 2 m，在不考虑衰变的情况下我们可以计算 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像每次检查医务人员接受的总剂量，即医务人员在检查前摆位和释放患者下机离开 2 min 内接受的辐射剂量加上医务人员在距离患者 2 m 处控制台进行显像 15 min 内接受的辐射剂量，计算结果为 0.532 μSv。

即使不使用任何防护用具（铅衣、铅围脖等）且不考虑辐射衰减（开始检查时间延后的情况），按照我国医务人员年平均辐射剂量限值 <20 mSv 的标准进行计算，医务人员 1 年内进行 37 594 次全身骨显像操作受到的辐射剂量才会超额。截至 2020 年，我国核医学骨骼显像年检查总病例数约 158.6 万例，而统计数据显示我国的技术类医务人员数量为 3 739 人^[8]，据此估算，我国核医学医务人员每年进行全身骨显像操作的次数远小于上述超额值。因此，可以认为，控制室与机房在同一房间内的布局对医务人员的辐射防护来说是安全的。

将 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像检查的辐射剂量与其他常见辐射来源的剂量做一个对比^[11-15]，结果显示该显像是一项非常安全的检查（表 1）。例如，由表 1 中数据换算可以得到乘坐 17 min 飞机受到的辐射剂量为 0.599 μSv，与医务人员完成 17 min 的 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像的辐射有效剂量（0.532 μSv）相当。

表 1 ⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像检查与其他常见辐射来源的有效剂量对比

Table 1 Comparison of effective dose of ⁹⁹Tc^m-methylene diphosphonate (MDP) whole body bone imaging with other common radiation sources

项目名称	辐射有效剂量
患者进行1次CT血管成像检查	12 mSv
患者进行1次 ⁹⁹ Tc ^m -MDP全身骨显像检查	4.63 mSv
医务人员操作1次 ⁹⁹ Tc ^m -MDP全身骨显像检查（全程陪同）	0.532 μSv
公众与注射 ⁹⁹ Tc ^m -MDP显像剂3h后的患者间隔1m，持续10min	0.55 μSv
公众与注射 ⁹⁹ Tc ^m -MDP显像剂3h后的患者间隔1m，持续1h	3.3 μSv
乘客坐1h飞机	2.114 μSv
每人每年受到的天然本底的辐射	3.1 mSv

注：MDP为亚甲基二膦酸盐；CT为计算机体层摄影术

如需对患者在 SPECT 显像后行 CT 扫描，可将曝光按钮设置于单独操作间或屏蔽区域内（图 1B），具体可根据实地条件灵活选择。

3 放射性废物处理

国内外放射性废物处理政策的差异主要体现在放射性废物及放射性核素治疗患者排泄物的处理方式上，国内现行标准规定，对于放射性固体废物和放射性液体废物的处理均需要满足以下要求：（1）含半衰期 <24 h 核素的放射性废物需要储存 30 d；（2）含半衰期 >24 h 核素的放射性废物的储存时间需要超过核素最长半衰期的 10 倍；（3）含 ¹³¹I 的放射性废物的储存时间需超过 180 d^[16]。对于接受 ¹³¹I 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中，应先经过衰变池等待衰变^[2]。

国际原子能机构对核医学实践中产生的放射性废物（例如含有 ⁹⁹Tc^m、⁶⁷Ga、¹¹¹In、¹²³I、¹³¹I、³²P、⁸⁹Sr 和 ²⁰¹Tl 残留物的小瓶、注射器等类似物）的处理给出的建议如下：¹³¹I 治疗患者产生的一些废物需要采取特殊处理措施，适当储存衰变后释放将最大程度地减少对环境造成的影响，而核医学诊断中常用的 ⁹⁹Tc^m，半衰期为 6 h，只需储存 2.5 d（10 个半衰期，达到 1 000 倍的衰减）之后，大多数即可作为常规废物处理。PET 检查中最常用的放射性核素是 ¹⁸F，由于其具有物理半衰期短（110 min）的特性，通常允许其标记的放射性物质在衰变 24 h

后解除限制。对于患者的排泄物,国际原子能机构给出的建议是,核医学科行影像诊断的患者,无需收集其排泄物,患者可以使用普通厕所。对于在核医学科治疗的患者,通常情况下,处理其放射性废物最好的方法是将放射性废物在连续的污水处理系统中稀释后排放^[17]。

国际放射防护委员会同样不建议储存治疗患者的尿液,因为储存其尿液带来的益处微乎其微,而将其释放到现代化的污水处理系统中,放射性核素对下水道作业工人和公众的辐射剂量也远低于公众剂量限值^[18]。国际放射防护委员会还对¹³¹I治疗后的放射性废液,经过污水、污泥和焚烧3种处理方式排放时对相关职业人员(下水道作业工人、露天作业工人、公众)的辐射安全性进行了预测,结果显示,排在允许的限度内的情况下,普通下水道作业工人和污泥处理工人的剂量分别为40~80 μSv/年和150~240 μSv/年。而且通常情况下,医院排放量约为允许的最大限值的30%。放射性污水经处理后排放对公众的平均有效剂量为30~180 μSv/年(医院最大允许排放量)和1~19 μSv/年(通常排放量)。在焚烧含有放射性废物的污泥时,向大气中排放的放射性废气所致的公众平均有效剂量非常微小(<2 μSv/年)^[19]。这一结果提示,将在核医学科治疗的患者的排泄物排放到污水处理系统中的方法是可取的。对于出院患者的排泄物同样无需限制,使用家庭卫生系统处理即可^[20]。

与国际标准相比,国内更严格的放射性废物处理标准限制了我国核医学的正常发展,过度的辐射防护费用也增加了患者不必要的诊疗费用。综上所述,国际上核医学SPECT机房布局及放射性废物处理标准值得借鉴。核医学实践应尊重辐射防护的最优化原则,避免过度防护。我们应从多个方面论证和学习国际先进经验,结合我国具体国情,推动我国核医学的建设与发展。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王鹏负责文献的查阅、述评的撰写;颜学先、陆克义负责述评的审阅与修订;陈跃负责命题的提出、述评撰写的指导

参 考 文 献

- [1] 黄定德,张宇帆.核医学诊疗一体化药物研究进展及机遇与挑战[J].*现代医药卫生*, 2023, 39(14): 2341-2345. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2023.14.001.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. GBZ 120-2020 核医学放射防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020. National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 120-2020 Requirements for radiological protection in nuclear medicine[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.
- [3] 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.
- [4] Jones DW, Hogg P, Seeram E. Practical SPECT/CT in nuclear medicine[M]. London: Springer, 2013: 10-14. DOI: 10.1007/978-1-4471-4703-9.
- [5] 席士敏. 可移动的伽玛照相机及其应用[J]. *医疗器械*, 1978, 5: 39-44. Xi SM. Mobile gamma camera and its application[J]. *Med Equip*, 1978, 5: 39-44.
- [6] López PO, Dauer LT, Loose R, et al. ICRP Publication 139: occupational radiological protection in interventional procedures[J]. *Ann ICRP*, 2018, 47(2): 1-118. DOI: 10.1177/0146645317750356.
- [7] International Atomic Energy Agency. Radiation protection of the public and the environment: IAEA safety standards series no. GSG-8[R]. Vienna: IAEA, 2018.
- [8] 中华医学会核医学分会. 2020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*, 2020, 40(12): 747-749. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20201109-00403. Chinese Society of Nuclear Medicine. A brief report on the results of the national survey of nuclear medicine in 2020[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 40(12): 747-749. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20201109-00403.
- [9] Violet J, Jackson P, Ferdinandus J, et al. Dosimetry of ¹⁷⁷Lu-PSMA-617 in metastatic castration-resistant prostate cancer: correlations between pretherapeutic imaging and whole-body tumor dosimetry with treatment outcomes[J]. *J Nucl Med*, 2019, 60(4): 517-523. DOI: 10.2967/jnumed.118.219352.
- [10] Al-Esaei AM, Khalil MM, El Shazly RM, et al. Assessment of radiation exposure dose for nuclear medicine workers from ¹⁸F-FDG, ^{99m}Tc MDP, and ^{99m}Tc[J]. *Curr Radiopharm*, 2022, 15(4): 320-326. DOI: 10.2174/1874471015666220413114927.
- [11] Bayram T, Yilmaz AH, Demir M, et al. Radiation dose to technologists per nuclear medicine examination and estimation of annual dose[J]. *J Nucl Med Technol*, 2011, 39(1): 55-59.

DOI: [10.2967/jnmt.110.080358](https://doi.org/10.2967/jnmt.110.080358).

[12] Hausleiter J, Meyer T, Hermann F, et al. Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography[J]. *JAMA*, 2009, 301(5): 500–507. DOI: [10.1001/jama.2009.54](https://doi.org/10.1001/jama.2009.54).

[13] 王风, 赵伟, 赵起超, 等. 核医学检查受检者所受辐射剂量分析[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2015, 35(9): 705–708. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.017](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.017).
Wang F, Zhao W, Zhao QC, et al. Analysis of patient radiation dose from nuclear medicine examinations[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2015, 35(9): 705–708. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.017](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.017).

[14] 郭仁耀, 耿长冉, 田锋, 等. 基于蒙特卡罗方法的航空机组人员辐射剂量评估[J]. *辐射防护*, 2022, 42(5): 442–449. DOI: [10.3969/j.issn.1000-8187.2022.5.fsh202205008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-8187.2022.5.fsh202205008).
Wu RY, Geng CR, Tian F, et al. Aircrew radiation dose assessment based on Monte Carlo simulation[J]. *Radiat Prot*, 2022, 42(5): 442–449. DOI: [10.3969/j.issn.1000-8187.2022.5.fsh202205008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-8187.2022.5.fsh202205008).

[15] 中华人民共和国生态环境部. 2021年全国辐射环境质量报告[R]. 北京: 生态环境部环境标准研究所, 2022.
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Report on the national radiation environment quality in 2021[R]. Beijing: Environmental Standards Institute, 2022.

[16] 中华人民共和国生态环境部. HJ 1188-2021 核医学辐射防护与安全要求[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2021.
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. HJ 1188-2021 Radiation protection and safety requirements for nuclear medicine[S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2021.

[17] International Atomic Energy Agency. Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation: IAEA safety standards series no. SSG-46[R]. Vienna: IAEA, 2018.

[18] No authors listed. ICRP Publication 105. Radiation protection in medicine[J]. *Ann ICRP*, 2007, 37(6): 1–63. DOI: [10.1016/j.icrp.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.icrp.2008.08.001).

[19] International Commission on Radiological Protection. Release of patients after therapy with unsealed radionuclides[J]. *Ann ICRP*, 2004, 34(2): v–vi, 1–79. DOI: [10.1016/j.icrp.2004.08.001](https://doi.org/10.1016/j.icrp.2004.08.001).

[20] Yonekura Y, Mattsson S, Flux G, et al. ICRP publication 140: radiological protection in therapy with radiopharmaceuticals[J]. *Ann ICRP*, 2019, 48(1): 5–95. DOI: [10.1177/0146645319838665](https://doi.org/10.1177/0146645319838665).
(收稿日期: 2023–08–19)



· 读者 · 作者 · 编者 ·

2024年本刊可直接使用缩写形式的常用词汇

ATP(adenosine-triphosphate), 三磷酸腺苷
 AUC(area under curve), 曲线下面积
 CI(confidence interval), 置信区间
 CT(computed tomography), 计算机体层摄影术
 CV(coefficient of variation), 变异系数
 DNA(deoxyribonucleic acid), 脱氧核糖核酸
 DTC(differentiated thyroid cancer), 分化型甲状腺癌
 DTPA(diethylene-triaminepentaacetic acid), 二亚乙基三胺五乙酸
 DWI(diffusion weighted imaging), 弥散加权成像
 FDG(fluorodeoxyglucose), 氟脱氧葡萄糖
 MDP(methylenediphosphonate), 亚甲基二膦酸盐
 MIBI(methoxyisobutylisonitrile), 甲氧基异丁基异腈
 MRI(magnetic resonance imaging), 磁共振成像
 MTT(3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyltetrazolium bromide), 3-(4, 5-二甲基噻唑-2)-2, 5-二苯基四氮唑溴盐
 PBS(phosphate-buffered solution), 磷酸盐缓冲液
 PCR(polymerase chain reaction), 聚合酶链反应
 PET(positron emission tomography), 正电子发射断层显像术
 RBC(red blood cell), 红细胞
 RNA(ribonucleic acid), 核糖核酸
 ROC(receiver operating characteristic), 受试者工作特征

ROI(region of interest), 感兴趣区
 SER(sensitization enhancement ratio), 放射增敏比
 SPECT(single photon emission computed tomography), 单光子发射计算机体层摄影术
 SUV(standardized uptake value), 标准化摄取值
 SUV_{max}(maximum standardized uptake value), 最大标准化摄取值
 SUV_{mean}(mean standardized uptake value), 平均标准化摄取值
 SUV_{min}(minimum standardized uptake value), 最小标准化摄取值
 T1WI(T1 weighted image), T1加权成像
 T2WI(T2 weighted image), T2加权成像
 T₃(triiodothyronine), 三碘甲腺原氨酸
 T₄(thyroxine), 甲状腺素
 TNF(tumor necrosis factor), 肿瘤坏死因子
 TNM(tumor, node, metastasis), 肿瘤、淋巴结、转移
 T/N/T(the ratio of target to non-target), 靶/非靶比值
 TSH(thyroid-stimulating hormone), 促甲状腺激素
 WBC(white blood cell), 白细胞
 WHO(world health organization), 世界卫生组织

本刊编辑部