

核医学成像技术与放射性防护的策略研究

梁 耿

中山大学第一附属医院广西医院 广西 南宁 530011

摘 要：核医学成像技术是通过使用放射性同位素产生的放射性核素作为示踪剂，对人体组织进行显像的一种技术。核医学成像技术具有非侵入性、高特异性等特点，能够准确反映机体内组织的功能及代谢状态，在肿瘤诊断、疗效评价、疾病监测等方面发挥着重要作用。核医学成像技术在临床应用中也存在一定的放射性危害，对公众健康造成威胁。本文就核医学成像技术特点及放射性危害进行分析，并结合实际工作经验对核医学成像技术的放射性防护策略进行探讨，以促进核医学成像技术的健康发展，更好地发挥其在医疗实践中的重要作用。

关键词：核医学；成像技术；放射性防护；策略

引言：近年来，我国医疗行业快速发展，医疗技术也有了一定的进步，其中核医学成像技术由于其自身的优越性，在临床诊疗过程中得到了广泛应用。核医学成像技术是利用放射性同位素作为示踪剂，对人体内组织进行显像的一种技术。核医学成像技术具有非侵入性、高特异性等特点，能够对机体内组织的功能及代谢状态进行准确反映，在肿瘤诊断、疗效评价、疾病监测等方面发挥着重要作用。但是，核医学成像技术也存在一定的放射性危害，对公众健康造成威胁。因此，对核医学成像技术放射性防护进行研究具有重要意义。本文就核医学成像技术特点及放射性危害进行分析，并提出相关防护策略。

1 核医学成像技术概述

1.1 核医学成像技术的定义与分类

核医学成像技术是指运用放射性核素标记或被放射性核素标记的药物，通过注射或植入的方式，进入人体组织中，对人体进行治疗的技术。核医学成像技术按照成像物质可分为核医学影像与核医学功能检测两大类。前者主要是指应用核素放射性药物或类似核素的物质，通过静脉注射的方式，在人体组织中进行显像。后者主要是指利用核素所携带的能量，通过探测其发射出的射线进行体内显像。按照核医学成像技术的应用方式，可以将其分为临床显像和功能显像两大类，其中临床显像又可以分为临床动态显像、临床静态显像与功能显像三大类。

1.1.1 核素扫描技术

核素扫描技术是指通过探测核素所发射的能量，对人体进行扫描，获取人体影像资料的技术。根据应放射性核素所携带能量的不同，又可将其分正电子显像和单光子显像。仅有十几年的时间，因此在应用中需要不断

地进行改进。目前我国已有多家医院配备了PET-CT（正电子）和SPECT-CT（单光子），而且还有不少新型放射性核素投入临床使用，核医学显像技术可以说是处于蓬勃发展的上升期。

1.1.2 PET成像技术

PET成像技术主要是应用正电子发射断层扫描技术，通过正电子类放射性药物的使用，实现对人体的一种动态检测，也是核医学领域中应用技术性最高的一种显像技术。PET成像技术属于放射性核素显像技术，它可以通过使用不同类型的放射性药物，对人体不同的部位进行显像。例如利用 ^{18}F 标记的脱氧葡萄糖（ ^{18}F -FDG），它可以在恶性细胞内发生聚集，然后通过探测 ^{18}F 发射出来的一对方向相反能量相同的 γ 射线，就可以探测到体内恶性肿瘤的一个准确位置，因为其具有高敏感性和高准确率，目前可以作为早期肿瘤筛查的一种有效手段。

1.1.3 SPECT成像技术

SPECT成像单光子显像技术是由美国GE公司于20世纪80年代初研制开发的。SPECT单光子显像技术采用的是一种新型的成像系统，该系统具有体积小、灵敏度高、分辨率好、易于操作和维护等特点，目前已被广泛应用于甲状腺肿瘤、心血管疾病、神经精神疾病等疾病的早期诊断和病情监测。SPECT单光子显像技术是利用放射性核素发射的光子流，通过探测光子信号来实现对人体组织的显像。与其他显像技术相比，SPECT单光子显像技术具有较高的空间分辨率，同时也具有较高的灵敏度。尤其是单光子放射性药物，价格上具有一定优势，相对于正电子显像，单光子更加低廉且目的性更强，所以SPECT是目前核医学领域运用最高的显像技术。

1.2 核医学成像技术的原理与应用

核医学成像技术是以核素（主要是放射性核素）为

示踪剂,利用特定的显像剂来对人体组织或器官进行显像,从而对人体疾病进行诊断的一种新型医学影像技术。核医学成像技术在临床应用中,可以分为两种类型,一种是功能成像技术,另一种是形态成像技术。功能成像技术主要用于疾病诊断和病理研究,在疾病诊断中可以分为:血生化检测、影像学检查、单克隆抗体技术等;形态成像技术主要用于疾病诊断和病理研究中,在疾病诊断中可以分为:形态解剖及功能解剖。核医学成像技术的应用非常广泛,尤其是在临床诊断中,具有较高的实用性。

1.2.1 核素扫描技术的原理与应用

核素扫描技术主要是利用各种不同的放射性药物,我们可以根据人体内的各种细胞或组织的特异性来制作特定的放射性药物,然后利用其在体内的特异性结合或者其他的特定的聚集方式,来进行核素信号的采集,这样我们就可以得到目标官的组织信息或者血流相信息。相对于放射影像学核素扫描技术具有以下优势:一是具有较高的安全性,在对人体进行扫描时,也不需要注射大量造影剂,一般的放射性药物多是人体必须的基础元素,发生过敏性的概率极低,而且用量也非常低一般仅需5-10ml;二是具有较高的灵敏度,在对人体进行扫描时,能够发现一些早期的疾病或病变;三是具有较高的特异性,在对人体进行扫描时,能够针对不同的组织和器官进行特异性扫描,器官和组织之间的互相干扰可以降低到最低甚至忽略不计。这也是该技术在临床应用中最重要的优势。

1.2.2 PET成像技术的原理与应用

PET是一种新型的核医学成像技术,在临床上主要用于肿瘤的诊断。PET成像技术主要是利用放射性核素标记的生物大分子(蛋白质、核酸、脂质等)作为示踪剂,并以这些示踪剂为探针,对人体组织或器官进行扫描,从而获得被扫描部位的生理生化变化及病理变化。PET成像技术在临床上主要用于肿瘤的诊断和评估,对于癌症患者的分期治疗以及寻找肿瘤原发灶和转移灶具有非常重要的意义。由于其特殊的符合探测技术,使得PET成像技术具有较高的准确性,目前随着长轴晶体的运用(长轴PET-CT)使得PET的检查效率更高,耗时更短,在美国国家已经成为主要的检查手段之一。

1.2.3 SPECT成像技术的原理与应用

SPECT成像技术主要利用放射性核素进行显像,放射性核素主要包括:99mTc、131I。SPECT成像技术的原理与应用是:利用单光子发射型计算机断层成像技术(Single photon emission computed tomography,简称

SPECT),通过对人体组织进行单光子发射型计算机断层成像,可以清楚地观察到人体组织的图像,从而对人体组织的解剖结构及功能信息进行分析。SPECT成像技术在临床上的应用非常广泛,尤其是在甲状腺、心血管疾病的诊断中具有较高的实用性。

2 放射性防护的基本知识

2.1 放射性防护的概念和重要性

放射性是一种极其复杂的物理过程,受到外部辐射或内部辐射的作用会改变物质的化学结构,生成新的物质。从微观角度上来看,放射性是一种不稳定的原子核,它由质子和中子组成。在日常生活中,有很多辐射都具有放射性,如x射线、γ射线、中子等。核辐射的基本元素包括:碳、氮、氧、硫,以及铀和钚等元素。如果我们在日常生活中接触到放射性物质,那么这些物质会对我们身体造成一定的伤害,比如癌症和白血病等。所以,在进行放射性工作时,要严格按照相关标准进行操作,避免由于操作不当对工作人员以及周围环境造成放射性污染。

2.2 放射性防护的国际标准和法规

国际上有多个机构和组织制定了与核医学成像相关的标准和法规。国际原子能机构(IAEA)发布的《辐射防护和核安全》(RCPR)系列标准和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(RICD)是国际上最重要的辐射防护标准。国际原子能机构(IAEA)发布了《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(RCPR),该标准涵盖了核技术、核材料和放射性药物的使用、设计、储存及运输等方面,并根据新的技术发展提出了许多新的要求。美国辐射防护与核安全管理局(AASC)发布的《电离辐射防护与辐射源安全指南》也是我国放射诊疗技术与放射性工作人员必须遵循的重要指导。

2.3 放射性防护的基本原则和措施

在放射性工作场所进行操作时,需要遵循以下原则:(1)辐射工作场所应采取有效的防护措施,以保护工作人员和公众免受辐射的危害;(2)为保证安全,辐射工作人员和公众必须接受必要的培训;(3)在任何情况下,工作人员都不得超过其最高剂量限值;(4)在任何情况下,工作人员均不得在其最高剂量限值的水平以上工作;(5)任何情况下,工作人员和公众均不应暴露在超过其最高剂量限值的剂量水平以上。从以上原则可以看出,放射性防护措施主要是减少放射性核素所致的照射,即降低放射性核素在工作场所中的活度。

3 核医学成像技术中的放射性防护策略

3.1 核医学成像技术中的放射性防护措施

对于核医学成像技术而言,由于放射性物质会对人体造成不同程度的伤害,所以,在核医学成像技术中应当采取相应的防护措施。例如,在进行检查时,检查人员应当根据不同的需求来选择放射性药物的剂量,尽可能在最低剂量范围内完成相应的检查目的;在进行操作时,工作人员应当严格遵循操作规范,尽可能的降低自身受到的辐射伤害;在检查过程中,应当按照医生的要求采取相应的措施,在药物没完全衰变到安全范围之前不能随意接触老人和小孩。此外,在核医学成像技术中也应当制定相应的规章制度与工作规范,加大对工作人员的管理力度。另外,还应当定期对工作人员进行培训与教育,提升工作人员的专业水平与辐射安全素质。

3.2 核医学成像技术中的放射性药物的安全使用

在核医学成像的实际操作中,放射性药物的使用是最重要的一部分,工作人员所使用的各种操作设备如热室、分装箱、铅罐等都需要定期进行辐射检查,避免因为设备和装置的问题而导致放射性药物泄漏到环境中。因此,在工作人员进行日常操作前,必须认真核对设备参数和观察设备运行状态,同时严格按照规章制度进行操作,避免因操作不当而造成放射性药物泼洒导致泄漏。同时工作人员在操作时必须注意观察已注射药物的病人活动轨迹,及时控制病人的活动范围,避免对他人造成没必要的辐射伤害。

3.3 核医学成像技术中的放射性防护培训与教育

核医学成像技术在工作过程中会产生较大的辐射,因此工作人员需要对相关的防护知识进行学习,并且在工作中严格遵守相关规定,这样才能够一定程度上减少辐射带来的危害。相关人员需要不断提高自身的专业技能,同时需要提高对核医学成像技术中放射性药物的认识,只有这样才能够在工作中做好对放射性辐射的防护。工作人员在实际工作中可以将核医学成像技术和核辐射相结合,这样既能够保证核医学成像技术的合理使用,同时还可以避免因为辐射造成的不良影响。

4 核医学成像技术与放射性防护策略的研究进展和问题

4.1 国内外核医学成像技术与放射性防护策略的研究现状

在核医学成像技术与放射性防护策略方面,目前国内外已有多个实验室开展了相关研究。在核医学成像技术的临床应用方面,美国、法国、日本等国家已将核医学成像技术作为临床常规检查方法;在放射性防护策

略方面,国内上主要有两种做法:一是对于核医学科进行衰变池容量的限制,一般情况下,核医学科对应衰变池的大小直接关系到科室放射性药物使用量的上限,通过相关部门定期的一个检查就可以约束放射性药物的使用,从而控制地区内的辐射安全值和环境污染量;二是相关环境部门对核医学相应放射性使用场所进行定期的检查,如防护病房的屏蔽性是否完好,放射性药物和污染物的安置情况,相关人员的资质是否完善等。

4.2 核医学成像技术与放射性防护策略研究中存在的问题和挑战

核医学成像技术与放射性防护策略研究中存在的主要问题和挑战有:一是核医学成像设备的性能优化、剂量评估、辐射安全管理等关键技术尚待突破;二是核医学成像设备的辐射监测和各地应急响应策略尚待完善;三是核医学成像技术的公众接受度有待提高,公众对核医学影像技术的认知度较低;四是核医学影像技术检查费用高昂且大部分地区任未纳入医保,导致核医学影像检查普及率较低。近年来,我国核医学成像设备与放射性防护策略研究取得了较大进展,但也存在一些问题和挑战。主要包括:一是我国核医学成像设备与放射性防护策略研究的深度和广度仍有较大提升空间;二是我国核医学影像设备的辐射安全监管工作有待加强。

4.3 未来研究方向和发展趋势

随着核医学成像技术的发展,在未来的应用中,核医学成像设备会越来越先进、智能、自动化。例如,更多新型放射性核素的使用,是否可以使用一些特殊材料代替现阶段昂贵的晶体,可进一步提高核医学成像设备的性能,例如提高采集效率、降低放射性药物剂量等。通过人工智能和深度学习技术,可实现核医学成像分析的智能化。此外,随着新型材料、电子元器件等技术的发展,核医学成像设备的体积和重量将越来越轻,智能程度将越来越高。在未来的核医学成像中,辐射防护也会更准确、更智能。

参考文献

- [1]殷孔翔.核医学成像技术及其放射性防护策略探讨[J].心电图杂志(电子版),2018,7(04):198-199.
- [2]李雨林,马亮.核医学成像技术及其放射性防护策略探讨[J].影像技术,2018,30(03):83-84+67.
- [3]黄瀛.放射性核素在临床诊疗中用药途径及其防护的护理研究[J].护理研究,2016,30(19):2312-2315.