

中子拯救生命

利用研究堆生产医用同位素和放射性药物

文/Amirreza Jalilian 和 Mary Albon

医用放射性同位素的高效生产和新型放射性药物的开发正在为多种癌症和其他疾病带来更好的诊断和更有效的治疗。因此，对主要利用研究堆或加速器生产的放射性同位素的需求持续增长，临床使用的放射性药物数量也在迅速增加。

原子能机构物理学和化学科学司司长Melissa Denecke说：“医用放射性同位素和放射性药物如果制备和使用得当，可以挽救生命。”

医用放射性同位素是一种放射性元素，当附着在药物制剂中的特定分子上时，会释放出易于追踪的辐射，因此可用于医学诊断。它们还可用于治疗目的，针对肿瘤组织治疗癌症，如前列腺癌、乳腺癌或肠癌。

放射性药物是将医用放射性同位素与生物活性分子相结合的药物。诊断性放射性药物含有能发射射线的放射性同位素，可以针对特定器官、组织或细胞。这些药物通过注射、吸入或口服给患者使用，利用非侵入性的外置

摄像头检测伽马射线，生成目标器官或组织的图像。治疗性放射性药物含有可发射粒子的放射性同位素，可在靶组织中积聚，杀死癌细胞。

研究堆是钼-99 (^{99}Mo)、碘-131 (^{131}I) 和钬-166 (^{166}Ho) 等医用放射性同位素生产的主要来源。碘-131用于诊断和治疗甲状腺癌，是20世纪40年代初研究堆生产的最早放射性同位素之一。研究堆能够生产约35种医用放射性同位素，钼-99占主要份额，是锝-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) 的母同位素。全世界约85%的核医学程序，即每年多达5000万次核医学程序，使用锝-99m来诊断癌症、心脏、大脑和骨骼相关疾病。

镥-177 (^{177}Lu) 是基于研究堆的另一种重要放射性同位素。“镥-177是用于治疗骨痛、前列腺癌、胃癌和肠癌的治疗性放射性药物的主要生产原料。”波兰国家核研究中心放射性同位素中心研究员 Renata Miko ajczak说，“全球至少有20种使用镥-177的新药正在研发中。”

40个国家拥有能够生产放射性同位素的研究堆；其中约有**25**个国家正在积极生产用于医疗用途的放射性同位素。

美国里德学院的研究堆堆芯正在辐照用于生产医用放射性同位素的靶件。

(图/Flickr图库网站D. McCullough)

2023年5月，原子能机构启动了一个协调研究项目，利用镭-177开发用于癌症治疗的新型放射性药物。“基于镭-177的放射治疗的最新发展改变了神经内分泌肿瘤和前列腺癌的治疗管理，为患者带来了更好的治疗效果。”原子能机构放射性药物科学家Aruna Korde说，“然而，我们对以镭-177标记的治疗性放射性药物的生物学行为的了解仍然不够深入。”该协调研究项目旨在确定和解决可能限制这些放射性治疗药物疗效的因素，将开展镭-177放射性药物的临床前评价，以评估其针对某些主要癌症的潜力。项目还将为放射性标记以及基于镭-177标记的放射性药物的质量、安全和疗效评估提供指导。

放射性同位素生产

40个国家拥有能够生产放射性同位素的研究堆；其中约有25个国家正在积极生产用于医疗用途的放射性同位素。在大多数情况下，放射性同位素面向国内市场生产。少数国家在地区或世界市场出口放射性同位素，还有一些国家大量出口。原子能机构向世界各国提供如何利用研究堆开发和制造这些诊断和治疗手段的知识和专

门技术。研究堆为医疗应用提供了安全稳定的重要同位素来源，包括放射性药物、放射性同位素治疗源（如近距离放射治疗）和医疗器械消毒。

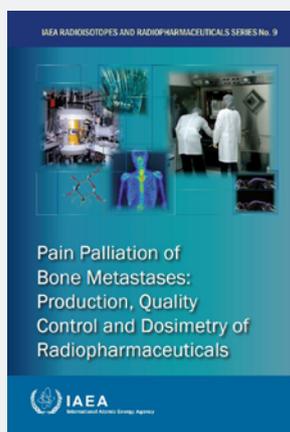
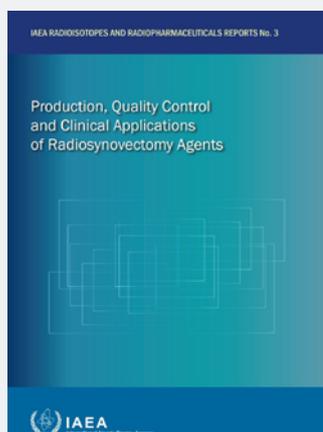
需求持续增长。比利时核研究中心（SCK-CEN）放射性同位素项目经理 Bernard Ponsard说：“要满足利用研究堆生产的放射性同位素日益增长的需求，还有很长的路要走。”

原子能机构支持各国利用研究堆生产放射性同位素，不仅用于医疗用途，还用于工业和研发目的。它编制导则性出版物，召开技术会议以交流信息和专门技能，组织涉及多个国家研究机构的协调研究项目，以及通过培训活动、科学访问和进修促进能力建设。原子能机构还通过其技术合作计划支持各国并促进地区和跨地区项目。

“原子能机构正在全球范围内建立和培养一支能够生产放射性同位素和安全、高质量放射性药物的专业队伍。”Denecke说，“我们的最终目标是帮助提高这些核医学基本工具的全球产量，缩小某些地区在获取使用方面的差距，从而使癌症患者和其他致命疾病患者能够得到所需要的治疗。”

“我们的最终目标是帮助提高这些核医学基本工具的全球产量，缩小某些地区在获取使用方面的差距，从而使癌症患者和其他致命疾病患者能够得到所需要的治疗。”

—国际原子能机构物理学和化学科学司司长Melissa Denecke



图为原子能机构最近发布的两份出版物，涉及以下两种类型放射性药物的生产和临床使用：一是用于治疗类风湿性关节炎和血友病患者的关节疼痛，二是用于减轻晚期骨转移引起的疼痛。这些治疗方法可以改善这些疾病患者的生活质量。