行业发展与循证体系



于金明

中国工程院院士、山东省肿瘤医院院长于金明：

粒子治疗规范化有待完善

质子和重离子具有不同的物理及生物学特性。相较于光子，质子能够形成布拉格峰，减少正常组织受到的低剂量照射；碳离子除具有剂量分布优势外，还具有较高的传能线密度（LET）和相对生物效应（RBE），在胰腺癌、胶质瘤及部分肉瘤等放射抗拒性肿瘤治疗中具有潜在优势。随着多粒子联合优化等技术探索不断深入，如何根据不同粒子的生物学特性优化剂量分布，进一步提高肿瘤控制效果、减少正常组织损伤，将成为粒子放射治疗的重要研究方向。

粒子放射治疗的未来还需要关注其与免疫治疗等手段的联合应用。不同射线对免疫细胞的影响并不相同，质子、重离子治疗在减少正常组织和循环免疫细胞受照方面具有一定潜力，但这些物理和生物学优势能否转化为稳定的临床获益，仍需通过临床研究加以验证。硼中子俘获治疗（BNCT）、FLASH 放疗、空间分割放疗等新技术也在拓展放射治疗的研究边界，但其临床应用仍面临药物选择性、剂量优化、适用人群及疗效评价等挑战。技术创新不能停留在概念和实验层面，还需要回答能否改善患者结局这一核心问题。

技术不断进步，也意味着临床决策需要更加审慎。质子、重离子技术并非适用于所有肿瘤患者，更不能将其视为对传统放疗的普遍替代。对于乳腺癌等肿瘤，应结合病灶侧别、淋巴结受累情况以及心脏等重要器官的受照风险进行判断；对于鼻咽癌、脑肿瘤和儿童肿瘤等涉及重要敏感器官的疾病，粒子治疗可能具有更明确的应用价值。临床选择应回到患者个体情况和治疗目标，严格掌握适应证，避免将简单问题复杂化。



孔琳

上海市质子重离子医院教授孔琳：

建立粒子治疗的循证体系

当前，国内粒子放射治疗的发展重点需要从中心和设备数量的增长，转向临床证据质量的提升。不同中心在患者收治数量、临床经验和适应证选择方面存在差异，治疗标准尚需进一步统一，多中心临床研究的开展也面临一定困难。尤其是重离子治疗，其生物学效应及质量控制较常规光子放疗更为复杂，传能线密度（LET）、相对生物效应（RBE）等因素对剂量评价和疗效预测的影响仍需深入研究。设备能够稳定运行、治疗计划能够准确实施，只是开展粒子治疗的基础；如何准确评估生物学剂量，并将其转化为临床医生能够理解和应用的治疗依据，才是进一步提高治疗质量的关键。

建立全国性的粒子放射治疗病例登记和临床数据平台，是完善我国循证证据体系的重要基础。通过统一数据采集标准，持续积累不同病种、治疗方案及疗效随访资料，可以更准确地评估不同技术的适用人群和临床价值。在此基础上，围绕临床争议较大、患者需求较为突出的病种，组织多中心协作研究，逐步形成具有中国人群特征的临床证据。同时，还需要加强放射肿瘤学、医学物理、放射生物学等专业人员的协同培养与交流，推动治疗规范、质量控制和临床研究能力同步提升。

粒子放射治疗发展的核心，不应只是拥有更先进的设备、建设更多的治疗中心，还应为患者带来真实、明确且可验证的临床获益。只有以临床问题为导向、以高质量证据为支撑，才能推动我国粒子放射治疗从规模化建设进一步迈向规范化、精准化和高质量发展。



张福泉

北京协和医院放射治疗科主任医师张福泉：

粒子治疗中心建设应从设备配置转向能力建设

全国放射治疗资源调研是科学配置医疗设备的重要基础。通过对医疗机构放射治疗设备、人员队伍及区域分布等情况进行调查，可以更准确地掌握我国放射治疗资源现状，为国家制定医疗设备配置规划提供依据。

粒子治疗设备具有较高的技术门槛和运行成本，中心建设更需要充分评估实际条件。医院是否具备相应的诊疗能力、是否拥有稳定的患者来源、能否配备合格的专业人员，以及后续设备运行维护和质量管理是否有保障，都应成为配置决策的重要依据。

设备建设只是起点，人才队伍才是保障治疗质量的关键。放射治疗是一项高度依赖多学科协作的专业工作，医生不仅需要掌握肿瘤学知识，还要理解放射物理学和放射生物学；物理师承担剂量计算、治疗计划优化和质量控制等重要任务；治疗技师则需要具备图像识别、配准及治疗实施能力。三类人员相互配合，才能保障治疗安全和质量。随着质子、重离子治疗中心增加，相关专业人才的需求将进一步扩大，尤其是物理师培养和职业发展仍存在短板。当前，物理师的临床工作属性与传统职称晋升通道之间尚未完全匹配，影响了专业队伍的稳定和发展。医院、学术组织及相关企业需要共同探索更加系统的人才培养机制，同时完善符合临床工作特点的职业发展路径。

粒子治疗技术越先进，临床应用越需要严格规范。不能因为一种技术具有优势，就将其用于所有肿瘤患者；也不能因中心建设投入较大、运营压力增加，就盲目扩大收治范围。应明确不同疾病的适应证和治疗要求，建立相应的质量控制与安全管理制度。通过学术组织牵头建立跨中心协作机制，统一临床应用规范、人员资质要求和质量评价标准，推动病例数据在明确规则和授权机制下共享，并逐步开展多中心临床研究，有助于减少不规范诊疗行为，促进不同中心之间的治疗质量同质化。