

关于放射诊疗过程中患者放射剂量的控制

苏海龙 马英杰 韩凌峰

石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：通过建立完善的放射诊疗前准备体系、实施诊疗过程中的实时剂量监控以及开展诊疗后的剂量追踪与流程优化，能够构建起全方位的剂量管理体系。放射诊疗前的信息收集与设备优化为剂量控制奠定基础，诊疗中的动态监测与技术协同确保剂量维持在合理水平，诊疗后的数据分析与流程改进则推动整个体系的持续完善。科学合理的剂量控制策略不仅保障了患者的医疗安全，也为放射诊疗事业的健康发展提供了重要支撑。

关键词：放射诊疗；放射剂量；控制策略

引言：电离辐射对人体组织细胞具有潜在的损伤作用，过量或不当的辐射暴露可能增加癌症发生风险并对患者长期健康产生不利影响。国际原子能机构与世界卫生组织均强调放射防护最优化原则，要求在确保诊疗质量的前提下将患者接受的辐射剂量降至可合理达到的最低水平。医疗机构有责任建立科学完善的剂量控制体系，通过全过程管理确保放射诊疗的安全性和有效性。

1 放射诊疗前患者放射剂量控制准备

1.1 患者信息收集与风险评估

放射诊疗前的准备工作对于后续剂量控制具有决定性意义，其中患者基本信息的全面收集构成了剂量控制的基础环节。医务人员需要详细记录患者的年龄、性别、体重、既往病史、过敏史以及近期接受过的放射检查情况，这些信息直接影响着检查方案的选择与剂量参数的设定。儿童患者由于组织器官对辐射更为敏感且预期寿命较长，其辐射风险显著高于成年患者，需要采用专门针对儿科人群的低剂量协议进行检查。孕妇作为特殊群体，在进行任何可能涉及腹部或盆腔区域的放射检查前必须确认妊娠状态，除非临床紧急需要否则应避免此类检查以保护胎儿免受辐射影响。对于短期内重复接受放射检查的患者，医务人员应当仔细评估累积剂量风险，必要时考虑调整检查间隔时间或选择非放射性的替代检查方法。基于循证医学证据建立的风险评估模型能够帮助医师准确判断不同患者群体的辐射敏感性特征，为个性化剂量控制提供科学依据^[1]。患者配合度与身体状况也会影响实际接受的辐射剂量，焦虑不安或身体条件较差的患者可能需要延长检查时间从而增加辐射暴露，这些因素都应在检查前予以充分考虑。

1.2 设备与方案优化设计

先进设备的合理配置与检查方案的精心设计是实现剂量有效控制的技术保障，现代放射诊疗设备普遍具备

多种剂量调节功能以满足不同临床需求。数字X射线摄影系统通过自动曝光控制系统能够根据患者体型自动调整照射参数，避免因人为设置不当造成的过度曝光现象。多层螺旋CT扫描仪配备的剂量调制技术可根据患者解剖结构的变化实时调节管电流大小，在保证图像质量的同时显著降低平均辐射剂量。新型血管造影设备采用脉冲透视模式替代传统的连续透视方式，通过减少不必要的X射线发射时间来降低患者累积剂量负担。检查方案的设计需要综合考虑临床诊断目的、目标器官特性以及患者个体差异等多个因素，制定出既能满足诊疗需求又符合剂量最优化原则的最佳检查策略。针对特定疾病的专项检查协议经过大量临床验证能够提供最佳的剂量效益比，例如肺部低剂量CT筛查方案能够在早期肺癌检测方面取得良好效果的同时将辐射剂量控制在常规胸部CT的五分之一以下。设备维护保养状态直接影响剂量输出的准确性和稳定性，定期进行设备性能检测与校准能够确保各项剂量控制功能正常发挥效用。

2 放射诊疗中患者放射剂量实时调控

2.1 动态监测与剂量反馈机制

放射诊疗过程中的实时剂量监测构成了剂量控制的核心环节，先进的剂量监测系统能够为操作医师提供即时准确的剂量信息反馈。现代数字化放射设备普遍集成有剂量显示模块，可以实时显示当前检查项目的剂量指数、累积剂量数值以及相对于参考值的偏差情况。剂量跟踪软件通过网络连接多个检查设备形成统一的数据采集平台，实现了对全院范围内患者剂量情况的集中监控与统计分析。当监测到某位患者接受的剂量接近或超过预设阈值时，系统会自动发出警报提醒操作医师采取相应措施进行剂量调整。剂量反馈机制的建立使得医师能够在检查过程中及时了解剂量变化趋势，通过调整扫描范围、降低扫描参数或缩短曝光时间等方式主动控制剂

量水平。个人剂量计佩戴制度确保每位参与放射工作的人员都能接受到准确的个人剂量监测,这种外部剂量监测与内部剂量估算相结合的方式形成了完整的剂量监控网络^[2]。剂量事件报告系统的运行有助于识别剂量异常情况并及时采取纠正措施,防止类似事件再次发生从而保障整体剂量控制水平的稳定。

2.2 操作技术优化与剂量控制

熟练的操作技能与规范化的技术流程是实现精准剂量控制的关键要素,操作医师的专业素养直接决定了患者最终接受的辐射剂量水平。标准操作规程的严格执行能够避免因操作失误导致的不必要剂量增加,包括正确的患者体位摆放、恰当的扫描范围确定以及合理的曝光参数选择等各个方面。先进的图像重建算法如迭代重建技术的应用可以在保持图像诊断质量的前提下显著降低扫描所需的辐射剂量,这种技术进步为剂量优化提供了新的途径。人工智能辅助的剂量管理系统能够根据患者的个体特征自动推荐最优的扫描参数组合,减少了人为因素对剂量控制的影响。实时图像质量评估技术使得操作医师能够在扫描过程中即时判断图像是否满足诊断要求,避免因图像质量问题而进行重复扫描造成额外的剂量负担。介入治疗中的剂量控制更需要操作医师具备丰富的经验和精湛的技术,通过优化导管路径、缩短操作时间以及合理使用造影剂等方式来降低患者接受的总剂量。培训教育体系的不断完善提升了全体放射工作人员的剂量意识和技术水平,为持续改进剂量控制工作奠定了人才基础。

2.3 多模态技术协同降剂量

多种放射诊疗技术的有机结合与协调应用能够实现更好的剂量控制效果,不同技术之间的优势互补为降低总体辐射剂量提供了可行方案。CT引导下的介入治疗相比传统的透视引导方式能够显著减少操作过程中使用的透视时间和总剂量,精确的CT定位还能够提高手术成功率从而缩短整体操作时间。磁共振成像技术完全不使用电离辐射的特点使其成为某些疾病检查的理想选择,特别是在儿科患者和育龄妇女的检查中可以优先考虑MRI检查以避免不必要的辐射暴露。超声检查作为一种无创无辐射的影像学方法在许多临床场景中都能够提供有价值的诊断信息,与其他放射检查方法联合应用能够减少总体的辐射剂量负担。正电子发射断层扫描与CT的融合成像技术通过一次检查获得功能代谢信息和解剖结构信息,相比分别进行两种检查能够减少患者的总检查次数和累积剂量^[3]。数字化乳腺摄影结合计算机辅助诊断技术能够提高早期乳腺癌检出率的同时采用比传统屏片系统

更低的辐射剂量。核医学检查中的新型示踪剂具有更高的靶向性和更快的清除速度,能够在获得更好显像效果的同时降低患者接受的辐射剂量。

3 放射诊疗后患者剂量追踪与改进

3.1 剂量数据记录与分析

放射诊疗结束后的剂量数据整理与深度分析为持续改进剂量控制工作提供了重要依据,完整的剂量数据库建设是医疗机构剂量管理体系建设的重要组成部分。每次放射检查完成后相关剂量参数都会被自动记录到医院信息系统中,包括剂量长度乘积、容积CT剂量指数、累积空气kerma等关键指标数据。数据记录需严格遵循DICOM标准进行结构化存储,确保参数的完整性与可追溯性,同时通过数据加密技术保障患者隐私安全。大数据分析技术的应用使得海量剂量数据的价值得到充分挖掘,通过对不同类型检查、不同设备型号、不同操作医师的剂量数据进行横向对比分析能够识别出剂量控制方面的薄弱环节。AI算法可进一步实现剂量异常趋势的预测性分析,例如通过机器学习模型筛选出高剂量风险的检查场景,为精准干预提供数据支撑。剂量分布直方图的绘制直观地展示了各类检查项目剂量水平的整体情况,有助于管理层准确把握本机构的剂量控制现状和发展趋势。异常剂量事件的深入调查分析能够找出根本原因并制定针对性的改进措施,防止类似问题反复出现影响整体剂量控制水平^[4]。剂量数据的标准化处理便于不同医疗机构之间进行比较交流,促进了行业整体剂量控制水平的共同提升。定期发布的剂量监测报告为医疗机构的质量改进工作提供了量化依据,有助于持续优化放射诊疗服务质量和安全性。

3.2 长期健康影响评估与干预

放射诊疗后对患者长期健康状况的跟踪观察与科学评估构成了剂量管理的重要延伸,这种前瞻性研究对于完善剂量控制策略具有重要意义。流行病学调查数据显示接受过多次放射检查的人群在长期随访中恶性肿瘤的发生率略有升高,这一发现提示我们需要更加重视累积剂量的健康风险评估。长期随访可通过电子健康档案与区域医疗数据平台联动实现,针对儿童、孕妇等高危人群设置个性化随访周期,儿童患者建议随访至成年,孕妇则需跟踪至胎儿出生后3-5年。儿童时期接受放射检查的经历对其成年后健康状况的影响尤为值得关注,由于儿童组织器官对辐射更加敏感且预期寿命长,即使是相对较低的剂量也可能产生远期健康效应。建立患者剂量档案并进行终生跟踪管理有助于全面了解放射暴露与健康结局之间的关系,为制定更加科学合理的剂量限制标

准提供实证支持。对于高剂量暴露患者应当建立专门的健康监护计划,定期进行相关的健康检查以便及早发现可能出现的问题。心理干预措施的实施能够缓解患者对辐射风险的担忧情绪,通过科学的知识普及帮助患者正确理解放射诊疗的风险效益比。职业健康监护体系的完善也为放射工作人员的长期健康提供了有力保障,体现了以人为本的管理理念。

3.3 流程优化与持续改进

基于剂量监测结果和临床实践经验的流程优化是实现剂量控制持续改进的根本途径,系统性的质量管理改进活动能够不断提升放射诊疗服务的安全性和有效性。临床路径的标准化制定明确了各种疾病检查的标准流程和推荐剂量范围,有助于减少不必要的变异和过度检查现象。多学科协作机制的建立使得放射科医师能够与临床医师密切沟通,共同制定最适合患者个体情况的检查方案从而避免重复检查和过度检查。质量改进小组的定期会议讨论能够及时发现和解决剂量控制工作中存在的问题,通过集体智慧寻找最佳解决方案。新技术新方法的应用推广需要经过严格的论证和试点后再逐步扩大使用范围,确保在提升诊疗效果的同时不会带来额外的剂量风险^[5]。员工激励机制的设计能够调动全体工作人员参与剂量控制工作的积极性,形成人人关心剂量安全的良好氛围。国际交流合作平台的搭建有助于学习借鉴国外先进经验,推动我国放射诊疗剂量控制水平与国际接轨。

结语

放射诊疗过程中患者放射剂量的科学控制是一项系统工程,需要从检查前准备、检查中监控到检查后追踪

的全流程管理来实现。通过建立健全的剂量管理体系、采用先进的技术手段、培养专业的技术队伍以及实施持续的质量改进措施,能够有效降低患者接受的辐射剂量风险。医疗机构应当始终坚持以患者为中心的服务理念,严格按照辐射防护最优化原则开展各项工作,努力在保障诊疗质量的前提下将患者剂量控制在合理可行的最低水平。未来随着人工智能、大数据等新兴技术的不断发展,放射诊疗剂量控制工作必将迎来新的发展机遇,为人民群众提供更加安全高效的医疗服务。

参考文献

- [1]陈书英,黄伍奎,刘登尧,等.放射性粒子立体定向近距离消融治疗结直肠癌肺转移病灶的疗效及剂量学研究[J].新疆医科大学学报,2025,48(11):1473-1479.
- [2]朱涛,刘登尧,谢沁江,等.放射性粒子立体定向近距离消融治疗非小细胞肺癌的局部疗效及影响预后的临床剂量学因素分析[J].新疆医科大学学报,2025,48(11):1467-1472,1479.
- [3]徐克,赵金鑫,刘泽洲,等.¹²⁵I粒子治疗恶性肿瘤所致放射性肺炎剂量学因素分析[J].中华放射医学与防护杂志,2024,44(1):13-17.
- [4]万力,喻洁,李红雨,等.湖北省部分动物诊疗机构X射线诊断放射防护现状调查研究[J].中华放射医学与防护杂志,2024,44(12):1056-1062.
- [5]牛延涛,张永县,卓维海,等.加强放射诊断辐射剂量管理的必要性及应对策略[J].中华放射医学与防护杂志,2023,43(4):241-247.