

精准医疗背景下 CT 与 MRI 操作技术的创新与应用

许娟

南方医科大学南方医院, 广东 广州 510515

DOI:10.61369/MRP.2025040037

摘要：在精准医疗背景下，阐述 CT 和 MRI 的核心地位及互补性，分析传统影像技术局限。介绍探测器材料革新、超高场强 MRI 研发等创新，以及智能扫描协议开发、多模态融合等应用，强调操作技术创新的重要性及产学研用协同创新机制的必要性。

关键词：CT; MRI; 精准医疗

Innovation and Application of CT and MRI Operation Technology under the Background of Precision Medicine

Xu Juan

Southern Hospital, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510515

Abstract： In the context of precision medicine, this paper elucidates the core status and complementarity of CT and MRI, analyzes the limitations of traditional imaging techniques, introduces innovations such as advancements in detector materials and ultra-high field strength MRI development, as well as applications like intelligent scanning protocols and multimodal fusion, emphasizing the importance of operational technology innovation and the necessity of collaborative innovation mechanisms among industry, academia, research, and application.

Keywords： CT; MRI; precision medicine

引言

在精准医疗时代，医学影像技术的发展至关重要。2016年发布的《“健康中国2030”规划纲要》强调了科技创新对医疗卫生领域的支撑作用。CT和MRI作为核心技术，各自具有独特优势且互补，但传统技术存在局限性。为提升成像质量，能谱CT探测器材料革新及7T超高场强MRI系统研发等取得进展。同时，智能扫描协议开发、操作技术创新应用以及多参数灌注成像等在精准医疗各方面都发挥关键作用，推动建立产学研用协同创新机制，促进5G远程影像操作与AI质控系统融合发展成为必然趋势。

一、精准医疗背景下医学影像技术需求分析

（一）CT与MRI在精准医疗中的核心地位

CT和MRI在精准医疗中具有核心地位。CT能提供高分辨率的解剖结构图像，对检测骨骼、肺部等部位的病变具有独特优势^[1]。MRI则在软组织成像方面表现出色，可清晰显示脑部、肌肉、关节等软组织的细微结构和病理变化。两者具有互补性，CT的形态学信息与MRI的功能学信息相结合，能更全面地了解病变情况。在疾病早期筛查中，它们能够发现微小的病灶，为早期诊断和治疗提供依据。在个性化治疗方案制定方面，通过对病变的准确评估，包括病变的位置、大小、形态以及与周围组织的关系等，医生可以制定更具针对性的治疗方案，提高治疗效果，减少并发症的发生。

（二）当前技术应用的局限性

传统医学影像技术在精准医疗背景下存在诸多局限性。从空

间分辨率来看，部分技术无法满足对微小病变的精确检测需求，可能导致病变细节丢失，影响诊断准确性^[2]。扫描速度方面，一些设备扫描过程耗时较长，对于难以长时间保持静止的患者，易产生运动伪影，干扰图像质量，不利于精准诊断。在辐射剂量上，如CT检查，较高的辐射剂量会对患者身体造成潜在危害，尤其对于需要多次检查的患者，这与精准医疗中尽量减少对患者伤害的理念相悖^[2]。这些局限性凸显了医学影像技术在精准医疗时代创新与改进的紧迫性。

二、CT/MRI技术创新路径

（一）硬件系统升级方案

能谱CT探测器材料革新对成像质量提升作用显著。新型材料可提高探测器对不同能量X射线的探测效率和分辨率，从而实现更准确的能谱成像。通过区分不同物质的能谱特征，能更好地

鉴别组织成分，提高病变检测的特异性和敏感性^[9]。7T超高场强MRI系统研发是硬件升级的重要方向。高场强可增加质子的共振频率，提高图像的信噪比和分辨率。同时，能够更清晰地显示微小结构和病变，为神经系统、心血管系统等精细结构的成像提供更优质的图像，有助于早期疾病的诊断和治疗决策。

（二）智能扫描协议开发

在智能扫描协议开发中，基于患者体型特征的自适应扫描参数算法是关键。通过获取患者体型相关数据，如身高、体重、身体各部位的比例等，利用算法自动调整扫描参数，以达到最佳的成像效果。这不仅可以提高图像质量，还能减少不必要的辐射剂量（对于CT）或扫描时间（对于MRI）。同时，多模态影像融合重建技术也具有重要的临床应用价值。它将CT和MRI等不同模态的影像进行融合，综合各自的优点，为临床诊断提供更全面、准确的信息。例如，在肿瘤诊断中，融合后的影像可以更清晰地显示肿瘤的位置、大小、形态以及与周围组织的关系，有助于医生制定更精准的治疗方案^[4]。

三、临床操作流程优化策略

（一）标准化操作体系建设

1. 检查前准备规范

在精准医疗背景下，CT与MRI检查前准备规范至关重要。对于患者呼吸训练，应向患者详细讲解呼吸配合的要点及重要性，指导患者进行正确的呼吸练习，以减少呼吸运动伪影对图像质量的影响^[5]。在金属伪影预防方面，需提前告知患者去除身上的金属物品，如首饰、假牙等。对于体内有金属植入物的患者，要准确评估其对检查的影响，并采取相应的措施，如调整扫描参数等，确保获得高质量的影像结果，为精准医疗提供可靠的依据。

2. 扫描参数智能匹配

在精准医疗背景下，CT与MRI操作技术的创新应用至关重要。扫描参数智能匹配方面，可开发基于病种特征和个体差异的扫描方案推荐系统。利用大数据分析不同病种的影像学特征以及个体在生理、病理等方面的差异，构建智能算法模型。该模型能根据输入的患者信息，如病种、年龄、性别、身体状况等，快速准确地推荐最适宜的扫描方案及参数设置。通过这种方式，不仅可以提高扫描的准确性和效率，减少因参数设置不当导致的重复扫描，还能更好地满足精准医疗对于个性化诊断的需求，为临床诊断提供更可靠的影像学依据^[6]。

（二）剂量控制技术创新

1. CT辐射剂量优化模型

迭代重建算法与管电流调制技术的协同降噪对于CT辐射剂量优化至关重要。迭代重建算法通过对原始数据进行多次迭代处理，能够有效降低图像噪声，提高图像质量^[7]。管电流调制技术则可根据患者身体部位的不同，动态调整管电流，在保证图像质量的前提下，减少不必要的辐射剂量。两者协同作用时，迭代重建算法可弥补管电流调制技术可能带来的图像质量损失，进一步优化图像质量。同时，管电流调制技术为迭代重建算法提供了更

合理的输入数据，减少了迭代次数和计算量，提高了算法效率。这种协同机制有助于建立更有效的CT辐射剂量优化模型，为临床操作流程中的剂量控制提供技术支持。

2. MRI生物效应控制

在精准医疗背景下，梯度场切换率智能调控对MRI生物效应控制中的SAR值动态平衡具有重要意义。通过智能调控梯度场切换率，可根据不同的扫描部位和个体差异，实时调整磁场变化的速率，从而有效控制SAR值在安全范围内。这种动态平衡策略能够在保证图像质量的同时，降低因SAR值过高可能带来的生物效应风险，如组织温度升高、神经刺激等不良影响。这不仅提高了MRI检查的安全性，也为临床诊断提供了更可靠的影像依据，是MRI剂量控制技术创新的重要方向之一^[8]。

四、临床应用场景拓展

（一）肿瘤精准诊疗应用

1. 多参数灌注成像

多参数灌注成像在肿瘤精准诊疗中具有重要应用。通过对肿瘤血供特征进行定量分析，能更准确地了解肿瘤的生理病理状态。例如，利用CT或MRI技术获取肿瘤区域的血流灌注参数，包括血流量、血容量、平均通过时间等^[9]。这些参数可反映肿瘤血管生成情况，帮助区分肿瘤的良恶性。对于恶性肿瘤，灌注成像还能协助评估肿瘤的分级和分期，为治疗方案的制定提供重要依据。同时，在治疗过程中，可通过动态监测灌注参数的变化，评估治疗效果，及时调整治疗策略，以实现肿瘤的精准诊疗。

2. 疗效评估新标准

影像组学特征与分子病理的关联评价体系在肿瘤精准诊疗的疗效评估新标准方面具有重要意义。通过对大量影像数据的分析，提取出具有代表性的影像组学特征，这些特征能够反映肿瘤的生物特性。结合分子病理信息，可以更全面地了解肿瘤在治疗过程中的变化。例如，某些影像组学特征的改变可能预示着肿瘤细胞的增殖、凋亡或代谢状态的变化，与分子病理层面的标志物变化相呼应。这有助于建立更精准的疗效评估模型，及时调整治疗方案，提高治疗效果，为肿瘤患者的个性化治疗提供有力支持^[10]。

（二）神经系统疾病应用

1. 脑网络连接成像

在精准医疗背景下，脑网络连接成像对于神经系统疾病的诊断和治疗具有重要意义。其中，开发DTI与BOLD-fMRI融合的神经通路可视化技术是关键。DTI可用于追踪脑白质纤维束，提供有关神经纤维走向和完整性的信息。BOLD-fMRI则能反映脑功能活动的区域变化。通过融合这两种技术，可以更全面地了解神经通路的结构和功能。例如，在癫痫疾病的研究中，这种融合技术有助于定位癫痫病灶与相关神经通路的关系，为手术治疗提供更准确的定位信息。在神经退行性疾病如阿尔茨海默病中，也可利用该技术观察大脑神经网络的早期改变，辅助疾病的早期诊断和病情监测。

2.微小病灶检出增强

在神经系统疾病中，微小病灶的准确检出至关重要。例如在脑肿瘤的早期诊断中，传统成像技术可能无法清晰显示微小的肿瘤病灶及其周围的血管情况。而通过CT与MRI技术的创新应用，如采用先进的磁敏感加权成像(SWI)序列参数优化方案，可以显著增强微小病灶的检出能力。这种优化后的SWI序列能够更好地显示微小血管畸形、微出血灶以及一些早期肿瘤的微小浸润区域。对于一些退行性神经系统疾病，如多发性硬化症的早期微小病灶，也能更敏感地检测出来，为疾病的早期干预和治疗提供更准确的依据，从而改善患者的预后。

(三) 急诊医学应用创新

1.快速扫描方案设计

在急诊医学中，构建创伤患者一站式多部位联合扫描协议具有重要意义。对于创伤患者，时间就是生命，快速准确地诊断病情是关键。通过联合CT与MRI技术，设计一种能同时对多个关键部位进行扫描的方案。例如，对于严重车祸伤患者，可能同时存在颅脑损伤、胸部损伤以及腹部脏器损伤等多种情况。该方案可以在一次扫描过程中，获取多个部位的详细影像信息，避免了传统多次扫描造成的时间浪费以及患者在不同设备间转移带来的风险。同时，通过优化扫描参数和序列，提高图像质量和诊断准确性，为急诊医生提供更全面、准确的诊断依据，以便迅速制定合理的治疗方案，提高创伤患者的救治成功率。

2.人工智能辅助判读

在急诊医学中，人工智能辅助判读具有重要意义。以开发急诊影像危急值智能预警系统为例，通过人工智能算法对CT与MRI影像进行快速分析。系统能够自动识别出可能存在的危急情况，如脑出血、急性心肌梗死等关键影像特征。这不仅提高了判读效率，在争分夺秒的急诊环境中，能让医生更快地获取关键信息，及时做出诊断和治疗决策。同时，人工智能的应用可以减少因人为疲劳或经验不足导致的误判，提高诊断的准确性和可靠性，为急诊患者的救治提供更有力的支持。

五、总结

CT与MRI操作技术在精准医疗背景下不断创新与应用。其技术创新在精准医疗实践中有关键作用，能为疾病的诊断和治疗提供更准确、详细的影像信息。为更好地推动技术发展，建立产学研用协同创新机制十分必要。这有助于整合各方资源，加速技术创新成果的转化和应用。同时，随着科技的进步，5G远程影像操作与AI质控系统融合发展将成为新趋势。这种融合有望打破地域限制，实现远程精准操作和质量控制，进一步提升CT与MRI技术在精准医疗中的应用价值，为医疗行业带来更多的可能性和发展机遇。

参考文献

[1] 熊建武. 精准医疗背景下试管婴儿方案选择 [D]. 武汉大学, 2018.

[2] 韩帅红. 精准医疗需求下国人副肾动脉的CT解剖特征研究 [D]. 山西医科大学, 2018.

[3] 李龄. MRI与CT对鼻咽癌分期及放疗计划的对比研究 [D]. 广西医科大学, 2007.

[4] 袁明智. 翼腭窝解剖与CT, MRI对照研究 [D]. 中国科学院光电技术研究所, 1999.

[5] 唐明瑞. CT与MRI检查在251例犬椎间盘突出诊断中的应用价值分析 [D]. 吉林大学, 2023.

[6] 王艺洁, 杨亚英, 魏博, 等. 基于MRI及CT的细胞外体积在恶性肿瘤中的应用与研究进展 [J]. 磁共振成像, 2023, 14(09): 131-135.

[7] 张丽, 荣利民, 吴海波. CT与MRI对肝癌的临床应用 [J]. 中国现代药物应用, 2014(19): 90-91.

[8] 王建. 急性颅脑损伤诊断中MRI与CT技术的应用价值 [J]. 河南医学研究, 2018, 27(12): 2204-2205.

[9] 郑军, 易乐欣, 金宇飏, 等. 病理技术在精准医疗时代下的实践操作 [J]. 临床与实验病理学杂志, 2021, 37(4): 485-486.

[10] 管英. 颈椎损伤的早期诊断:CT与MRI的应用 [J]. 现代预防医学, 2012, 39(1): 242-243.