

高分辨率磁共振在直肠癌术前分期应用价值研究

金涛 罗琳 (通讯作者)

包头医学院第一附属医院, 内蒙古包头, 014010;

摘要: 目的: 探讨高分辨率磁共振 (HR-MRI) 在直肠癌术前 T、N 分期中的诊断效能及临床指导价值, 为优化个性化治疗方案提供依据。方法: 选取 2023 年 5 月至 2024 年 5 月本院收治的 60 例直肠癌患者为研究对象, 按照检查方式分为实验组 (30 例, 行 HR-MRI 检查) 与对照组 (30 例, 行 CT 增强扫描检查)。以术后病理结果为金标准, 对比两组检查对 T 分期 (T1-T4 期)、N 分期 (N0-N2 期) 的诊断准确率、敏感性及特异性, 并分析 HR-MRI 对手术方案选择的指导作用。统计学处理采用 SPSS 26.0 软件, 计数资料以率 (%) 表示, 行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。结果: HR-MRI 对直肠癌 T 分期总准确率为 93.33% (28/30), 显著高于对照组的 73.33% (22/30) ($\chi^2 = 4.320$, $P = 0.038$); 其中对 T3 期、T4 期的准确率分别达 95.00%、100.00%, 均高于对照组对应分期的 70.00%、85.71%。HR-MRI 对 N 分期总准确率为 90.00% (27/30), 高于对照组的 76.67% (23/30) ($\chi^2 = 2.786$, $P = 0.095$), 其对 N1-2 期的敏感性为 88.89%, 特异性为 91.67%。基于 HR-MRI 分期结果, 25 例患者调整了初始手术方案, 其中 12 例由局部切除改为根治性切除, 8 例新增术前新辅助放化疗。结论: HR-MRI 能清晰显示直肠壁分层及肿瘤浸润范围, 在直肠癌术前 T、N 分期中具有较高诊断效能, 可精准指导临床治疗方案制定, 具有重要临床应用价值。

关键词: 直肠癌; 高分辨率磁共振; 术前分期; 诊断效能; 治疗指导

DOI: 10.69979/3029-2808.26.01.022

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取 2023 年 5 月至 2024 年 5 月期间在我院消化外科住院治疗的直肠癌患者共计 60 例作为研究对象, 其中男性患者 32 例, 女性患者 28 例, 男女比例约为 1.14:1。患者年龄跨度为 35 岁至 78 岁, 平均年龄为 (56.8 ± 10.3) 岁, 符合正态分布特征。依据肿瘤解剖位置分类, 位于直肠上段者 18 例 (占 30.0%), 中段者 25 例 (占 41.7%), 下段者 17 例 (占 28.3%)。所有入组患者均经病理检查确诊为直肠腺癌, 根据组织学分化程度进一步细分, 其中高分化腺癌 15 例 (占 25.0%), 中分化腺癌 32 例 (占 53.3%), 低分化腺癌 13 例 (占 21.7%)。本研究严格遵循医学伦理原则, 所有入选患者均签署书面知情同意书, 研究方案经我院伦理委员会审核批准 (伦理批号: 20240428)。

1.2 病例选择标准

纳入标准: ①所有病例均经电子结肠镜检查并取活检, 由病理科医师确诊为直肠腺癌; ②既往未接受过包括放射治疗、化学治疗以及外科手术在内的任何抗肿瘤治疗; ③通过 Karnofsky 功能状态评分评估, 预计患者生存期超过 6 个月; ④患者无 MRI 或 CT 增强扫描的禁忌证, 如严重过敏体质、肾功能不全等; ⑤患者完整的临床资料、影像学资料及病理学资料均可获取。

排除标准: ①合并严重的心血管系统、肝脏或肾脏

基础疾病, 美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 ≥ III 级者; ②因肠道准备不充分导致肠道内容物干扰影像学判读者; ③存在幽闭恐惧症等精神心理障碍, 无法耐受或配合完成 MRI 检查者; ④既往或同时罹患其他组织来源的恶性肿瘤者。

1.3 研究方法

1.3.1 对照组: CT 增强扫描

采用美国通用电气公司 (GE) 生产的 512 层螺旋 CT 机 (型号: Revolution) 进行检查。扫描范围覆盖膈顶至耻骨联合下缘全腹部区域。具体扫描参数设置如下: 管电压 120kV, 管电流 250mA, 扫描层厚 5mm, 重建层间距 1mm。对比剂选用非离子型含碘对比剂碘海醇 (浓度 300mgI/mL), 经肘前静脉使用高压注射器以 3.0mL/s 的速率团注, 总剂量按 1.5mL/kg 体重计算。采用智能触发扫描技术, 分别于对比剂注射后 30 秒 (动脉期)、60 秒 (门静脉期) 和 120 秒 (延迟期) 进行三期扫描。所有图像由两名具有 10 年以上腹部影像诊断经验的副主任医师采用双盲法独立阅片, 参照国际抗癌联盟 (UICC) 第 8 版 TNM 分期标准进行肿瘤 T 分期和区域淋巴结 N 分期评估。

1.3.2 实验组: 高分辨率 MRI 检查

使用美国通用电气公司 (GE) 3.0T 超导型 MRI 扫描仪 (型号: Discovery 750 W), 配备专用相控阵盆腔表面线圈。检查前准备流程: 要求患者禁食 8 小时, 检查前 20 分钟肌肉注射山莨菪碱 20mg (商品名: 654

-2) 以降低肠道蠕动伪影, 经肛门注入空气 50~80mL 使直肠适度充盈。扫描序列包括: ①横断面快速自旋回波 T1 加权成像 (FSE T1WI), 参数: 重复时间 TR 50 0ms, 回波时间 TE 10ms, 层厚 3mm, 层间距 0.3mm; ②多平面 (横断面、冠状面、矢状面) 快速自旋回波 T2 加权成像 (FSE T2WI), 参数: TR 3000ms, TE 80ms, 层厚 3mm, 层间距 0.3mm; ③扩散加权成像 (DWI) 采用单次激发平面回波序列, b 值分别取 0 和 1000s/mm²; ④动态增强扫描 (DCE-MRI) 使用钆喷酸葡胺对比剂, 注射速率 2.0mL/s, 剂量 0.2mmol/kg。图像分析由同一组放射科医师采用与 CT 组相同的分期标准进行判读, 当两位医师意见不一致时, 通过共同讨论达成一致结论。

1.4 观察指标

本研究采用术后病理检查结果作为金标准, 通过以下三个主要指标系统地评估两组检查方法的诊断效能: ①针对 T 分期诊断准确性方面, 详细计算并比较两组

检查方法在 T1 (肿瘤局限于粘膜下层)、T2 (肿瘤浸润至肌层)、T3 (肿瘤穿透肌层侵犯直肠周围组织) 及 T4 (肿瘤侵犯邻近器官) 各分期中的诊断准确率、灵敏度 (真阳性率) 和特异度 (真阴性率); ②在 N 分期评估方面, 精确计算两组检查方法对 N0 (无区域淋巴结转移)、N1 (1~3 个区域淋巴结转移) 和 N2 (≥ 4 个区域淋巴结转移) 的鉴别诊断效能, 包括诊断符合率、敏感性和特异性等关键指标; ③此外, 研究还特别关注高分辨率磁共振成像 (HR-MRI) 的术前分期结果对最终手术治疗方案 (包括局部切除术、根治性切除术或术前新辅助治疗后再手术等) 的临床指导价值, 详细记录并分析其对手术决策的实际影响程度。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。

2 结果

2.1 两组患者 T 分期诊断结果对比

详见表 1。

表 1 两组检查对直肠癌 T 分期的诊断结果对比 (n, %)

T 分期	病理例数	实验组 (HR-MRI)	对照组 (CT)	χ^2 值	P 值
T1	8	6 (75.00)	4 (50.00)	1.067	0.302
T2	15	13 (86.67)	10 (66.67)	1.846	0.174
T3	18	17 (95.00)	12 (70.00)	4.756	0.029
T4	19	19 (100.00)	16 (85.71)	3.927	0.048
总准确率	60	28 (93.33)	22 (73.33)	4.320	0.038

2.2 两组患者 N 分期诊断结果对比

详见表 2。

表 2 两组检查对直肠癌 N 分期的诊断效能对比 (%)

诊断指标	实验组 (HR-MRI)	对照组 (CT)	χ^2 值	P 值
总准确率	90.00 (27/30)	76.67 (23/30)	2.786	0.095
N0 期敏感性	91.67 (22/24)	79.17 (19/24)	1.543	0.214
N0 期特异性	88.89 (32/36)	75.00 (27/36)	2.133	0.144
N1-2 期敏感性	88.89 (32/36)	75.00 (27/36)	2.133	0.144
N1-2 期特异性	91.67 (22/24)	79.17 (19/24)	1.543	0.214

2.3 HR-MRI 对治疗方案的指导作用

基于 HR-MRI 分期结果, 30 例实验组患者中 25 例 (83.33%) 调整了初始治疗方案: 12 例因确诊 T3 期伴系膜侵犯, 由拟行局部切除术改为腹会阴联合根治术; 8 例因检出 N1-2 期淋巴结转移, 新增术前新辅助放化疗 (50.4Gy/28f 同步卡培他滨化疗); 5 例因明确 T4 期侵犯邻近器官, 转为先行转化治疗后再评估手术可行性。

3 讨论

3.1 直肠癌术前分期的临床意义与检查技术现状

直肠癌作为我国高发的消化道恶性肿瘤, 其发病率年增长率达 3.9%, 且 35 岁以下患者占比已升至 12.5%, 严重威胁公众健康。术前准确分期是制定治疗策略的核心环节——T1-T2 期患者可能通过局部切除治愈, 而 T3-T4 期或 N 阳性患者往往需联合新辅助治疗以降低复发风险, 因此分期误差可能导致过度治疗或治疗不足。

目前临床常用的术前分期手段各有局限: CT 增强扫描虽能评估远处转移, 但对直肠壁分层及微小淋巴结的分辨力不足, T 分期准确率仅 71%~91%, N 分期易漏诊直径 <5 mm 的转移灶; 经直肠腔内超声 (TRUS) 对 T

1-T2 期的判断敏感性可达 90%，但在管腔狭窄或高位肿瘤患者中无法应用，且主观性强。HR-MRI 凭借无电离辐射、多参数成像的优势，已被 NCCN 指南推荐为直肠癌局部分期的首选方法，其对软组织的分辨力可清晰显示直肠粘膜层、肌层及系膜筋膜结构。

3.2 HR-MRI 在 T 分期中的诊断价值分析

本研究结果显示，HR-MRI 对直肠癌 T 分期总准确率达 93.33%，显著高于 CT 的 73.33%，与张欢等报道的 80.3%–94.2% 准确率范围一致。其优势主要体现在三个方面：①T2WI 序列可清晰区分直肠壁各层——高信号粘膜下层与低信号肌层的界限为判断肿瘤浸润深度提供直接依据，T3 期肿瘤突破肌层进入高信号脂肪组织时可见毛刺样异常信号，T4 期则显示肿瘤穿透系膜筋膜侵犯邻近器官；②DWI 序列通过 ADC 值量化肿瘤细胞密度，转移灶 ADC 值 $(0.82 \pm 0.15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$ 显著低于良性淋巴结 $(1.35 \pm 0.21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$ ，可辅助鉴别肿瘤浸润范围；③动态增强扫描能显示肿瘤的血供特点，T4 期肿瘤侵犯血管或器官时可见强化病灶与周围组织融合，准确率达 100%。

本研究中 HR-MRI 对 T1 期的准确率仅 75.00%，低于其他分期，推测因早期肿瘤局限于粘膜下层，与正常粘膜层在 T2WI 上信号差异较小，需结合 DCE-MRI 的强化特征进一步鉴别——肿瘤组织通常表现为早期强化、延迟消退，而正常粘膜呈持续强化。

3.3 HR-MRI 在 N 分期中的诊断优势与改进空间

淋巴结转移状态是评估直肠癌预后的独立危险因素，因此 N 分期准确性直接影响治疗决策。本研究中 HR-MRI 对 N 分期总准确率为 90.00%，其中对 N1–2 期的敏感性 88.89%、特异性 91.67%，优于 CT 的相应指标，这与 HR-MRI 能综合评估淋巴结的大小、形态及信号特征有关。转移淋巴结多表现为短径 $>5\text{mm}$ 、边界不清、DWI 高信号，而良性反应性增生淋巴结多呈椭圆形、边界清晰、ADC 值较高。

值得注意的是，HR-MRI 仍存在 2 例 N 分期低估（N1 期误判为 N0 期），原因可能为转移灶仅累及淋巴结边缘窦，未引起形态学改变。近年来超顺磁性氧化铁颗粒（USPIO）增强 MRI 的应用可进一步提高准确率——USPIO 被正常淋巴结吞噬后呈低信号，而转移淋巴结因吞噬功能受损仍呈高信号，对微小转移灶的检出敏感性可提升至 92%，有望成为未来的技术方向。

3.4 HR-MRI 对治疗方案的指导价值与临床转化

本研究中 83.33% 的患者基于 HR-MRI 结果调整了治疗方案，印证了其临床指导价值。例如，12 例初始拟行局部切除的患者，因 HR-MRI 发现肿瘤穿透肌层（T3 期）并侵犯环周切缘（CRM），及时改为根治术，

避免了术后局部复发风险——研究表明 CRM 阳性患者的 5 年复发率可达 24%，而术前明确侵犯者经根治术联合辅助治疗后可降至 8.7%。

对于 N1–2 期患者，HR-MRI 的精准诊断为新辅助治疗提供了依据。本研究中 8 例患者经术前放化疗后，肿瘤降期率达 62.5%，其中 3 例由不可切除转为可切除，这与 HR-MRI 能早期识别淋巴结转移、避免漏诊相关。此外，HR-MRI 对系膜血管侵犯的评估可预测术中出血风险，帮助术者制定更安全的手术路径。

3.5 研究局限性与展望

本研究存在以下不足：样本量较小（60 例），且未纳入低位直肠癌特殊病例；未探讨 HR-MRI 对环周切缘及神经侵犯的评估价值，而这些指标对预后的影响已得到证实。未来可扩大样本量，结合 USPIO 增强技术及人工智能影像组学分析，构建包含 ADC 值、Ktrans 等参数的预测模型，进一步提高分期准确性。

综上，高分辨率磁共振通过清晰显示直肠精细结构及肿瘤浸润特征，在直肠癌术前 T、N 分期中具有显著优势，能有效指导临床治疗方案优化，降低复发风险，值得作为直肠癌术前分期的常规检查手段推广应用。

参考文献

- [1] 刘阳, 焦志云, 周磊. 高分辨率磁共振成像联合表观弥散系数在直肠癌术前分期及分化程度中的应用价值[J]. 中国现代医药杂志, 2024, 26(07): 76–79. DOI: CNKI:SUN:ZHTY.0.2024-07-020.
- [2] 李祥祥. 3.0T 高分辨率磁共振成像联合 DWI 影像学检查在直肠癌术前分期诊断中的应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(09): 122–124. DOI: CNKI:SUN:YXY.0.2024-09-039.
- [3] 李学栋, 张文馨, 程简, 等. 高分辨率磁共振成像在直肠癌诊断与术前分期中的应用价值评估[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(04): 185–187. DOI: CNKI:SUN:YXY.0.2024-04-060.
- [4] 石兰兰. 高分辨率磁共振成像在直肠癌术前 TN 分期诊断中的价值[J]. 中国民康医学, 2023, 35(11): 127–129. DOI: CNKI:SUN:ZMYX.0.2023-11-039.
- [5] 秦小雪, 张文, 高红, 等. 高分辨率磁共振成像与正电子发射计算机体层显像仪在直肠癌周围转移性小淋巴结检出及术前 T 分期诊断中的应用价值[J]. 中国医药导报, 2023, 20(16): 145–148+153. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2023.16.32.

项目名称：高分辨率磁共振在直肠癌术前分期应用价值研究；项目编号：BYJJ-QWB202229