

高分辨磁共振成像评估老年直肠癌壁外血管侵犯与 肿瘤淋巴结转移的关系

孙士鹤, 柴亚欣, 侯艳娟, 景会丽, 刘 芬

(新乡市中心医院(新乡医学院第四临床学院), 河南 新乡 453000)

[摘要] 目的:探讨高分辨磁共振成像(HR-MRI)评估老年直肠癌(Rectal cancer, RC)壁外血管侵犯(EMVI)与肿瘤淋巴结转移的关系。方法:选取 2020 年 1 月—2023 年 12 月我院收治的 184 例老年 RC 患者作为研究对象,采用 HR-MRI 技术评估患者是否出现 EMVI 阳性,分析 T 分期与 HR-MRI 检测到的 EMVI 阳性率之间的相关性。为进一步研究,将老年 RC 患者分为淋巴结转移组和非淋巴结转移组,通过单因素和多因素 Logistic 回归分析确定淋巴结转移的影响因素。采用 ROC 曲线分析影像学技术对淋巴结转移的预测价值。结果:T4 分期中 HR-MRI-EMVI 的阳性比例显著高于 T3、T2 及 T1 分期($P<0.05$),且 T3 分期中 HR-MRI-EMVI 的阳性比例亦高于 T2 和 T1 分期($P>0.05$)。在 184 例 RC 患者中,依据术后病理组织学的检查结果,将患者分为淋巴结转移组($n=66$)和非淋巴结转移组($n=118$)两组。统计分析结果显示,T 分期、肿瘤直径、分化程度、HR-MRI-EMVI 阳性、脉管浸润和神经侵犯等指标在两组间存在显著差异,具有统计学意义($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示以下因素为老年 RC 患者淋巴结转移的显著危险因素($P<0.05$):HR-MRI-EMVI 阳性($OR=1.680, 95\%CI: 1.243\sim 2.272$)、脉管浸润($OR=1.919, 95\%CI: 1.264\sim 2.914$)、神经侵犯($OR=1.680, 95\%CI: 1.162\sim 2.429$)、T 分期($OR=1.559, 95\%CI: 1.235\sim 1.968$)、肿瘤直径($OR=1.791, 95\%CI: 1.159\sim 2.768$)和分化程度($OR=1.808, 95\%CI: 1.030\sim 3.173$)。ROC 曲线分析结果显示,HR-MRI-EMVI 阳性的曲线下面积(AUC)为 0.632(95%CI:0.547~0.717)、脉管浸润的 AUC 为 0.809(95%CI:0.743~0.875)、神经侵犯的 AUC 为 0.662(95%CI:0.576~0.747)、分化程度的 AUC 为 0.607(95%CI:0.519~0.694)、肿瘤直径的 AUC 为 0.581(95%CI:0.495~0.668)、T 分期的 AUC 为 0.632(95%CI:0.552~0.713),回归分析的 AUC 为 0.964(95%CI:0.940~0.988),显著高于任一单一诊断指标的 AUC,表明该回归模型具有较好的预测价值。结论:HR-MRI 技术在评估老年 RC 患者 EMVI 方面具有较高价值,且 T 分期与 HR-MRI-EMVI 阳性率显著相关,多项临床病理因素被确定为老年 RC 患者淋巴结转移的危险因素,综合考虑这些因素可提高淋巴结转移的预测准确性,提示 HR-MRI 技术结合临床病理因素可作为评估老年 RC 患者淋巴结转移风险的有效手段。

[关键词] 直肠肿瘤;肿瘤转移;磁共振成像

[中图分类号] R735.37;R445.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-1062(2024)12-0861-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.12.006

High-resolution magnetic resonance imaging for assessing the correlation between extramural vascular invasion and tumor lymph node metastasis in elderly rectal cancer patients

SUN Shi-he, CHAI Ya-xin, HOU Yan-juan, JING Hui-li, LIU Fen

(Xinxiang Central Hospital(The Fourth Clinical College of Xinxiang Medical College), Xinxiang Henan 453000, China)

Abstract: Objective: To explore the high-resolution magnetic resonance imaging (HR-MRI) for assessing the correlation between extramural vascular invasion(EMVI) and tumor lymph node metastasis in elderly rectal cancer(RC) patients. **Methods:** A total of 184 elderly RC patients admitted to our hospital from October 2020 to August 2023 were selected as the research subjects. HR-MRI technology was used to evaluate whether the patients were EMVI positive, and the correlation between T stage and EMVI positive rate detected by HR-MRI was analyzed. For further study, elderly RC patients were divided into lymph node metastasis group and non-lymph node metastasis group, and the influencing factors of lymph node metastasis were determined by univariate and multivariate logistic regression analysis. In addition, the ROC curve was used to analyze the predictive value of imaging technology for lymph node metastasis. **Results:** The positive proportion of HR-MRI scores in T4 stage was significantly higher than that in T3, T2 and T1 stages($P<0.05$), and the positive proportion of HR-MRI scores in T3 stage was also higher than that in T2 and T1 stages ($P>0.05$). Among 184 RC patients, the patients were divided into two groups based on postoperative histopathological examination results: lymph node metastasis group ($n=66$) and non-lymph node metastasis group ($n=118$). Statistical analysis results showed that there were significant differences between the two groups in indicators such as T stage, tumor diameter, degree of differentiation, HR-MRI-EMVI positivity, vascular invasion and nerve invasion ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that the following factors were significant risk factors for lymph node metastasis in elderly RC patients($P<0.05$): HR-MRI-EMVI positivity($OR=1.680, 95\%CI: 1.243\sim 2.272$), vascular invasion($OR=$

[收稿日期] 2024-11-29

[作者简介] 孙士鹤(1985-),男,河南新乡人,主治医师。E-mail:sunyy147@126.com

[通信作者] 孙士鹤,新乡市中心医院(新乡医学院第四临床学院),453000。E-mail:sunyy147@126.com

[基金项目] 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20210902)。

1.919, 95%CI: 1.264~2.914), nerve invasion($OR=1.680$, 95%CI: 1.162~2.429), T stage($OR=1.559$, 95%CI: 1.235~1.968), tumor diameter($OR=1.791$, 95%CI: 1.159~2.768) and degree of differentiation($OR=1.808$, 95%CI: 1.030~3.173). ROC showed that the AUC of HR-MRI-EMVI positivity was 0.632 (95%CI: 0.547~0.717), the AUC of vascular invasion was 0.809 (95%CI: 0.743~0.875), the AUC of nerve invasion was 0.662 (95%CI: 0.576~0.747), the AUC of differentiation degree was 0.607 (95%CI: 0.519~0.694), the AUC of tumor diameter was 0.581 (95%CI: 0.495~0.668), the AUC of T stage was 0.632 (95%CI: 0.552~0.713), and the AUC of the regression analysis was 0.964 (95%CI: 0.940~0.988), which was significantly higher than the AUC of any single diagnostic indicator, indicating that the regression model has good predictive value. **Conclusion:** HR-MRI technology has high value in assessing EMVI in elderly RC patients, and T stage is significantly related to the positive rate of HR-MRI-EMVI. A number of clinicopathological factors have been identified as risk factors for lymph node metastasis, and considering these factors comprehensively can improve the prediction accuracy of lymph node metastasis. This suggests that HR-MRI technology combined with clinicopathological factors can be an effective means to assess the risk of lymph node metastasis in elderly patients with RC.

Key words: Rectal Neoplasms; Neoplasm Metastasis; Magnetic Resonance Imaging

直肠癌(Rectal cancer, RC)作为一种消化系统内频发的恶性肿瘤,在老年群体中的发病率显著增高,伴随人口老龄化趋势的加剧,老年患者的发病率与死亡率逐年攀升,对个体的健康状态及生活质量构成了严峻挑战^[1-2]。RC 的临床表现复杂多变,涵盖便血、排便习性改变、腹痛及体质量减轻等症状。RC 进展至晚期阶段,患者还可能面临肠梗阻及肿瘤远端转移的严峻局面,因此 RC 的早期识别与精确分期对于优化治疗规划、改善疾病预后具有重要价值^[3-4]。尽管当前在 RC 评估领域已取得一定进展,但在识别壁外血管侵犯(Extramural vascular invasion, EMVI)及肿瘤淋巴结转移等关键病理特征时,仍面临技术挑战^[5]。EMVI 作为评估直肠癌侵袭潜能与转移风险的重要指标,其准确评估不仅关乎肿瘤分期的精准性,更直接影响到治疗策略的制定与疗效的提升^[6]。此外,淋巴结转移作为 RC 病情扩展的主要途径之一,其存在与否直接关系到患者的预后状况^[7]。在 RC 的诊断与评估过程中,内窥镜检查、病理组织学检查及影像学手段(如 CT、MRI)扮演着核心角色。然而,这些传统方法在捕捉微小病灶及早期侵袭迹象方面存在局限性^[8-9]。高分辨磁共振成像(HR-MRI)技术的引入,以其卓越的软组织分辨力与多参数成像特性,为 RC 及其毗邻结构的精细描绘提供可能,有助于深化对肿瘤侵袭范围与转移态势的理解。尽管如此,HR-MRI 在老年 RC 患者中的具体应用效能与临床价值尚需通过深入研究加以阐明^[10-11]。鉴于此,本研究聚焦于运用 HR-MRI 技术对老年 RC 患者的 EMVI 状况进行系统性评估,并进一步探究其与肿瘤淋巴结转移之间的潜在关联,旨在为临床实践提供更为精准的诊断依据,促进个体化治疗方案的制定与实施。

1 资料与方法

1.1 一般资料

经医院伦理审查委员会批准后,本研究纳入 2020 年 1 月—2023 年 12 月我院收治的 184 例老年 RC 患者作为研究样本,均为腺癌,其中男 116 例(占 63.04%),女 68 例(占 36.96%),年龄 60~89 岁,平均(70.39±6.25)岁,符合正态分布特征。在肿瘤的分化程度上,低分化 32 例(占 17.39%)、中分化 150 例(占 81.52%)、高分化 2 例(占 1.09%)。

纳入标准:①年龄≥60 岁的老年群体,需具备正常认知功能及有效沟通能力。②患者为首次因 RC 相关临床表现入院,经病理组织学检查确诊为 RC,且身体条件能够耐受手术切除的干预^[12]。③受试者需能够耐受并自愿接受 HR-MRI 检查,该检查需在手术前完成,且患者入院前未接受任何形式的抗肿瘤治疗。④患者具备全面的临床病史记录、规范的实验室检验报告及详尽的影像学资料。⑤获得患者本人或其法定代理人的正式知情同意,符合伦理审查标准。排除标准:①患有其他恶性肿瘤或伴有严重并发症的患者,如重度心脏疾病、肝功能不全等。②存在 HR-MRI 检查禁忌症者,包括但不限于体内金属植入物、极端幽闭恐惧症以及对 MRI 造影剂产生过敏反应的患者。③既往接受过 RC 放疗或化疗治疗的患者,因其可能影响 HR-MRI 评估的准确性和可靠性。④因技术性因素(如患者无法维持静止状态、呼吸运动伪影等)导致 HR-MRI 图像质量显著降低,无法进行有效医学评估的病例。⑤具有重大外伤史,特别是有近期腹部及盆腔手术史的患者。⑥研究团队基于专业判断,认为存在其他不宜纳入研究的情况,如患者预计生存期过短,难以完成全程随访等。

1.2 HR-MRI

在检查准备阶段,患者接受肠道清洁处理,即灌肠操作,随后利用 GE 公司生产的 SIGNA Pioneer 3.0T MR 系统配备体部相控阵线圈进行扫描。扫描主要序列及具体扫描参数如下:FRPROP 序列,矢状位 T₂WI 扫描:TR=4 736.0 ms,TE=78.6 ms,层厚 4 mm,

激励次数 1.52,层间距 1 mm,FOV 28 cm×28 cm,采集矩阵 352×352,聚焦脉冲的翻转角度 110°;FRPROP 序列,高分辨率轴位 T₂WI 扫描:TR=5 340 ms,TE=92.8 ms,层厚 3.5 mm,激励次数 2.52,层间距 0.5 mm,FOV 20 cm×20 cm,采集矩阵 320×320,聚焦脉冲的翻转角度 110°;FSE 序列,轴位 T₁WI 扫描:TR=490 ms,TE=8.6 ms,层厚 3.5 mm,激励次数 1,层间距 0.5 mm,FOV 20 cm×20 cm,采集矩阵 384×288;SE/EPI 序列,轴位 DWI 扫描:TR=5 000 ms,TE=79.9 ms,层厚 3.5 mm,激励次数 8,层间距 0.5 mm,FOV 26 cm×13 cm,采集矩阵 100×50;FRPROP 序列,冠状位 T₂WI 扫描:TR=5 340 ms,TE=92.4 ms,层厚 3.5 mm,激励次数 2.52,层间距 0.5 mm,FOV 20 cm×20 cm,采集矩阵 320×320,聚焦脉冲的翻转角度 110°;M3D 序列,动态增强 LAVA 扫描:TR=5.7 ms,TE=1.8 ms,层厚 3 mm,激励次数 0.7,FOV 32 cm×25.6 cm,矩阵 288×224,聚焦脉冲的翻转角度 12°。

在完成相关检查后,由至少 3 名医生组成的团队(包括 1 名副主任医师和 1 名主治医师)共同进行诊断。随后,他们根据 EMVI 评分标准进行评分:若肠壁出现非结节状肿瘤突出,且肿瘤周围未观察到血管,则评定为 0 分;若肠壁呈现结节状或条索状(微小)肿瘤突出,且肿瘤周围未观察到血管,则评定为 1 分;若肠壁外可见条索状肿瘤,血管直径未见异常,且无显著肿瘤信号影,则评定为 2 分;若肠壁外未见明显血管扩张,但可观察到肿瘤信号影,且在增强扫描时可见充盈缺损影,则评定为 3 分;若肠壁外血管呈现不规则或结节状明显扩张,且可见肿瘤信号影,则评定为 4 分。依据此评分标准,3~4 分判定为 EMVI 阳性,0~2 分判定为 EMVI 阴性^[13],本研究中 EMVI 阳性为 72 例,EMVI 阴性为 112 例。

收集 RC 患者的基线资料,包括性别、年龄、基础疾病状况(高血压、糖尿病)、吸烟史、饮酒史、T 分期、肿瘤直径、分化程度、病理类型、脉管浸润和神经侵犯等。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析,计数资料以(n(%))表示,行 χ^2 检验进行比较;当 N \geq 40、T 为 1~<5 时行校正卡方检验,两两比较行分割方差分析;计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,行 *t* 检验进行比较;多因素分析行 Logistic 回归分析;采用受试者工作特征(ROC)曲线比较诊断效能。以 *P*<0.05 作为统计学上的显著差异标准。

2 结果

2.1 HR-MRI-EMVI 阳性率与 T 分期的相关性

T4 分期中 HR-MRI-EMVI 的阳性率为 66.67% (6/9),显著高于 T3(48.46% (63/130))、T2(8.82% (3/34))及 T1 分期(0% (0/11))(*P*<0.05),且 T3 分期中 HR-MRI-EMVI 的阳性比例亦高于 T2 和 T1 分期(*P*>0.05)(图 1,2)。

2.2 淋巴结转移组和非淋巴结转移组的基线资料比较

在 184 例 RC 患者中,依据术后病理组织学的检查结果,将患者分为淋巴结转移组(*n*=66)和非淋巴结转移组(*n*=118)两组。统计分析结果显示,T 分期、肿瘤直径、分化程度、HR-MRI-EMVI 阳性、脉管浸润和神经侵犯等指标在两组间存在显著差异,具有统计学意义(*P*<0.05)。

2.3 RC 患者发生淋巴结转移的 Logistic 回归分析

将单因素分析差异具有统计学意义的指标作为自变量,以是否发生淋巴结转移作为因变量,进行 Logistic 回归分析。结果显示以下因素为老年 RC 患者淋巴结转移的显著危险因素(*P*<0.05):HR-MRI-EMVI 阳性(*OR*=1.680,95%CI:1.243~2.272)、脉管浸润(*OR*=1.919,95%CI:1.264~2.914)、神经侵犯(*OR*=1.680,95%CI:1.162~2.429)、T 分期(*OR*=1.559,95%CI:1.235~1.968)、肿瘤直径(*OR*=1.791,95%CI:1.159~2.768)和分化程度(*OR*=1.808,95%CI:1.030~3.173)。赋值见表 1,Logistic 回归分析见表 2。

2.4 老年 RC 患者淋巴结转移诊断效能

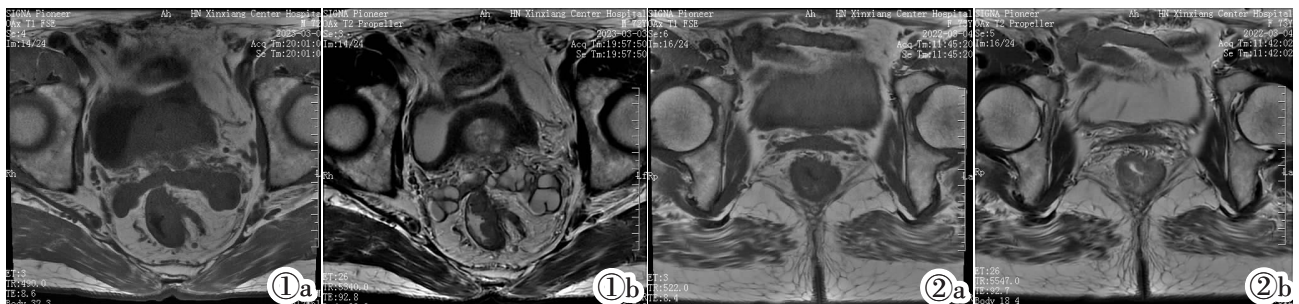


图 1 EMVI 阳性图像(T₂高分辨序列,肠壁外血管呈现不规则明显扩张,且可见肿瘤信号影)。图 2 EMVI 阴性图像(T₂高分辨序列,血管直径未见异常,且无显著肿瘤信号影)。

Figure 1. Typical image of EMVI positive (T₂ high-resolution sequence, the blood vessels outside the intestinal wall show irregular and obvious expansion, and tumor signal shadows can be seen). Figure 2. Typical EMVI negative image (T₂ high-resolution sequence, no abnormalities in blood vessel diameter, and no significant tumor signal).

表 1 变量赋值

因素	变量	赋值
发生淋巴结转移	Y	“否”=0,“是”=1
HR-MRI-EMVI	X1	“阴性”=0,“阳性”=1
脉管浸润	X2	“否”=0,“是”=1
神经侵犯	X3	“否”=0,“是”=1
T 分期	X4	“T1”=1,“T2”=2,“T3”=3,“T4”=4
肿瘤直径	X5	持续变量
分化程度	X6	“高分化”=1,“中分化”=2,“低分化”=3

将 HR-MRI-EMVI 阳性、脉管浸润、神经侵犯、T 分期、肿瘤直径、分化程度作为检验变量,以是否发生淋巴结转移作为状态变量,绘制 ROC 曲线,其

中 Y 轴表示灵敏度,X 轴表示“1-特异度”。结果显示,各检验变量的曲线下面积(AUC)及 95%CI 如下:HR-MRI-EMVI 阳性的 AUC 为 0.632 (95%CI: 0.547~0.717)、脉管浸润的 AUC 为 0.809 (95%CI: 0.743~0.875)、神经侵犯的 AUC 为 0.662 (95%CI: 0.576~0.747)、分化程度的 AUC 为 0.607 (95%CI: 0.519~0.694)、肿瘤直径的 AUC 为 0.581 (95%CI: 0.495~0.668)、T 分期的 AUC 为 0.632 (95%CI: 0.552~0.713),回归分析的 AUC 为 0.964 (95%CI: 0.940~0.988),显著高于任一单一诊断指标的 AUC,表明该回归模型具有较好的预测价值(图3)。

表 2 老年 RC 患者发生淋巴结转移的 Logistic 回归分析

因素	β	S.E.	Wald	P 值	OR 值	95%CI
HR-MRI-EMVI 阳性	0.519	0.154	11.358	0.001	1.680	1.243~2.272
脉管浸润	0.652	0.213	9.370	0.002	1.919	1.264~2.914
神经侵犯	0.519	0.188	7.621	0.006	1.680	1.162~2.429
T 分期	0.444	0.119	13.921	0.000	1.559	1.235~1.968
肿瘤直径	0.583	0.222	6.897	0.009	1.791	1.159~2.768
分化程度	0.592	0.287	4.255	0.039	1.808	1.030~3.173
常数项	-0.569	0.174	10.694	-	-	-

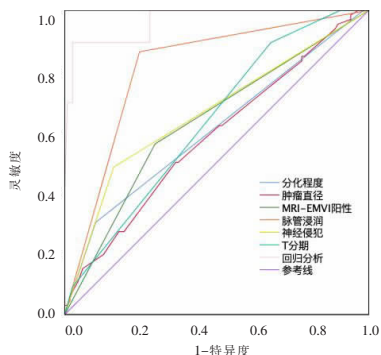


图 3 老年 RC 患者淋巴结转移的诊断效能。

Figure 3. Diagnostic efficacy of lymph node metastasis in elderly patients with RC.

3 讨论

EMVI 是 RC 关键的病理学特征,具体表现为癌细胞突破肠壁肌层并侵入邻近血管。其临床表现多样但往往隐匿,难以通过直接观察发现,主要依赖术后病理组织学检查进行确诊^[14]。EMVI 与患者预后紧密相关,是预测 RC 复发和转移风险的重要生物标志物,因而深入研究 EMVI 对于优化 RC 治疗策略、提升患者生存率具有重要意义^[15]。然而,当前 EMVI 的检测主要依赖于术后病理组织学检查,限制了其在临床决策中的即时应用,由于术前无法准确评估 EMVI 状态,治疗策略的制定可能缺乏充分依据,因此迫切需要一种能在术前有效检测 EMVI 的技术^[16]。HR-MRI 技术凭借其出色的软组织分辨率和无创

性,有望实现对 EMVI 的精准术前评估,利用该技术可在术前清晰地观察到肿瘤与周围血管的关系,从而更准确地判断 EMVI 的存在与否,为制定更合理的治疗方案提供重要参考^[17]。本研究结果显示,T4 分期中 HR-MRI-EMVI 的阳性比例显著高于 T3、T2 及 T1 分期 ($P < 0.05$),并且 T3 分期的 HR-MRI-EMVI 的阳性比例亦高于 T2 和 T1 分期 ($P > 0.05$),提示 HR-MRI 技术在评估肿瘤分期方面具有独特的优势,能够更准确地识别出处于不同发展阶段的肿瘤。HR-MRI 技术凭借其提供的高分辨率图像,能够更清晰地揭示肿瘤与周边组织的解剖关联及肿瘤内部的细微结构变动,可更精确地评估肿瘤的大小、形态、边界、是否累及邻近血管或淋巴管,进而实现对肿瘤分期的准确判断。针对 T3、T4 期肿瘤,因其已侵及肌层或浆膜层,此类侵犯在 HR-MRI 图像上可能呈现更为显著的信号异常或结构改变,故 HR-MRI-EMVI 的阳性率随之升高。相较之下,T2 和 T1 期肿瘤的侵犯程度较轻,在 HR-MRI 图像上的异常表现或许不那么显著,因此阳性率相对较低^[18]。

本研究结果显示,HR-MRI 技术在 EMVI 检测方面展现出卓越的效能,该技术通过运用局部小视野与薄层扫描策略,显著提升空间分辨率,使直肠壁的多层结构及肿瘤与直肠系膜筋膜之间的位置关系得以清晰呈现。此高分辨率特性有助于精准识别肿瘤与周边血管间的细微变化,例如血管轮廓的不规则形态、管腔的异常扩张现象、肿瘤信号对血管内流

空信号的取代情况。此外,HR-MRI 不仅提供了详尽的解剖结构图像,还融合了诸如扩散加权成像、动态增强 MRI 等多种功能成像技术,能够定量提供关于肿瘤血流灌注状态、水分子扩散特性等生理特征的信息,从而进一步增强 EMVI 检测的准确性^[19-20]。研究显示^[21],EMVI 与淋巴结转移之间存在着紧密的关联性,二者均可作为评估癌细胞侵袭能力及肿瘤恶性程度的重要指标,淋巴结转移是 RC 中常见的转移途径,而 EMVI 作为癌细胞侵犯血管的明确标志,预示着癌细胞具有更高的通过血液循环扩散至淋巴结或其他远端器官的风险,从而可能加速疾病的进展。本研究结果进一步表明,EMVI 是淋巴结转移的重要危险因素,EMVI 为癌细胞提供扩散至淋巴结或其他远端器官的途径,癌细胞一旦侵犯至直肠壁外血管,便可能进入血液循环,增加其在汇流区淋巴结着床并形成新肿瘤灶的风险,且 EMVI 的存在往往与肿瘤的恶性程度和侵袭性增强相关,加剧了淋巴结转移的风险^[22]。此外脉管浸润、神经侵犯、T 分期、肿瘤直径、分化程度是淋巴结转移的危险因素,临床需及早干预,以降低淋巴结转移的风险,改善患者生活质量。

综上所述,HR-MRI 技术在评估老年 RC 患者 EMVI 方面具有较高价值,且 T 分期与 HR-MRI-EMVI 阳性率显著相关,多项临床病理因素被确定为老年 RC 患者淋巴结转移的危险因素,综合考虑这些因素可提高淋巴结转移的预测准确性,提示 HR-MRI 技术结合临床病理因素可作为评估老年 RC 患者淋巴结转移风险的有效手段。

[参考文献]

- [1]Benson AB, Venook AP, Al-Hawary MM, et al. Rectal cancer, version 2.2022, nccn clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2022, 20(10): 1139-1167.
- [2]Qin P, Chen H, Wang Y, et al. Cancer-associated fibroblasts undergoing neoadjuvant chemotherapy suppress rectal cancer revealed by single-cell and spatial transcriptomics [J]. Cell Rep Med, 2023, 4(10): 101231.
- [3]Randhawa SE, Tenner L. Survivorship in early-stage rectal cancer patients who have received combined modality therapy [J]. Clin Colorectal Cancer, 2023, 22(4): 375-382.
- [4]Paroder V, Fraum TJ, Nougaret S, et al. Key clinical trials in rectal cancer shaping the current treatment paradigms: reference guide for radiologists[J]. Abdom Radiol(NY), 2023, 48(9): 2825-2835.
- [5]Di Fabio F, Allievi N, Lord A, et al. MRI-predicted extramural vascular invasion and tumour deposit are main predictors of disease-free survival in patients undergoing surgical resection for rectal cancer[J]. BJS Open, 2024, 8(1): zrad139.
- [6]Zhu Z, Mao M, Song A, et al. Study on the diagnostic value of MDCT extramural vascular invasion in preoperative N staging of gastric cancer patients[J]. BMC Med Imaging, 2024, 24(1): 20.
- [7]Ji H, Hu C, Yang X, et al. Lymph node metastasis in cancer progression: molecular mechanisms, clinical significance and therapeutic interventions[J]. Signal Transduct Target Ther, 2023, 8(1): 367.
- [8]Chen C, Song YL, Wu ZY, et al. Diagnostic value of conventional endoscopic ultrasound for lymph node metastasis in upper gastrointestinal neoplasia: A meta-analysis [J]. World J Gastroenterol, 2023, 29(30): 4685-4700.
- [9]Zhou Y, Xu YK, Geng D, et al. Added value of arterial enhancement fraction derived from dual-energy computed tomography for preoperative diagnosis of cervical lymph node metastasis in papillary thyroid cancer: initial results [J]. Eur Radiol, 2024, 34(2): 1292-1301.
- [10]Zhang ZM, Si QQ, Chen HS, et al. High-resolution magnetic resonance imaging of acute intracranial artery thrombus[J]. Eur J Neurol, 2023, 30(10): 3172-3181.
- [11]Yuan W, Liu X, Yan Z, et al. Association between high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging characteristics and recurrent stroke in patients with intracranial atherosclerotic steno-occlusive disease: A prospective multicenter study[J]. Int J Stroke, 2024, 19(5): 569-576.
- [12]中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会医政医管局,中华医学会儿科分会. 中国结直肠癌诊疗规范(2017年版)[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(10): 1089-1103.
- [13]Zhu Z, Mao M, Song A, et al. Study on the diagnostic value of MDCT extramural vascular invasion in preoperative N staging of gastric cancer patients[J]. BMC Med Imaging, 2024, 24(1): 20.
- [14]Crimi F, Angelone R, Corso A, et al. Diagnostic accuracy of state-of-the-art rectal MRI sequences for the diagnosis of extramural vascular invasion in locally advanced rectal cancer after preoperative chemoradiotherapy: dos or maybes? [J]. Eur Radiol, 2023, 33(10): 6852-6860.
- [15]Bates DDB, Homs ME, Chang KJ, et al. MRI for rectal cancer: staging, mrCRM, EMVI, lymph node staging and post-treatment response[J]. Clin Colorectal Cancer, 2022, 21(1): 10-18.
- [16]Sonal S, Deshpande V, Ting DT, et al. Molecular basis of extramural vascular invasion(EMVI) in colorectal carcinoma[J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29(12): 7372-7382.
- [17]Leijssen LGJ, Dinaux AM, Amri R, et al. Impact of intramural and extramural vascular invasion on stage II ~ III colon cancer outcomes[J]. J Surg Oncol, 2019, 119(6): 749-757.
- [18]Yedavalli V, DiGiacomo P, Tong E, et al. High-resolution structural magnetic resonance imaging and quantitative susceptibility mapping[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2021, 29(1): 13-39.
- [19]Wang PP, Deng CL, Wu B. Magnetic resonance imaging-based artificial intelligence model in rectal cancer [J]. World J Gastroenterol, 2021, 27(18): 2122-2130.
- [20]Avolio PP, Lughezzani G, Fasulo V, et al. Assessing the role of high-resolution microultrasound among naive patients with negative multiparametric magnetic resonance imaging and a persistently high suspicion of prostate cancer [J]. Eur Urol Open Sci, 2022, 47(1): 73-79.
- [21]Wang J, Zhong L, Zhou X, et al. Value of multiphase contrast-enhanced CT with three-dimensional reconstruction in detecting depth of infiltration, lymph node metastasis, and extramural vascular invasion of gastric cancer [J]. J Gastrointest Oncol, 2021, 12(4): 1351-1362.
- [22]Liu L, Liu M, Yang Z, et al. Correlation of MRI-detected extramural vascular invasion with regional lymph node metastasis in rectal cancer[J]. Clin Imaging, 2016, 40(3): 456-460.