

肿瘤最大厚度在磁共振直肠癌T分期中的诊断预测价值

秦子豪¹, 刘 硕¹, 巩贺鹏¹, 孙莉华², 万福臻¹, 钱 波^{1*}

¹安徽医科大学第二附属医院胃肠外科, 安徽 合肥

²安徽医科大学第二附属医院放射科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年3月28日; 录用日期: 2026年4月22日; 发布日期: 2026年4月30日

摘 要

目的: 探讨直肠癌灶的最大厚度在磁共振评估直肠癌T分期方面的应用价值。方法: 采用回顾性研究, 收集来自安徽医科大学第二附属医院2022年05月~2025年06月期间的300例直肠癌患者磁共振影像学图片和临床资料, 以病理T分期为分组, 进行肿瘤最大厚度和T分期之间的单因素相关分析、Logistic回归分析以及预测分析。结果: 研究发现肿瘤最大厚度、CEA、白蛋白水平、肿瘤长径、阳性淋巴结数目与直肠癌T分期程度具有相关性, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。年龄、性别、BMI与T分期之间相关性无统计学意义($P > 0.05$)。多因素分析显示肿瘤最大厚度为预测直肠癌T分期的独立危险因素($P < 0.01$)。逐步回归模型(包含厚度、长径和淋巴结数目)的AUC为0.779, 具有中等预测效能。结论: 肿瘤最大厚度是直肠癌T分期的独立预测因素, 基于肿瘤最大厚度的仅厚度模型具有良好预测效能(AUC = 0.812)。在诊断困难病例中, 厚度指标辅助放射科医生可将诊断准确率由0%提升至57.4%, 为临床T分期评估提供了简便、可量化的辅助工具。

关键词

直肠癌, T分期, 肿瘤最大厚度, 磁共振

Diagnostic and Predictive Value of Maximum Tumor Thickness in MRI T Staging of Rectal Cancer

Zihao Qin¹, Shuo Liu¹, Hepeng Gong¹, Lihua Sun², Fuzhen Wan¹, Bo Qian^{1*}

¹Department of Gastrointestinal Surgery, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

²Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

*通讯作者。

文章引用: 秦子豪, 刘硕, 巩贺鹏, 孙莉华, 万福臻, 钱波. 肿瘤最大厚度在磁共振直肠癌T分期中的诊断预测价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 49-59. DOI: 10.12677/acm.2026.1651787

Abstract

Objective: To investigate the clinical value of maximum tumor thickness in magnetic resonance imaging (MRI) assessment of rectal cancer T staging. **Methods:** A retrospective study was conducted, collecting MRI images and clinical data of 300 rectal cancer patients from the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University between May 2022 and June 2025. Patients were grouped according to pathological T stage to perform univariate correlation analysis, logistic regression analysis, and predictive analysis between maximum tumor thickness and T stage. **Results:** The study found that maximum tumor thickness, CEA, albumin levels, tumor length, and the number of positive lymph nodes were correlated with rectal cancer T stage, with statistically significant differences ($P < 0.05$). Age, gender, and BMI showed no statistically significant correlation with T stage ($P > 0.05$). Multivariate analysis indicated that maximum tumor thickness was an independent risk factor for predicting rectal cancer T stage ($P < 0.01$). The stepwise regression model (including thickness, length, and lymph node number) had an AUC of 0.779, indicating moderate predictive efficacy. **Conclusion:** Maximum tumor thickness is an independent predictive factor for T staging of rectal cancer. A thickness-only model based on maximum tumor thickness has good predictive performance (AUC = 0.812). In diagnostically challenging cases, the thickness metric can assist radiologists in increasing diagnostic accuracy from 0% to 57.4%, providing a simple and quantifiable tool for clinical T staging assessment.

Keywords

Rectal Cancer, T Stage, Maximum Tumor Thickness, Magnetic Resonance Imaging

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

直肠癌是消化系统发病率最高的恶性肿瘤之一,根据 Globocan2022 数据报告显示[1],结直肠癌在全球癌症发病率中位于第三位,死亡率占第二位。中国结直肠癌的发病率与死亡率现上升为第二位和第四位,发病人数及死亡人数呈上升趋势[2][3]。早期直肠原位癌可在内镜下治疗,术前评估为 T1、T2 期及高位无淋巴结转移的低风险 T3 期直肠癌患者可以手术治疗,而局部进展期患者指南推荐先行术前新辅助治疗,待肿瘤降期后,再行手术[4]。因此术前准确评估直肠癌肿瘤分期,对治疗决策有重要意义。

目前直肠癌常见的评估手段包括:直肠腔内超声、超声内镜、腹盆腔计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)和磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI) [5]。MRI 可以更清晰地显示各种软组织的结果,在直肠等空腔脏器中诊断优势较大[6],但其准确率各医疗单位差异较大,为 88%~94% 不等[7],可能与影像科医生经验水平、患者准备、图像质量参差不齐、纤维增生反应等因素相关[8]。因此,准确地快速评估 T 分期仍是目前直肠癌患者术前评估的难点。

在胃癌研究中发现,联合其他临床参数,可能有利于提高术前影像学评估 T 分期的准确性。王华峰等[9]通过比较不同 TNM 分期下影像图肿瘤厚度、直径、强化差值等指标,发现不同分期患者之间上述指标具有明显差异。杨翠婷等[10]研究肿瘤厚度及肿瘤标志物等因素对术前胃癌分期诊断的价值,发现晚

期较早期的肿瘤厚度更大。本研究通过回顾性分析安徽医科大学第二附属医院明确诊断为直肠癌的患者临床资料，探讨 MRI 图像中肿瘤最大厚度可能与直肠癌 T 分期的相关性及其预测价值。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

回顾性收集了安徽医科大学第二附属医院 2022 年 6 月~2025 年 6 月期间初步诊断为直肠癌的 300 例患者临床资料。采用下述纳入标准：① 根据 AJCC 第 8 版诊断标准[11]病理活检确诊为直肠腺癌；② 均行术前直肠高分辨率 MRI 扫描且影像资料完整清晰；③ 均接受手术治疗。排除标准：① 未接受手术治疗；② MRI 资料缺失或因肠道未扩张显影不清；③ 术后病理回报为良性病变及其他恶性病理类型。最终排除 101 例，199 例直肠腺癌患者资料纳入本研究。根据 T 分期进行分组，其中 T1、T2、T3、T4 患者数量分别为 23 例、43 例、113 例、20 例。全组平均年龄 63.43 ± 10.22 岁，男性 129 例，女性 70 例。T1 至 T4 期各组患者年龄、性别和体重指数(Body Mass Index, BMI)，组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。肿瘤最大厚度、癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)、肿瘤长径、阳性淋巴结数目随肿瘤分期升高呈明显升高趋势，各组间比较差异有统计学意义($P < 0.01$)，见表 1。

Table 1. General information of rectal cancer patients at different T stages

表 1. 直肠癌患者不同 T 分期上的一般性资料情况

特征	T1	T2	T3	T4	P 值
年龄(岁)	63.13 ± 10.59	63.26 ± 9.30	63.22 ± 9.92	65.3 ± 13.57	0.864
性别, 例(%)					0.745
男	16 (8.0%)	29 (14.6%)	72 (36.2%)	11 (5.5%)	
女	7 (3.5%)	14 (7.0%)	41 (20.6%)	9 (4.5%)	
BMI/(kg/m ²)	23.85 ± 3.30	23.94 ± 3.10	23.43 ± 3.10	22.15 ± 3.39	0.190
CEA/(ng/ml)	14.19 ± 48.82	4.93 ± 7.30	10.07 ± 22.68	80.42 ± 247.31	<0.01
最大厚度/(mm)	12.29 ± 3.93	17.73 ± 4.25	21.99 ± 6.37	32.16 ± 9.87	<0.01
长径/(cm)	2.78 ± 1.53	3.63 ± 1.20	4.12 ± 1.94	5.14 ± 1.65	<0.01
白蛋白 g/L	38.31 ± 2.81	39.94 ± 3.82	38.88 ± 3.45	37.15 ± 4.43	0.030
阳性淋巴结数目	0.26 ± 0.54	0.93 ± 2.03	1.85 ± 3.12	2.95 ± 5.08	0.010

2.2. 方法

2.2.1. 设备资料与检查方法

所有患者均接受西门子公司的 3.0T MRI 检查，采用仰卧位进行直肠磁共振平扫 + 钆特酸葡胺造影增强扫描，扫描前 2 小时行温盐水灌肠，清洁肠道。扫描序列包括矢状面 T2 加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)、T1 加权成像(T1-weighted imaging, T1WI)，冠状面 T2WI、T1WI，斜轴位 T2WI、T1WI、弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)。其中，斜轴位扫描平面为垂直于直肠壁长轴的特殊横截面。斜轴位 T2WI 序列参数为：TR 4380 ms，TE 119 ms，间距 3 mm，层厚 3 mm，矩阵 276×351 ，FOV $199 \text{ mm} \times 199 \text{ mm}$ 。

2.2.2. 图像处理

选取患者 T2WI 图像，使用 DICOM Viewer3.7.2 软件阅片，结合矢状位及斜轴位确定病灶位置，在斜

轴位上选取肿瘤暴露最大层面(如图 1(A)), 由两位具有 2 年阅片经验的医师勾画病灶区域(如图 1(B)), 由高年资放射科医师审核。肿瘤最大厚度取肿瘤浸润最深处垂直于直肠壁的距离(如图 1(C)), 单位毫米(mm)。

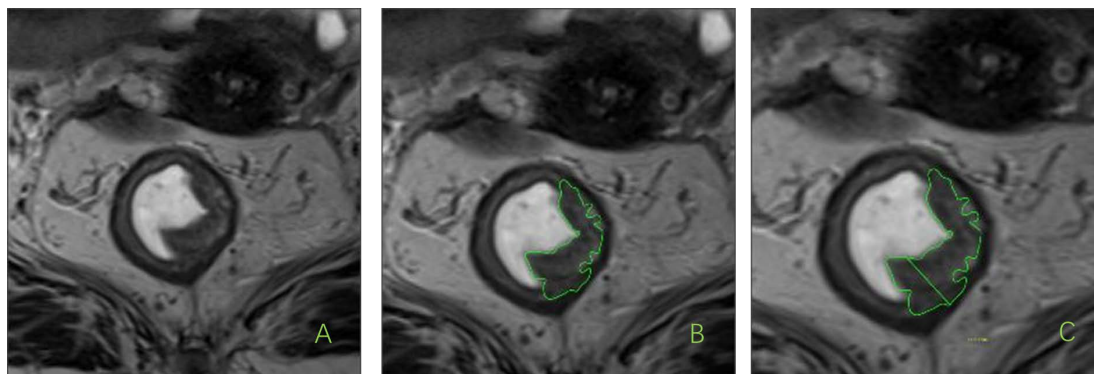


Figure 1. Tumor maximum thickness delineation (A is the original image, B is the lesion delineation image, C is the thickness delineation image)

图 1. 肿瘤最大厚度勾画(A 为原图, B 为病灶勾画图, C 为厚度勾画图)

2.3. 统计学分析方法

应用 RStudio 进行数据分析, 正态分布计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用单因素方差分析; 非正态分布计量资料以 M(P25, P75)表示, 组间比较采用 H 检验; 计数资料以[n (%)]表示, 组间比较用 χ^2 检验; 各资料相关性应用 Spearman 秩相关分析, 影响因素采用单因素与多因素 Logistic 回归, 应用方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)对变量进行共线性分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。构建基于相关变量的 T 分期预测模型, 以受试者工作特征曲线(Receiver Operating Characteristic, ROC)及 ROC 曲线下面积(Area Under the Curve, AUC)作为模型预测效能的指标, 模型间比较采用 Delong 检验。以约登指数确定肿瘤最大厚度的最佳诊断阈值, 采用 McNemar 检验比较肿瘤最大厚度辅助放射科医生诊断前后准确率的差异, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 观察者间一致性检验

两位放射科医生独立测量肿瘤厚度, 采用组内相关系数(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)和 Bland-Altman 法评估观察者间一致性。结果显示, 两位医生测量具有优秀的一致性(ICC = 0.971, 95% CI: 0.961~0.978), 平均差值为-0.32 mm (95%一致性界限: -4.07 至 3.43 mm)。可视化见图 2。此外, 本研究放射科医生总体诊断准确率为 69.3%, 混淆矩阵见表 2。

Table 2. Comparison of pathological staging and radiologist diagnosis

表 2. 病理分期与放射科医生诊断的比较

病理诊断	医生诊断			
	T1	T2	T3	T4
T1	14	5	4	0
T2	1	33	8	1
T3	2	18	79	14
T4	0	2	6	12

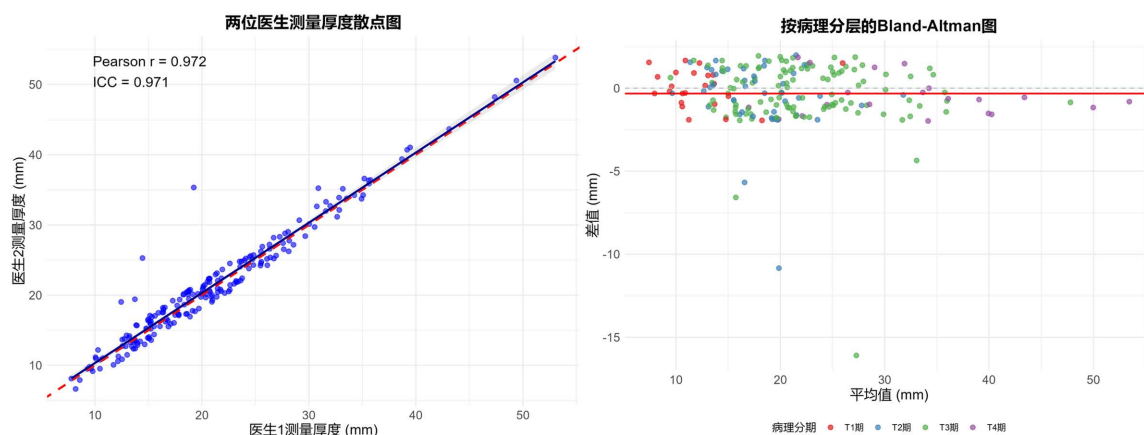


Figure 2. Inter-observer consistency analysis
图 2. 观察者间一致性分析

3.2. 肿瘤最大厚度与术后病理 T 分期的比较

应用单因素方差分析, 肿瘤最大厚度为因变量, 病理 T 分期为因子, 结果见表 3, T1、T2、T3、T4 间两两间均具有显著差异, 差异有统计学意义($P < 0.01$); 相邻 T 分期间均具有显著差异, 其中, T1 与 T2, T3 与 T4 之间效应量大, 差异最显著, T2 与 T3 之间为中等效应量。

Table 3. Comparison of maximum tumor thickness and pathological T stage in rectal cancer patients

表 3. 直肠癌患者肿瘤最大厚度与病理 T 分期的比较

组别 1	组别 2	均值差异估计值 (mm)	Cohen's d	效应量	P
T1	T2	5.441	1.314	大	<0.001
T1	T3	9.707	1.728	大	<0.001
T1	T4	19.869	3.112	大	<0.001
T2	T3	4.266	0.726	中	<0.001
T2	T4	14.427	2.087	大	<0.001
T3	T4	10.162	1.419	大	<0.001

3.3. 肿瘤最大厚度与肿瘤分期及临床资料之间的比较

3.3.1. 单因素相关性分析

单因素方差分析结果见表 4, 不同病理分期患者在肿瘤厚度($F = 41.723, P < 0.001$)、长径($F = 7.518, P < 0.001$)、淋巴结数目($F = 3.832, P = 0.011$)、CEA 水平($F = 4.706, P = 0.003$)及白蛋白水平($F = 3.030, P = 0.031$)方面存在显著差异。事后检验(Tukey HSD)表明, 随着病理分期增加, 肿瘤厚度和长径显著增大, CEA 水平显著升高, 而白蛋白水平在 T4 期显著降低。年龄和 BMI 在各期间无显著差异($P > 0.05$)。不同病理分期下变量的箱线图见图 3。

Table 4. Spearman nonparametric correlation test (two-tailed) parameters for general information of rectal cancer patients

表 4. 直肠癌患者一般资料的 Spearman 非参数相关检验(双侧)参数

变量	F 值	P 值
肿瘤最大厚度	41.723	<0.001

续表

年龄	0.247	0.864
BMI	1.601	0.191
CEA	4.706	0.003
白蛋白	3.030	0.031
阳性淋巴结数目	3.832	0.011
长径	7.518	<0.001

3.3.2. 直肠癌 T 分期的单因素与多因素 Logistic 回归分析

以病理 T 分期为因变量, 将具有统计学意义的单因素方差分析纳入 logistic 回归中, 进行单因素与多因素 logistic 回归分析, 结果见表 5、表 6。单因素 Logistic 回归分析显示, 肿瘤厚度(OR = 1.251, 95% CI: 1.167~1.356, $P < 0.001$)、长径(OR = 1.587, 95% CI: 1.256~2.044, $P < 0.001$)和淋巴结数目(OR = 1.286, 95% CI: 1.096~1.578, $P = 0.006$)是病理分期的预测因素。多因素 Logistic 回归分析表明, 校正其他变量后, 仅厚度(OR = 1.216, 95% CI: 1.132~1.321, $P < 0.001$)保持独立预测作用, 而长径($P = 0.153$)和淋巴结数目($P = 0.082$)的效应被削弱。对逐步回归模型中的变量进行 VIF 多重共线性诊断, 得到 VIF 值分别为肿瘤最大厚度(1.068)、肿瘤长径(1.065)、淋巴结数目(1.010), 三组变量 VIF 值均小于 5, 无明显多重共线性。

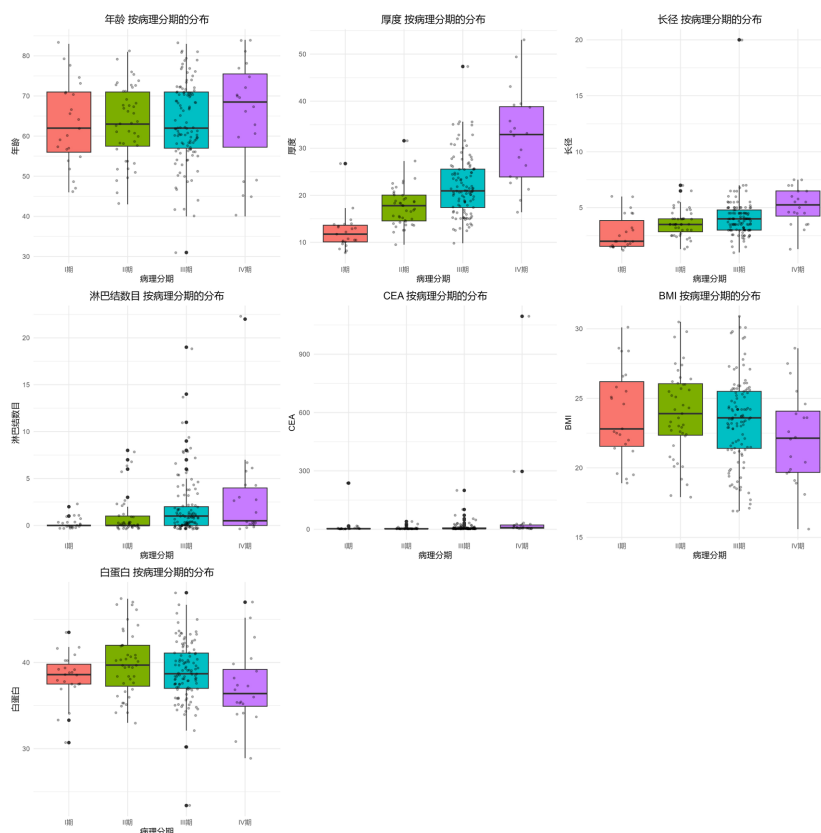


Figure 3. Box plots of various variables in different T stages, where I, II, III, and IV represent T1, T2, T3, and T4 stages, respectively

图 3. 不同 T 分期中各变量箱线图, I、II、III、IV 期分别代表 T1、T2、T3、T4 期

Table 5. Univariate Logistic regression analysis parameters for rectal cancer T staging
表 5. 直肠癌 T 分期的单因素 Logistic 回归分析参数

指标	\widehat{OR}	95% CI		<i>P</i>
肿瘤最大厚度	1.251	1.167	1.356	<0.001
长径	1.587	1.256	2.044	<0.001
淋巴结数目	1.286	1.096	1.578	0.006
白蛋白	0.943	0.866	1.024	0.168
CEA	1.006	0.999	1.025	0.377

Table 6. Multivariate Logistic regression analysis parameters for rectal cancer T staging
表 6. 直肠癌 T 分期的多因素 Logistic 回归分析参数

指标	\widehat{OR}	95% CI		<i>P</i>
肿瘤最大厚度	1.216	1.132	1.321	<0.001
长径	1.226	0.950	1.638	0.153
淋巴结数目	1.191	0.997	1.481	0.082

3.4. 构建直肠癌 T 分期预测模型

将肿瘤最大厚度、肿瘤长径、淋巴结数目、全变量均纳入预测模型中,分别进行单一肿瘤最大厚度、多因素(厚度、长径和淋巴结数目)、全变量的预测回归,三个预测模型的 ROC 曲线分析显示见图 4,三个预测模型的 AUC 分别为 0.812 (仅厚度模型)、0.821 (逐步回归模型)和 0.831 (全变量模型),Delong 检验显示两两之间均无显著差异(均 $P > 0.05$),见表 7。

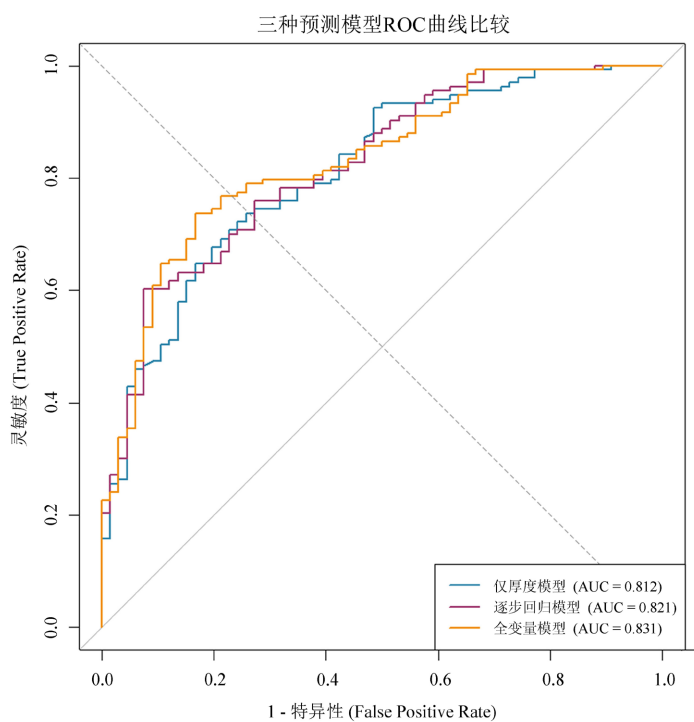


Figure 4. Comparison of ROC curves of three prediction models
图 4. 三种预测模型的 ROC 曲线比较

Table 7. AUC and Delong test of three models**表 7.** 三种模型的 AUC 与 Delong 检验

模型	AUC (95% CI)	Delong 检验 P 值
仅厚度模型	0.812 (0.750~0.874)	0.474 (vs 逐步回归模型)
逐步回归模型	0.821 (0.762~0.881)	0.273 (vs 全变量模型)
全变量模型	0.831 (0.773~0.889)	0.201 (vs 仅厚度模型)

3.5. 肿瘤最大厚度辅助诊断效能的评估

基于约登指数确定肿瘤最大厚度最佳诊断阈值为 20.093 mm，约登指数为 1.480，灵敏度为 64.7%，特异度为 83.3%，各 T 分期参考范围见表 8。本研究诊断困难组例数为 61，其中 T2 与 T3 鉴别困难组例数为 26，诊断准确率均为 0。将肿瘤最大厚度辅以 T 分期诊断，得到诊断困难组辅助后准确率为 57.4%，T2、T3 鉴别困难组辅助后准确率为 57.7%，准确率较辅助前均提升。

Table 8. Reference range for maximum tumor thickness threshold**表 8.** 肿瘤最大厚度阈值参考范围

T 分期组别	肿瘤最大厚度阈值参考范围(mm)
T1	<12.1
T2	12.1~20.1
T3	20.1~28.1
T4	≥28.1

4. 讨论

随着我国直肠癌发病率及死亡率的逐年上升，术前精准评判患者的肿瘤分期，对制定进一步治疗方案具有重要意义。伴随着新辅助放化疗、免疫、靶向治疗等治疗方案的更新与改善[12][13]，越来越多肿瘤分期较晚的患者也获得了很好的治疗效果，生存期得到了显著延长。术前直肠癌 T 分期是临床医师指导治疗方案考虑的重要因素之一。虽然病理是 T 分期诊断的金标准，但是术前评估直肠癌分期主要依靠各种影像学技术[14]。MRI 因为具有更高的软组织辨识度，在进行分期诊断、新辅助放化疗评估、预测临床完全反应等方面具有良好性能[15]。尽管 MRI 较 CT、超声等更易观察直肠壁分层、肠周软组织、淋巴结等，但准确判别影像学图片进而评估肿瘤分期对放射科医生仍具有挑战性，特别是治疗方案差异较大的 T2 和 T3 期患者，准确的术前分期可能对患者治疗，乃至预后都有重要影响[16]。

肿瘤最大直径与结直肠癌分期的相关性研究较多[17]，肿瘤最大厚度在肿瘤分期方面的研究相对较少。已有研究显示，肿瘤最大厚度和肿瘤生物学特性明显相关，如 Yuen APW 等[18]将口舌癌切除标本的厚度、直径等肿瘤大小相关参数进行计算机图像分析，得出在所有肿瘤大小参数中，肿瘤厚度是预测局部复发、淋巴结转移和存活率的唯一显著因素；而在黑色素瘤中，癌症协会尽管对分期进行了若干次调整，仍以肿瘤厚度 1 mm、2 mm、4 mm 为界将黑色素瘤分为 T1 至 T4 期[19]。肿瘤最大厚度是影像图像上病灶肿块浸润最深处的肿瘤厚度，具有易测量、受干扰小、无创获取等优势。本课题希望通过分析直肠癌肿瘤最大厚度与 T 分期的相关性，辅助 T 分期的评估。

本课题比较术前 MRI 和术后病理直肠癌 T 分期，结果显示，术前 MRI 上 T 分期准确率 69.3%，该结果和其他学者研究结果基本一致[7]，准确率不足可能与受试者经验、图像质量、样本选择等相关[20][21]。本研究观察到两位医生测量肿瘤厚度具有高度一致性(ICC = 0.971)，表明该测量方法在不同观察者

间具有良好的可重复性。Bland-Altman 分析显示, 95%的测量差值在-4.07 至 3.43 mm 范围内, 这一差异在临床可接受范围内。因此, 后续分析中两位医生的测量结果可视为等效。

本研究显示, 随着肿瘤 T 分期的升高, 肿瘤最大厚度也逐步增加, 呈明显正相关。各组 T 分期之间, 肿瘤最大厚度都存在明显差异。相邻 T 分期间比较, 差异均显著, 其中 T3 与 T4 间均值差及效应量最大, $P < 0.001$, 具有统计学差异, 提示相邻 T 分期间 T3 与 T4 间肿瘤最大厚度差异最大且具有临床意义, 结合 MRI 上 T 分期诊断效能结果, 或可降低 T3、T4 期之间的误诊率。朱群群和刘坤[22]通过研究 72 例原发性胃癌患者的 CT 及 MRI 图像特征, 将肿瘤厚度等参数纳入胃癌分期的特征分析中, 得出胃癌分期越晚肿瘤厚度越大。Hasebe 等[23]通过将结肠癌分为厚组与薄组, 计算成纤维细胞 MIB-1 标记指数和增殖微血管指数, 得出其在厚组和薄组中具有显著的相关性, 这表明结肠癌的肿瘤厚度随着肿瘤细胞和间质细胞的相互作用而增加, 即随着肿瘤发生发展, 肿瘤厚度呈逐渐增大趋势, 肿瘤分期呈现分期越晚趋势, 提示肿瘤厚度和肿瘤分期有相关性。张岩等[24]通过研究 55 例直肠癌患者经直肠超声的角征深度及肿瘤厚度在直肠癌 T 分期中的价值研究, 得到高 T 分期组较低 T 分期组肿瘤厚度及角征深度增加, 提示在经直肠超声上的直肠癌肿瘤厚度与 T 分期相关。

相关性分析结果显示, 肿瘤厚度、长径、淋巴结数目、CEA 水平及白蛋白水平与 T 分期存在显著差异, 差异具有统计学意义。Hao 等[25]研究纳入 156 名直肠癌患者与 52 例直肠良性疾病患者, 收集所有患者术前 CEA 指标用于 T 分期联合诊断, 得到恶性组血清 CEA 水平显著高于良性组, 并可提高术前 T 分期诊断效能。李剑浪等[26]通过研究 120 例直肠癌患者的血清肿瘤标志物, 得到直肠癌病理分期越晚肿瘤标志物水平越高。肿瘤标志物由肿瘤细胞特异性产生, 反映了肿瘤细胞的发生发展[27], 其升高提示肿瘤发展较晚, 与肿瘤厚度增加具有相关性。

多因素回归及预测分析结果显示, 肿瘤最大厚度是直肠癌 T 分期的独立危险因素。最终建立的仅厚度预测模型 AUC 为 0.812, 具有良好的预测效能。DeLong 检验显示三种模型两两之间均无显著差异(均 $P > 0.05$), 提示肿瘤最大厚度本身已具备良好的预测效能, 增加其他临床指标未能显著提升模型性能。且 VIF 多重共线性诊断未发现变量间具有显著共线性, 为模型提供了良好的科学依据。汪静等[28]通过将 MRI 上直肠癌病变厚度与有无淋巴结转移进行回归分析, 得出直肠癌病变厚度是淋巴结转移的独立预测因素。岑黄将[29]利用直肠超声组学的深度学习模型, 探讨肿瘤最大厚度在评估术前新辅助治疗对肿瘤完全缓解等预后的影响, 得到其是直肠癌预后缓解的危险因素。

本研究最终利用约登指数得出的直肠癌肿瘤最大厚度最佳阈值为 20.093 mm, 并基于此进行肿瘤最大厚度辅助 T 分期的研究, 发现在诊断困难组和 T2、T3 鉴别困难组中, 诊断准确率均得到一定提升, 分别为 57.4%、57.7%, 反映该指标在辅助放射科医生诊断直肠癌 T 分期方面具有一定价值。

直肠 MRI 上肿瘤的最大厚度与直肠癌 T 分期具有正相关性, 且肿瘤厚度是直肠癌 T 分期的独立预测因素。肿瘤最大厚度本身或结合肿瘤长径、淋巴结数目、白蛋白水平、CEA 等的诊断方式, 或可在一定程度上提高年轻及基层医师对术前直肠癌影像学 T 分期的诊断准确率, 指导下一步检查及治疗。

本研究为单中心研究, 临床资料时间跨度较大, 各 T 分期样本量差异大, 其中 T1、T4 期样本量最少, 等待更多多中心、大样本量的研究加以验证结论。

致 谢

本文感谢安徽医科大学及安徽医科大学第二附属医院基金项目支持。

声 明

本研究获得医院伦理委员会批准(审批号: YX2023-016)。

基金项目

安徽医科大学第二附属医院转化医学研究科研基金项目——《基于人工智能的 MRI 影像组学判断结肠直肠癌 T 和 N 分期的应用研究》(编号: 2022ZHYJ15)。

参考文献

- [1] Filho, A.M., Laversanne, M., Ferlay, J., Colombet, M., Piñeros, M., Znaor, A., *et al.* (2025) The Globocan 2022 Cancer Estimates: Data Sources, Methods, and a Snapshot of the Cancer Burden Worldwide. *International Journal of Cancer*, **156**, 1336-1346. <https://doi.org/10.1002/ijc.35278>
- [2] 李琳, 李旭, 谭坤, 等. 中美结肠直肠癌流行病学现状及趋势[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2025, 32(6): 694-701.
- [3] Wagle, N.S., Nogueira, L., Devasia, T.P., Mariotto, A.B., Yabroff, K.R., Islami, F., *et al.* (2025) Cancer Treatment and Survivorship Statistics, 2025. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **75**, 308-340. <https://doi.org/10.3322/caac.70011>
- [4] Benson, A.B., Venook, A.P., Adam, M., *et al.* (2024) NCCN Guidelines[®] Insights: Rectal Cancer, Version 3.2024. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, **22**, 366-375.
- [5] 赫捷, 李进, 马军, 等. 中国临床肿瘤学会(CSCO)常见恶性肿瘤诊疗指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 288-335.
- [6] Benson, A.B., Venook, A.P., Bekaii-Saab, T., Chan, E., Chen, Y., Cooper, H.S., *et al.* (2015) Rectal Cancer, Version 2.2015. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, **13**, 719-728. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2015.0087>
- [7] Khasawneh, H., Khatri, G., Sheedy, S.P., Nougaret, S., Lambregts, D.M.J., Santiago, I., *et al.* (2025) MRI for Rectal Cancer: Updates and Controversies—AJR Expert Panel Narrative Review. *American Journal of Roentgenology*, **224**, e2431523. <https://doi.org/10.2214/ajr.24.31523>
- [8] Kim, C.K., Kim, S.H., Chun, H.K., Lee, W., Yun, S., Song, S., *et al.* (2006) Preoperative Staging of Rectal Cancer: Accuracy of 3-Tesla Magnetic Resonance Imaging. *European Radiology*, **16**, 972-980. <https://doi.org/10.1007/s00330-005-0084-2>
- [9] 王华锋, 袁仲强, 赵艳争. 多模态磁共振成像与多层螺旋 CT 对胃癌患者术前临床病理分期、浸润程度评估价值[J]. 临床军医杂志, 2023, 51(11): 1177-1179, 1183.
- [10] 杨翠婷, 刘娜红, 章思竹, 等. 多层螺旋 CT 征象与肿瘤标志物水平对胃癌的诊断价值研究[J]. 中国现代药物应用, 2025, 19(23): 59-62.
- [11] Amin, M.B., Edge, S.B., Greene, F.L., *et al.* (2017) AJCC Cancer Staging Manual. 8th Edition, Springer, 268-271.
- [12] Boublikova, L., Novakova, A., Simsa, J. and Lohynska, R. (2023) Total Neoadjuvant Therapy in Rectal Cancer: The Evidence and Expectations. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, **192**, Article ID: 104196. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2023.104196>
- [13] Schrag, D., Shi, Q., Weiser, M.R., Gollub, M.J., Saltz, L.B., Musher, B.L., *et al.* (2023) Preoperative Treatment of Locally Advanced Rectal Cancer. *New England Journal of Medicine*, **389**, 322-334. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2303269>
- [14] Felder, S.I., Feuerlein, S., Parsee, A., Imanirad, I., Sanchez, J., Dessureault, S., *et al.* (2021) Endoscopic and MRI Response Evaluation Following Neoadjuvant Treatment for Rectal Cancer: A Pictorial Review with Matched MRI, Endoscopic, and Pathologic Examples. *Abdominal Radiology*, **46**, 1783-1804. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02827-6>
- [15] Jayaprakasam, V.S., Alvarez, J., Omer, D.M., Gollub, M.J., Smith, J.J. and Petkovska, I. (2023) Watch-And-Wait Approach to Rectal Cancer: The Role of Imaging. *Radiology*, **307**, e221529. <https://doi.org/10.1148/radiol.221529>
- [16] 胡飞翔, 岳亚丽, 彭卫军, 等. DWI 联合 T₂WI 在鉴别 T₂ 和 T₃ 期结肠癌术前分期中的应用价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(4): 507-513.
- [17] 刘丽杰, 梁月祥, 何冬雷. 肿瘤大小对 T_{4a} 期结肠癌患者生存预后的影响[J]. 结直肠肛门外科, 2020, 26(4): 433-438.
- [18] Yuen, A.P.W., Lam, K.Y., Wei, W.I., Lam, K.Y., Ho, C.M., Chow, T.L., *et al.* (2000) A Comparison of the Prognostic Significance of Tumor Diameter, Length, Width, Thickness, Area, Volume, and Clinicopathological Features of Oral Tongue Carcinoma. *The American Journal of Surgery*, **180**, 139-143. [https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(00\)00433-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(00)00433-5)
- [19] Scolyer, R.A., Rawson, R.V., Gershenwald, J.E., Ferguson, P.M. and Prieto, V.G. (2020) Melanoma Pathology Reporting and Staging. *Modern Pathology*, **33**, 15-24. <https://doi.org/10.1038/s41379-019-0402-x>
- [20] Ibrahim, B., Alfatih, A., Shafiq, A. and Arifuzaman, M. (2023) A Comparative Study on the Quality of MRI Reporting in Primary Rectal Cancer. *Cureus*, **15**, e48730. <https://doi.org/10.7759/cureus.48730>

-
- [21] Beets-Tan, R.G.H. (2003) MRI in Rectal Cancer: The T Stage and Circumferential Resection Margin. *Colorectal Disease*, **5**, 392-395. <https://doi.org/10.1046/j.1463-1318.2003.00518.x>
- [22] 朱群群, 刘坤. 螺旋 CT 及 MRI 在原发性胃癌诊断中的效果及检出率分析[J]. 影像研究与医学应用, 2025, 9(1): 121-123.
- [23] Hasebe, T., Sasaki, S., Sugitoh, M., Ono, M., Saitoh, N. and Ochiai, A. (2003) Proliferative Activities of Tumor Stromal Cells Play Important Roles in Tumor Thickness and Progression of T3 Ulcerative-Type Colorectal Cancer. *Virchows Archiv*, **442**, 569-576. <https://doi.org/10.1007/s00428-003-0811-5>
- [24] 张岩, 吕秀章, 梁璐, 等. 经直肠双平面超声测量“角征”深度在直肠癌 T 分期中的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2025, 27(11): 908-912.
- [25] Hao, C., Sui, Y., Li, J., Shi, Y. and Zou, Z. (2021) The Clinical Value of the Combined Detection of Enhanced CT, MRI, CEA, and CA199 in the Diagnosis of Rectal Cancer. *Journal of Oncology*, **2021**, Article ID: 8585371. <https://doi.org/10.1155/2021/8585371>
- [26] 李剑浪, 宋剑锋, 韩佳博, 等. 血清肿瘤标志物诊断结直肠癌的价值分析[J]. 实验室检测, 2025, 3(19): 244-246.
- [27] Abedizadeh, R., Majidi, F., Khorasani, H.R., Abedi, H. and Sabour, D. (2024) Colorectal Cancer: A Comprehensive Review of Carcinogenesis, Diagnosis, and Novel Strategies for Classified Treatments. *Cancer and Metastasis Reviews*, **43**, 729-753. <https://doi.org/10.1007/s10555-023-10158-3>
- [28] 汪静, 雷振. T3 期直肠腺癌 MRI 影像征象与淋巴结转移的分析[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(7): 54-58.
- [29] 岑黄将. 基于直肠腔内超声图像分别建立深度学习和影像组学模型对局部进展期直肠癌新辅助治疗疗效评估[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明医科大学, 2024.