

- 女性宫颈病变筛查中的应用[J]. 海南医学, 2023, 34(9): 1272-1275.
- [5] 顾敏杰, 朱圆. 高危型 HPV 及 TCT 检测联合筛查宫颈病变的认知度及相关因素调查[J]. 中国计划生育和妇产科, 2023, 15(10): 37-41.
- [6] 金友存, 华玉蓉, 王佩佩, 等. 高危型 HPV - DNA 联合 TCT 检查对高级别宫颈鳞状上皮内病变 LEEP 术后复发预测价值[J]. 医学研究生学报, 2022, 35(11): 1185-1189.
- [7] 韩超, 孔为民, 靳琼, 等. 老年女性高危型人乳头瘤病毒感染相关性宫颈高级别鳞状上皮内病变治疗选择分析[J]. 传染病信息, 2024, 37(3): 224-227, 234.
- [8] 孟凡娜, 孙丽, 谭博. 重庆某院 5322 例体检女性 TCT 联合 HPV 筛查宫颈病变的结果分析[J]. 标记免疫分析与临床, 2022, 29(3): 375-380.
- [9] 王燕, 杨宏英, 李丽萍, 等. HPV E6/E7 mRNA 检测在宫颈病变筛查中的临床效果[J]. 现代妇产科进展, 2023, 32(10): 743-746, 753.
- [10] 洪美玲, 黄秋梅. 高危型 HPV 联合 TCT 检测在子宫颈癌前病变诊断中的应用效果[J]. 中外医学研究, 2023, 21(17): 63-66.

收稿日期: 2025-1-23

责任编辑: 陆玉炯

磁共振 T2WI 图像纹理分析在直肠癌 T2/3 分期中的应用

张钰琦¹, 王艳¹, 秦转丽²

(1. 许昌医院, 河南 许昌 461000; 2. 许昌市立医院, 河南 许昌 461000)

【摘要】目的: 探讨磁共振 T2WI 图像纹理分析在直肠癌 T2/3 分期中的应用价值。**方法:** 将直肠癌 T2 期 30 例患者纳入 A 组, T3 期 62 例患者纳入 B 组; 患者均进行磁共振 T2WI 图像扫描, 比较两组磁共振 T2WI 图像纹理相关参数, 多因素 Logistic 回归分析影响直肠癌 T2/3 分期因素, ROC 曲线分析磁共振 T2WI 图像纹理相关参数诊断直肠癌 T2/3 分期的价值。**结果:** B 组磁共振 T2WI 图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和数值均高于 A 组, A 组磁共振 T2WI 图像纹理相关参数对比度高于 B 组 ($P < 0.05$); 多因素 Logistic 回归分析显示, 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和、对比度均为影响直肠癌 T2/3 分期因素, 其中均值、自相关、熵、方差和数值高均为危险因素 ($P < 0.05$), 对比度数值高是保护因素 ($P < 0.05$); 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数联合检测诊断直肠癌 T2/3 分期的价值更高 (AUC = 0.832)。**结论:** 磁共振 T2WI 图像纹理分析在直肠癌 T2/3 分期中具有一定的应用价值, 综合纹理分析参数的联合检测能更准确地诊断直肠癌 T2/3 分期。

【关键词】 磁共振; T2WI 图像; 纹理分析; 直肠癌; T2/3 分期

【中图分类号】 R735.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1008-4983(2025)03-0293-05

Application of texture analysis on magnetic resonance T2WI images in the staging of T2/3 rectal cancer

ZHANG Yu - qi¹, WANG Yan¹, QIN Zhuan - li²

(1. Xuchang Hospital, Xuchang, Henan 461000, China; 2. Xuchang Municipal Hospital, Xuchang, Henan 461000, China)

【Abstract】Objective: To investigate the value of texture analysis on magnetic resonance T2-weighted imaging (T2WI) in the staging of T2 and T3 rectal cancer. **Methods:** Thirty patients with T2-stage rectal cancer were assigned to group A, and 62 patients with T3-stage rectal cancer were assigned to group B. All patients underwent magnetic resonance T2WI scanning. Texture-related parameters from the T2WI images were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify factors influencing T2/3 staging, and receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the diagnostic value of these texture parameters. **Results:** The mean values of texture parameters—mean intensity, autocorrelation, entropy, sum of variance, and sum entropy—were significantly higher in group B (T3) than in

作者简介: 张钰琦 (1989-), 女, 主治医师, 主要从事磁共振临床诊断及研究。

group A (T2), while the contrast parameter was significantly higher in group A than in group B ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis revealed that mean intensity, autocorrelation, entropy, sum of variance, sum entropy, and contrast were all independent factors influencing T2/3 staging. Higher values of mean intensity, autocorrelation, entropy, sum of variance, and sum entropy were risk factors ($P < 0.05$), whereas higher contrast was a protective factor ($P < 0.05$). The combined use of these texture parameters showed higher diagnostic performance for differentiating T2 and T3 rectal cancer, with an area under the ROC curve (AUC) of 0.832. **Conclusion:** Texture analysis of magnetic resonance T2WI images has significant value in the staging of T2/3 rectal cancer. Combined evaluation of multiple texture parameters improves the accuracy of staging diagnosis.

[Key words] Magnetic resonance imaging; T2WI images; Texture analysis; Rectal cancer; T2/3 staging

直肠癌是一种常见的消化道恶性肿瘤,其发病率和死亡率在全球范围内居高不下^[1]。根据国际直肠癌分期标准,T分期对临床治疗和预后评估具有重要意义。目前,常用的T分期方法包括肠管镜检查和组织病理学分析,但这些方法在一定程度上存在不足,例如无法评估肿瘤的全身和局部扩散情况。因此,寻找一种非侵入性、无辐射、准确可靠的影像学方法进行直肠癌T2/3分期是非常必要的。磁共振成像(MRI)作为一种常用的非侵入性影像学技术,具有优越的软组织对比度和多参数成像功能,已被广泛应用于肿瘤的诊断和分期^[2]。在直肠癌领域,MRI已成为评估肿瘤的定位、体积、侵袭深度、淋巴结转移等方面的重要手段。磁共振T2加权成像(T2WI)是MRI中常用的一种成像序列,其对水分子具有较高的灵敏度,能够清晰地显示直肠癌的解剖结构和病变范围^[3]。纹理分析作为一种定量分析方法,能够从图像中提取特征参数,反映组织的内在特性,并与组织的生物学行为和临床特征相关联^[4]。通过对磁共振T2WI图像进行纹理分析,可以揭示肿瘤的内部异质性和复杂性,进一步提取病灶的纹理特征,从而为直肠癌的分期提供更加准确和客观的依据。过去的研究已经证实了磁共振T2WI图像纹理分析在多种肿瘤中的应用,包括乳腺癌、肺癌和前列腺癌等^[5-7]。然而,在直肠癌T2/3分期的研究中,对磁共振T2WI图像纹理分析的应用尚未得到广泛关注。因此,本研究旨在探讨磁共振T2WI图像纹理分析在直肠癌T2/3分期中的应用,进一步验证其在直肠癌分期中的临床价值,内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2021年6月至2023年6月在本院就诊的直肠癌T2/3分期患者92例,其中T2期30例纳入A组,T3期62例纳入B组。纳入标准:年龄在18岁以上,性别不限;经组织病理学检查确诊为直肠癌,并经过T2/3分期;无肠系膜上动脉或下动脉、门静脉或肝静脉等主干受累,否则会影响影像分析结果;未接受放、化疗治疗;有完整的临床资料和影像学资料,包括磁共振T2WI图像。排除标准:孕妇或哺乳期妇女;直肠癌病灶直径小于1cm,太小难以进行分期;有明显的动脉或静脉钙化、腔内异物、肠腔狭窄或肠梗阻等影像学表现;

有明显肠壁增厚、急性炎症、局部坏死或肠穿孔等严重并发症;具有肛门括约肌功能障碍、膀胱功能障碍等影响肠镜检查或治疗的基础疾病;患有神经系统、心血管、肝肾功能异常等其他严重慢性基础疾病;患有其他恶性肿瘤或正在接受其他肿瘤治疗;患有精神障碍或无法配合影像检查。

1.2 研究方法 患者保持禁食至少4h后,将患者转移到MR机上,采用盆腔线圈固定在盆腔处。采用3.0T MRI设备,使用T2WI序列进行扫描,采用快速自旋回波序列(FSE)、脂肪抑制和SNR优化技术,扫描层厚为4mm,层间间隔为0.5mm,矩阵大小为 256×256 ,重复时间4800ms,回波时间112ms,回波数30,视场8cm。同时进行通用系列扫描,以检查患者有无其他部位的病变。扫描范围覆盖直肠,包括直肠癌病灶及周围正常肠壁。

1.3 观察指标 比较两组磁共振T2WI图像纹理相关参数,多因素Logistic回归分析影响直肠癌T2/3分期因素,ROC曲线分析磁共振T2WI图像纹理相关参数诊断直肠癌T2/3分期的价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS26.0统计软件对数据进行分析。计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,比较用 t 检验;计数资料用 $[n(\%)]$ 表示,比较用 χ^2 检验;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料比较 两组患者一般资料比较无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 患者磁共振T2WI图像纹理相关参数比较 B组磁共振T2WI图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和数值均高于A组,A组磁共振T2WI图像纹理相关参数对比度高于B组($P < 0.05$)。见表2。

2.3 影响直肠癌T2/3分期的因素 多因素Logistic回归分析显示,磁共振T2WI图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和、对比度均为影响直肠癌T2/3分期因素,其中均值、自相关、熵、方差和数值高均为危险因素($P < 0.05$),对比度数值高是保护因素($P < 0.05$)。见表3。

表1 两组患者一般资料情况

组别	例数	男/女	年龄/岁	病灶大小/cm	低分化	中分化	高分化
A组	30	18/12	54.21 ± 9.55	3.42 ± 0.54	5 (16.67)	17 (56.67)	8 (26.67)
B组	62	40/22	55.01 ± 9.37	3.52 ± 0.59	11 (17.74)	31 (50.00)	20 (32.26)
ν/χ^2	0.177	0.382	0.783	0.393			
P	0.674	0.704	0.436	0.821			

表2 两组患者磁共振 T2WI 图像纹理相关参数结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	均值	对比度	自相关	熵	方差和
A组	30	526.23 ± 86.35	60.23 ± 12.05	0.68 ± 0.15	3.75 ± 0.61	333.32 ± 55.25
B组	62	608.65 ± 75.65	44.32 ± 8.42	0.85 ± 0.12	4.35 ± 0.72	417.74 ± 62.29
t		4.676	7.346	5.861	3.930	6.315
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表3 多因素 Logistic 回归分析影响直肠癌 T2/3 分期因素

项目	β	SE	χ^2	P	OR	95% CI
均值	1.223	0.405	10.421	<0.05	3.542	1.150 ~ 11.264
对比度	-0.411	0.109	16.351	<0.05	0.365	0.542 ~ 5.052
自相关	1.354	0.391	15.454	<0.05	3.561	1.425 ~ 14.423
熵	1.229	0.412	11.057	<0.05	4.065	1.241 ~ 12.359
方差和	1.587	0.371	17.659	<0.05	4.556	1.542 ~ 15.254

2.4 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数诊断直肠癌 T2/3 分期的价值 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数联合检测诊断 直肠癌 T2/3 分期的价值更高 (AUC = 0.832)。见表 4、图 1。

表4 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数诊断直肠癌 T2/3 分期的价值

指标	AUC	95% CI	灵敏度 (%)	特异度 (%)
均值	0.720	0.365 ~ 1.569	73.35	67.72
对比度	0.766	0.321 ~ 2.135	76.21	66.65
自相关	0.741	0.311 ~ 3.562	75.41	68.61
熵	0.763	0.268 ~ 3.158	76.35	65.56
方差和	0.742	0.219 ~ 4.125	75.26	63.35
联合检测	0.832	0.254 ~ 6.523	81.34	78.23

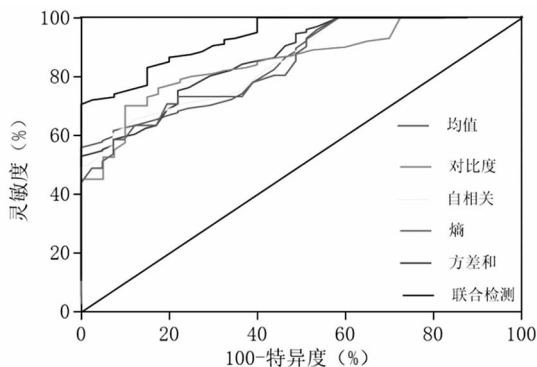


图1 磁共振 T2WI 图像纹理相关参数诊断直肠癌 T2/3 分期的 ROC 曲线

3 讨论

本次研究结果显示, B 组磁共振 T2WI 图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和数值均高于 A 组, A 组磁共振 T2WI 图像纹理相关参数对比度高于 B 组 ($P < 0.05$)。首先, 直肠癌 T3 期与 T2 期相比, 通常具有更大

的肿瘤体积、更复杂的形态和更高的组织异质性。由于直肠癌的生长过程中, 细胞增殖活跃, 组织内的细胞密度和排列方式发生改变, 导致了肿瘤内的纹理特征的变化^[8]。T3 期肿瘤的增大和肿瘤细胞的排列紧密, 使得纹理参数的均值在 B 组中较高^[9]。其次, T3 期直肠癌常常伴随着

肿瘤侵犯周围组织的情况,如浸润到邻近的肌层、浸润至邻近器官或组织^[10]。这种浸润性生长可能导致肿瘤与周围组织之间的界面模糊,进一步增加了图像纹理的复杂性和不均匀性。在磁共振 T2WI 图像上,这些肿瘤边缘的模糊与不规则性会被纹理分析参数所捕捉到,从而使得 B 组中纹理参数的数值增加^[11]。另外, T3 期直肠癌常伴随着淋巴结转移的情况,这可能会影响磁共振 T2WI 图像的纹理特征^[12]。淋巴结转移的存在可能会导致局部淋巴结增大、结构变化,并与肿瘤细胞的体积、形态以及排列方式产生交叉影响^[13]。这些因素会在图像上表现为更多的纹理细节和不规则性,从而增加 B 组中纹理参数的数值。此外, T3 期直肠癌还可能伴随着肿瘤内部的组织学异质性和微环境的变化^[14]。这些变化包括不同细胞群的存在、血供的改变、坏死区的形成以及纤维化等^[15]。这些因素在磁共振 T2WI 图像上会呈现出不同的纹理特征,如纹理的复杂性、不均匀性的增加,从而导致 B 组中纹理参数的升高。

多因素 Logistic 回归分析显示,磁共振 T2WI 图像纹理相关参数均值、自相关、熵、方差和、对比度均为影响直肠癌 T2/3 分期因素,其中均值、自相关、熵、方差和数值高均为危险因素 ($P < 0.05$),对比度数值高是保护因素 ($P < 0.05$)。均值、自相关、熵和方差的增加可能反映了直肠癌的内部异质性和复杂性。在直肠癌的发展过程中,肿瘤细胞的增殖和排列方式可能出现不均匀和紧密的情况,导致了图像纹理的变化。这些纹理参数的增加可能反映了肿瘤内部细胞密度的变化、组织结构的异质性和肿瘤内部血供的紊乱^[16]。这些因素与直肠癌的 T 分期密切相关,因为 T3 期肿瘤通常会显示更高的内部异质性和复杂性^[17]。其次,对比度的增加被认为是直肠癌 T2/3 分期的保护因素。对比度是指图像中物体与其背景之间的灰度差异。在直肠癌中,对比度的增加可能反映了肿瘤与周围正常组织之间的界限清晰度^[18]。这种清晰度可能代表着肿瘤与周围组织的边界相对完整,没有明显的浸润和侵犯^[19]。因此,对比度的增加可能与较早期的 T2 期直肠癌相关联,从而被认为是保护因素。

磁共振 T2WI 图像纹理相关参数联合检测诊断直肠癌 T2/3 分期的价值更高 (AUC = 0.832),不同的纹理参数反映了肿瘤不同方面的特征,如形态、组织结构的异质性、血供的变化等。这些参数的联合应用可以增加对直肠癌 T2/3 分期的综合评估,提高诊断的准确性^[20]。磁共振 T2WI 图像纹理参数的联合分析可以更全面地捕捉到肿瘤的纹理特征和纹理间的相互关系^[21]。这些信息对于判断肿瘤在 T2 和 T3 期之间的转变具有重要意义。

综上所述,磁共振 T2WI 图像纹理分析在直肠癌 T2/3 分期中具有一定的应用价值,综合纹理分析参数的联合检测能更准确地诊断直肠癌 T2/3 分期。

参考文献

[1] 侯双双,陈路锋,张革红,等.局部进展期直肠癌新辅助放疗联合免疫检查点抑制剂治疗的研究进展[J].中华放射医学与防护杂志,2024,44(8):718-724.

[2] 金京,王华,陈义林.多模态磁共振成像检查影像组学模型对直肠癌微卫星不稳定性的预测价值[J].中华消化外科杂志,2023,22(6):779-787.

[3] 孙跃明,张冬生.结直肠癌微卫星不稳定性检测的应用与挑战[J].中华消化外科杂志,2023,22(6):703-709.

[4] Yan H, Yang H, Jiang P, et al. A radiomics model based on T2WI and clinical indexes for prediction of lateral lymph node metastasis in rectal cancer[J]. Asian J Surg, 2023; S1015-9584(23) 01592-0.

[5] Harada T L, Uematsu T, Nakashima K, et al. Is the presence of edema and necrosis on T2WI pretreatment breast MRI the key to predict pCR of triple negative breast cancer[J]. Eur Radiol, 2020,30(6):3363-3370.

[6] Usuda K, Iwai S, Yamagata A, et al. Novel Insights of T2-Weighted Imaging: Significance for Discriminating Lung Cancer from Benign Pulmonary Nodules and Masses[J]. Cancers (Basel), 2021,13(15):3713.

[7] Teic R V, erbnescu M S, Florescu L M, et al. Tumor Area Highlighting Using T2WI, ADC Map, and DWI Sequence Fusion on bpMRI Images for Better Prostate Cancer Diagnosis[J]. Life (Basel), 2023,13(4):910.

[8] Wang C, Chen J, Zheng N, et al. Predicting the risk of distant metastasis in patients with locally advanced rectal cancer using model based on pre-treatment T2WI-based radiomic features plus postoperative pathological stage[J]. Front Oncol, 2023,13:1109588.

[9] Wen D G, Hu S X, Li Z L, et al. Application of Automated Machine Learning Based on Radiomics Features of T2WI and RS-EPI DWI to Predict Preoperative T Staging of Rectal Cancer[J]. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban, 2021,52(4):698-705.

[10] Liu H, Yin H, Li J, et al. A Deep Learning Model Based on MRI and Clinical Factors Facilitates Noninvasive Evaluation of KRAS Mutation in Rectal Cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2022,56(6):1659-1668.

[11] Xu Z, Zhao K, Han L, et al. Combining quantitative and qualitative magnetic resonance imaging features to differentiate anorectal malignant melanoma from low rectal cancer[J]. Precis Clin Med, 2021,4(2):119-128.

[12] Jang J K, Lee C M, Park S H, et al. How to Combine Diffusion-Weighted and T2-Weighted Imaging for MRI Assessment of Pathologic Complete Response to Neoadjuvant Chemoradiotherapy in Patients with Rectal Cancer[J]. Korean J Radiol, 2021,22(9):1451-1461.

[13] Azamat S, Karaman S, Azamat I F, et al. Complete Response Evaluation of Locally Advanced Rectal Cancer to Neoadjuvant Chemoradiotherapy Using Textural Features Obtained from T2 Weighted Imaging and ADC Maps[J]. Curr Med Imaging, 2022,18(10):1061-1069.

[14] Popita A R, Lisencu C, Rusu A, et al. MRI Evaluation of Complete and Near-Complete Response after Neoadjuvant Therapy in Patients with Locally Advanced Rectal Cancer[J]. Diagnostics (Basel), 2022,12(4):921.

[15] Santiago I, Barata M, Figueiredo N, et al. The split scar sign as an indicator of sustained complete response after neoadjuvant