

动态增强 MRI 定量参数与可切除胃腺癌 T、N 分期的相关性分析

吴越, 闫亮亮, 黎海亮, 许春苗, 窦新民

(郑州大学附属肿瘤医院, 河南省肿瘤医院, 河南 郑州 450008)

摘要: [目的] 探讨动态增强磁共振成像(DCE-MRI)定量 DCE 参数与胃腺癌 T、N 分期的相关性。[方法] 纳入河南省肿瘤医院 2019 年 1 月至 2021 年 9 月行 DCE-MRI 检查的胃腺癌患者 88 例, 采用 Spearman 秩相关分析评价定量 DCE 参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与胃腺癌 T、N 分期的相关性。对上述差异有统计学意义的参数绘制 ROC 曲线以明确鉴别胃腺癌 T、N 分期的最佳诊断参数及诊断效能。[结果] 定量 DCE 参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与 T 分期呈正相关($r=0.597, 0.510, 0.476, P$ 均 <0.001)。ROC 分析表明 V_e 是鉴别胃腺癌 T 分期的最佳参数, 其 AUC 值为 0.924, 灵敏度和特异度分别为 100.0%、83.5%。 K^{trans} 与 N 分期呈正相关($r=0.276, P=0.009$)。 K^{trans} 鉴别 N 分期的 AUC 值为 0.574, 灵敏度和特异度分别为 47.8%、76.9%。[结论] 定量 DCE 参数与胃腺癌 T、N 分期存在一定相关性, 可能为从 DCE-MRI 方面评估胃腺癌的生物行为、恶性程度及治疗方案的选择等提供了理论依据。

关键词: 胃腺癌; 动态增强磁共振成像; 定量 DCE 参数; T 分期; N 分期

中图分类号: R735.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2022)04-0285-06

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2022.04.B006

Relationship of Quantitative Dynamic Contrast-Enhanced MRI Parameters with T and N Staging of Resectable Gastric Adenocarcinoma

WU Yue, YAN Liang-liang, LI Hai-liang, XU Chun-miao, DOU Xin-min

(Affiliated Cancer Hospital of Zhengzhou University & Henan Cancer Hospital, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: [Objective] To investigate the correlation of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging(DCE-MRI) parameters with T and N staging of gastric adenocarcinoma. [Methods] Eighty-eight patients with gastric adenocarcinoma who underwent DCE-MRI examination in Henan Cancer Hospital from January 2019 to September 2021 were enrolled. Spearman rank correlation analysis was used to evaluate the correlation of quantitative DCE parameters K^{trans} , K_{ep} , V_e with T and N staging of gastric adenocarcinoma. ROC analysis were performed for the above parameters with statistically significant differences to determine the best diagnostic parameters and their diagnostic performance for T and N staging of gastric adenocarcinoma. [Results] Quantitative DCE parameters K^{trans} , K_{ep} , V_e were positively correlated with T staging($r=0.597, 0.510, 0.476$, all $P<0.001$), and ROC analysis showed that V_e was the best parameter to diagnose T staging of gastric adenocarcinoma, the AUC value was 0.924, and the sensitivity and specificity were 100.0% and 83.5%, respectively. K^{trans} was positively correlated with N staging ($r=0.276, P=0.009$), and the AUC value of K^{trans} to determine N staging was 0.574, and the sensitivity and specificity were 47.8% and 76.9%, respectively. [Conclusion] The quantitative DCE parameters are correlated with T and N staging of gastric adenocarcinoma, indicating that DCE-MRI may be used to evaluate the biological behavior, malignant degree and treatment options of gastric adenocarcinoma.

Subject words: gastric adenocarcinoma; dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; quantitative DCE parameters; T stage; N stage

胃癌是我国常见恶性肿瘤之一, 其发病和死亡

分别居全部恶性肿瘤发病和死亡的第 2 位和第 3 位^[1]。

通常临床医生依据胃癌的 TNM 分期来确定胃癌的治疗手段, $cT_{1-4}N_0M_0$ 胃癌推荐内镜下切除, $cT_{1b}N_0M_0\sim$

通信作者: 黎海亮, E-mail: cjr.lihai-liang@vip.163.com

收稿日期: 2022-03-04; 修回日期: 2022-03-26

cT₂N₀M₀ 胃癌适合手术切除, cT₁₋₂N₁₋₃M₀~cT_{3-4a}N₁₋₃M₀(Ⅱ~Ⅲ期)胃癌适合胃切除或胃切除+辅助化疗联合治疗, Ⅳ期胃癌需要多学科团队(multi-disciplinary team, MDT)共同讨论来确定最佳治疗方案^[2]。因此, 通过影像学检查准确判断胃癌的浸润深度、有无淋巴结转移及远处转移, 对临床医生选择个体化治疗方案以及评估治疗效果和评价预后至关重要。

通常评价 TNM 分期最常用的影像学手段是超声内镜和 CT 检查^[3]。而随着磁共振成像(MRI)技术的发展, 近些年 MRI 也越来越多的开始应用于胃癌评估。与超声内镜和 CT 相比, MRI 能更清楚地显示胃壁及周围结构的层次^[4]。有文献表明 MRI 可以更准确地判定胃癌的 T、N 分期, 其评估胃癌 T 分期的准确率为 83%~95%^[4-5]; 而超声内镜和 CT 判定胃癌 T 分期的准确率分别为 75.0%、62.5%~85.0%^[4-7]。

此外, 动态增强 MRI(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI) 还提供多种定量参数来评估胃癌, 其中定量 DCE 参数 K^{trans}、K_{ep}、V_e 是近几年 MRI 研究中常用的肿瘤评估参数, 它们主要反映肿瘤内新生血管壁的通透性以及肿瘤的灌注情况^[8]。由于不同 T、N 分期胃癌内血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)的表达程度不同, 会导致新生血管的增殖程度不同^[9-10], 因此理论上探讨定量 DCE 参数与胃癌 T、N 分期的相关性是可行的, 这在直肠癌、宫颈癌、鼻咽癌、食管癌中都有研究^[11-14]。

腺癌是胃癌的主要组织学类型。本文研究的目的就是探讨定量 DCE-MRI 参数与胃腺癌 T、N 分期的相关性, 从而为胃腺癌的术前评估及治疗方案的选择等提供新思路。

1 资料与方法

1.1 临床资料

搜集自 2019 年 1 月至 2021 年 9 月于河南省肿瘤医院行胃部平扫+多期增强 MRI 检查并经手术病理证实为胃腺癌的患者。所有患者在 MRI 检查前签署知情同意书。入组标准: (1) 患者均为首诊, 均未进行过手术、放疗、化疗或靶向治疗等; (2) MRI 检查结束后一周内行内镜切除术或外科手术切除者。排除标准: (1) 组织病理学证实为非腺癌的其他病理类型

者, 如鳞状细胞癌、息肉、间质瘤等; (2) 接受早期化疗者; (3) 临床分期超过 T_{4b}N₀M₀ 的无法手术患者。

本研究共纳入 88 例胃腺癌患者, 年龄 45~90 岁, 平均(63.1±8.7)岁。病灶主体部分位于贲门者 49 例, 位于胃体或胃窦者 39 例。病变平均浸润深度(14.2±7.3) mm。经病理证实, T₁、T₂、T₃、T₄ 病例数分别为 9 例、11 例、48 例、20 例, N₀、N₁、N₂、N₃ 病例数分别为 42 例、23 例、21 例、2 例。由于本研究纳入病例为未经其他治疗的原发可切除胃腺癌患者, N₃ 的病例很少(只有 2 例), 因此本研究将 N₂ 和 N₃ 期病例合并为 N₂₊₃ 组。

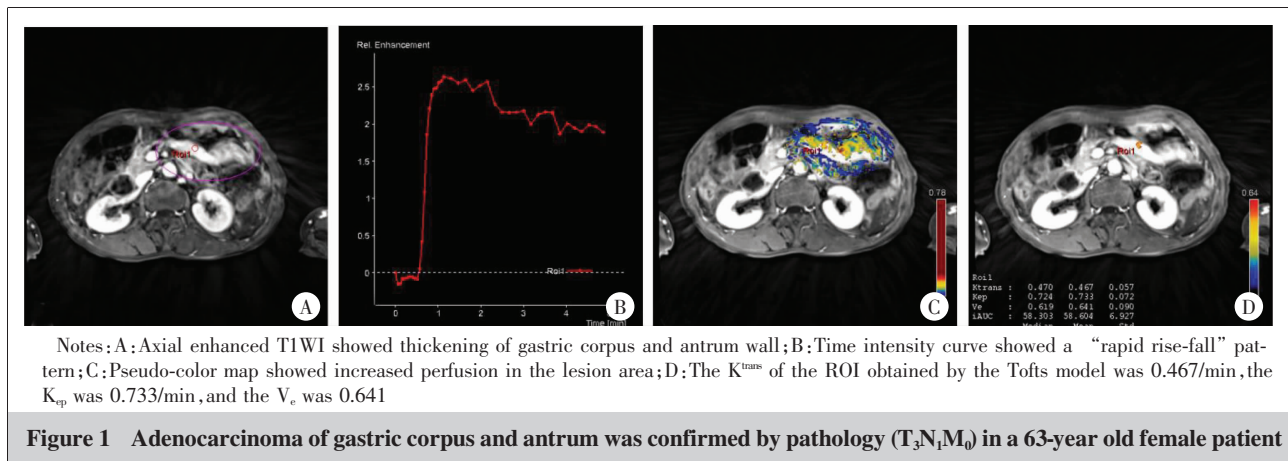
1.2 MRI 检查方法

使用西门子 3.0T MR 扫描仪(MAGNETOM Skyra, 德国西门子公司), 采用 18 通道体部线圈和 32 通道脊柱线圈。患者取仰卧位, 头先进。使用钆喷酸葡胺对比剂(Gd-DTPA, 广州康晨药业有限公司, 国药准字 H10950272)经肘前静脉以 0.2 mL/kg 剂量和 2.5 mL/s 流速注射, 然后再以相同流速注入 20 mL 生理盐水。所有患者行 MRI 检查前禁食 6~8 h, 并于检查前约 10 min 肌注盐酸消旋山莨菪碱 10 mg。MRI 检查前 1~2 min 嘱患者口服 800~1 000 mL 水。

扫描参数包括: (1) 横轴位 T1WI: TR/TE=4.34 ms/1.34 ms, 层厚=3 mm, FOV=380 mm×380 mm; (2) 横轴位 T2WI: TR/TE=4 000~8 000 ms/96 ms, 层厚=5.5 mm, FOV=380 mm×380 mm; (3) 横轴位 DWI: TR/TE=2 600 ms/51 ms, 层厚=5.5 mm, FOV=340 mm×340 mm, b=50, 800 s/mm²; (4) DCE-MRI 检查采用自由呼吸放射状 k 空间填充方式的容积内插体部检查技术(Star volumetric interpolated breath-hold examination, StarVIBE), 共采集 42 期, 总采集时间为 324 s。StarVIBE 参数如下: TR/TE=3.87 ms/1.82 ms, 层厚=2.5 mm, FOV=380 mm×380 mm, 翻转角=12°。

1.3 图像分析

所有数据由两名放射诊断医师在未知组织病理学结果的前提下各自独立分析。将图像数据传入系统自带的后处理系统, 进入“Tissue 4D”软件包。根据 T2WI、DWI 和 DCE 图像, 在肿瘤实质强化最明显的层面选取感兴趣区(region of interest, ROI), 确保避开囊变坏死区。通过 Tofts 两室模型自动获得定量 DCE 参数 K^{trans}、K_{ep}、V_e 值(Figure 1)。两名放射诊断医师各自测得的定量 DCE 参数取平均值得到最终



的定量 DCE 参数。

1.4 确定 T 和 N 分期

将手术切除的胃腺癌标本进行固定、石蜡包埋、切片及 HE 染色等处理后，由两名病理科诊断医师以美国癌症联合委员会/国际抗癌联盟 (American Joint Committee on Cancer / Union for International Cancer Control, AJCC/UICC) 第 8 版为评价标准对标本进行 T 和 N 分期评价。T 分期评价标准: T_1 : 肿瘤侵犯至黏膜层或黏膜下层; T_2 : 肿瘤侵犯至固有肌层; T_3 : 肿瘤侵犯至浆膜下脂肪组织层; T_4 : 肿瘤侵犯至浆膜或侵及邻近脏器。N 分期的判定标准: N_0 : 无区域淋巴结转移; N_1 : 1~2 个区域淋巴结转移; N_2 : 3~6 个区域淋巴结转移; N_3 : 超过 7 个区域淋巴结转移。

1.5 统计学处理

应用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。定量 DCE 参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 均以均数±标准差表示。采用 Spearman 秩相关分析评价胃癌定量 DCE 参数与 T、N 分期的相关性。对上述差异有统计学意义的参数绘制 ROC 曲线以明确鉴别胃癌 T、N 分期的最佳诊断参数及诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

定量 DCE 参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与胃腺癌 T 分期均存在正相关性 ($r=0.597, 0.510, 0.476, P$ 均 < 0.001); K^{trans} 与 N 分期存在正相关性 ($r=0.276, P=0.009$), 而 K_{ep} 、 V_e 与 N 分期无相关性 (P 均 > 0.05) (Table 1)。

ROC 分析表明, V_e 是鉴别 T 分期的最佳参数, AUC 值为 0.924, 灵敏度和特异度分别为 100.0%、83.5%, 最佳诊断阈值为 0.401。ROC 分析表明, K^{trans} 鉴别 N 分期的 AUC 值为 0.574, 灵敏度和特异度分别为 47.8%、76.9%, 最佳诊断阈值为 0.212 (Table 2, Figure 2)。

3 讨论

本研究分析了定量 DCE 参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与胃腺癌 T、N 分期的相关性, 发现 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与 T 分期存在正相关, K^{trans} 与 N 分期存在正相关, 且 V_e 是鉴别胃腺癌 T 分期的最佳参数, K^{trans} 是鉴别 N 分期的

Table 1 Correlation of quantitative DCE parameters with T and N staging

Index	N	K ^{trans} (/min)			K _{ep} (/min)			V _e		
		$\bar{x}\pm s$	<i>r</i>	<i>P</i>	$\bar{x}\pm s$	<i>r</i>	<i>P</i>	$\bar{x}\pm s$	<i>r</i>	<i>P</i>
T stage										
T ₁	9	0.14±0.14			0.18±0.47			0.08±0.16		
T ₂	11	0.23±0.07	0.597	<0.001	0.27±0.28	0.510	<0.001	0.45±0.26	0.476	<0.001
T ₃	48	0.34±0.20			0.49±0.44			0.53±0.27		
T ₄	20	0.51±0.18			0.80±0.37			0.67±0.18		
N stage										
N ₀	42	0.31±0.20			0.46±0.47			0.48±0.28		
N ₁	23	0.32±0.21	0.276	0.009	0.46±0.44	0.183	0.089	0.45±0.29	0.187	0.080
N ₂₋₃	23	0.44±0.20			0.62±0.41			0.63±0.25		

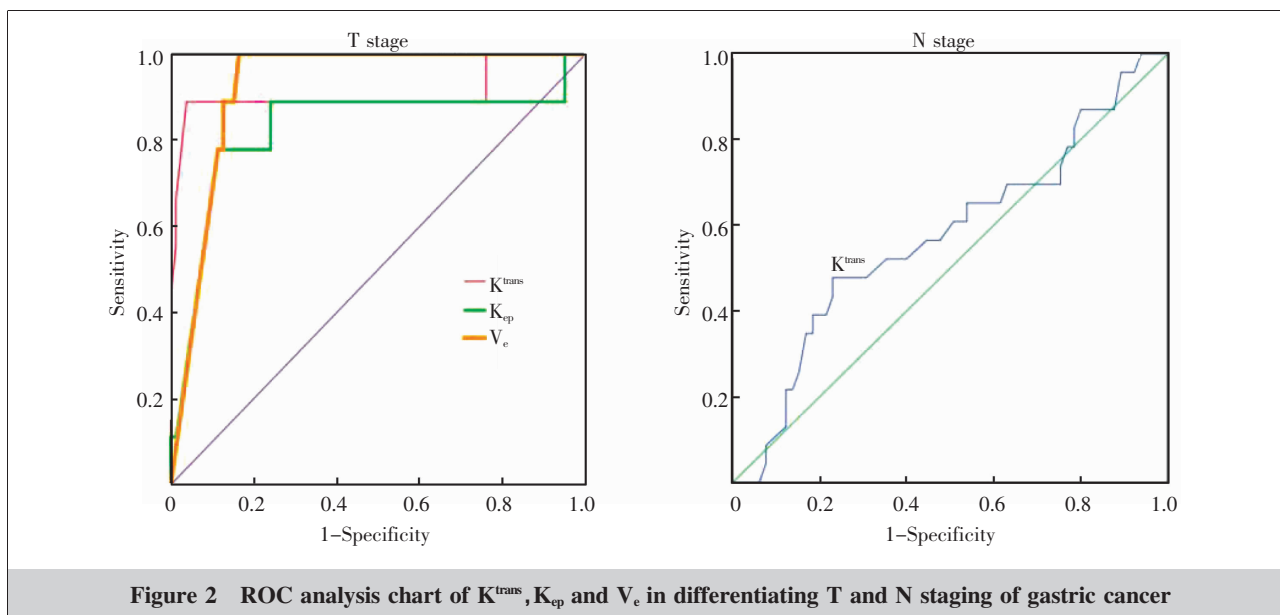


Table 2 ROC analysis of quantitative DCE parameters in identifying T and N staging of gastric cancer

Index	AUC(95%CI)	P	Diagnostic threshold	Sensitivity (%)	Specificity (%)
T stage					
$K^{\text{trans}}/(\text{min})$	0.908(0.752~1.000)	<0.001	0.130	88.9	96.2
$K_{\text{ep}}/(\text{min})$	0.826(0.637~1.000)	0.001	0.208	88.9	75.9
V_e	0.924(0.868~0.980)	<0.001	0.401	100.0	83.5
N stage					
$K^{\text{trans}}/(\text{min})$	0.574(0.432~0.715)	0.294	0.212	47.8	76.9

最佳参数。

3.1 定量 DCE 参数的临床意义

定量 DCE 参数 K^{trans} 反映对比剂从血管渗透到血管外细胞外间隙(extracellular extravascular space, EES) 的转移速率, K_{ep} 反映对比剂从 EES 返流回血管的转移速率。通常 K^{trans} 和 K_{ep} 值可反映肿瘤组织的灌注情况及组织微血管壁的通透性特点。其中, K^{trans} 与血流量、血管壁通透性和微循环血管表面积有关, K_{ep} 与血管壁通透性有关^[15-16]。 V_e 主要反映对比剂占整个 EES 的体积分数, 是 K^{trans} 和 K_{ep} 的比值。通常 V_e 值越高, 血管外细胞外间隙就越大, 肿瘤间质比例就越高, 代表肿瘤生长速度越快, 其恶性程度就越高^[17-18]。

3.2 定量 DCE 参数与胃腺癌 T 分期的相关性

本研究发现, K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 与胃腺癌 T 分期呈正相关。部分学者也得出相似结论^[9,19], 这表明 T 分期越高的胃癌具有更高的微血管通透性。其可能的机制是 T 分期越高的胃癌, 其 VEGF 表达越高, VEGF

可诱导血管内皮细胞分裂并增加微血管通透性^[9-10], 因此导致有更多的血管内液及大量的营养物质和氧气通过新生血管壁进入 EES, 为肿瘤细胞的快速分裂增殖提供必要的营养支持^[20], 也就导致 T 分期越高的胃癌向邻近组织浸润的倾向越高。另外, 有学者认为在肿瘤进展过程中, 肿瘤细胞间黏附因子会减少或缺失, 这会导致肿瘤细胞与细胞间的 EES 增大, 使得 V_e 值明显增高^[21]。

ROC 分析表明, V_e 是鉴别 T 分期的最佳参数, AUC 值为 0.924, 灵敏度和特异度分别为 100.0%、83.5%。Joo 等^[8]和 Yan 等^[19]也发现 V_e 是鉴别胃癌 T 分期的最佳参数。原因可能是: 相比 K^{trans} 和 K_{ep} 通过反映肿瘤血管壁通透性, 间接反映肿瘤的微循环灌注情况, V_e 能更直观地反映胃癌内间质的情况, 即直接反映胃癌细胞的生长环境情况。当胃癌间质成分增多, 代表胃癌细胞可获取的营养物质增多, 胃癌更具有向邻近组织浸润的倾向。

3.3 定量 DCE 参数与胃腺癌 N 分期的相关性

本研究还发现, K^{trans} 与 N 分期存在正相关。这在直肠癌、头颈部鳞状细胞癌和宫颈癌中也得到证实^[12,22-23]。其可能的机制是胃周淋巴结血管丰富, 血管系统通过高内皮小静脉 (high-endothelial venules, HEVs) 与淋巴管相通^[24]。一旦肿瘤细胞从原发肿瘤逃逸, 它们就会通过 HEVs 进入胃周淋巴结, 导致淋

巴结转移。此外,随着原发肿瘤恶性程度的增加,肿瘤内的 E-钙黏蛋白表达会减少或消失,导致肿瘤细胞间黏附力下降,肿瘤细胞易脱落而进入 EES^[25-26]。随着肿瘤恶性程度的增加,新生血管壁通透性也会增加,最终导致脱落的肿瘤细胞通过 EES 进入血管,接着通过 HEVs 到达胃周淋巴结,导致胃周淋巴结转移。

ROC 分析表明, K^{trans} 鉴别胃腺癌 N 分期的 AUC 值为 0.574,灵敏度和特异度分别为 47.8%、76.9%。Yan 等^[19]发现 V_e 鉴别胃癌 N 分期的 AUC 值为 0.590,灵敏度和特异度分别为 71.4%和 89.9%。总体来说,定量 DCE 参数鉴别 N 分期的诊断效能都不高,原因可能是各定量参数的获取来源是原发胃癌病灶,而不是直接获取于胃周淋巴结。Yang 等^[27]发现直接获取于直肠癌周围的小于 5 mm 的淋巴结, K^{trans} 值鉴别诊断肠周淋巴结转移的 AUC 值可达到 0.732,而目前尚未发现有关获取于胃周淋巴结的定量 DCE 参数鉴别胃癌 N 分期的文献。

3.4 本研究的局限性

本研究有一些局限性。首先,由于病例数较少,将 N₂ 和 N₃ 期进行了合并,这可能会为结果带来一些偏倚。其次,只分析了胃腺癌的特征,其他病理类型未纳入研究。再次,在评价 N 分期时,没有重新选取胃周淋巴结作为定量 DCE 参数的获取来源,这将在以后的研究中再做探讨。

总之,本研究表明定量 DCE 参数与胃腺癌 T、N 分期存在一定相关性,这为从 DCE-MRI 角度评估胃腺癌的生物行为、恶性程度及治疗方案的选择等提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 孙可欣,郑荣寿,张思维,等. 2015 年中国分地区恶性肿瘤发病和死亡分析[J]. 中国肿瘤,2019,28(1):1-11.
Sun KX,Zheng RS,Zhang SW,et al. Report of cancer incidence and mortality in different areas of China,2015[J]. China Cancer,2019,28(1):1-11.
- [2] Wang FH,Shen L,Li J,et al. The Chinese Society of Clinical Oncology(CSCO): clinical guidelines for the diagnosis and treatment of gastric cancer [J]. Cancer Commun (Lond),2019,39(1):10.
- [3] 孙凌宇. 从分期标准演变看胃癌评估体系的发展趋势[J]. 中华胃肠外科杂志,2018,21(10):1113-1120.

- Sun LY. Development trend of assessment system in gastric cancer based on evolution of staging criteria [J]. Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery,2018,21 (10): 1113-1120.
- [4] Seevaratnam R,Cardoso R,McGregor C,et al. How useful is preoperative imaging for tumor,node,metastasis (TNM) staging of gastric cancer? A meta-analysis[J]. Gastric Cancer,2012,15 Suppl 1:S3-S18.
- [5] 周衍锋,张景峰. 磁共振和多层螺旋 CT 在胃癌术前诊断及分期上的临床应用[J]. 中国中西医结合消化杂志,2013,21(8):423-425.
Zhou YF,Zhang JF. Clinical application of magnetic resonance and multi-slice spiral CT in preoperative diagnosis and staging of gastric cancer [J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine on Digestion,2013,21(8):423-425.
- [6] Cardoso R,Coburn N,Seevaratnam R,et al. A systematic review and meta-analysis of the utility of EUS for preoperative staging for gastric cancer [J]. Gastric Cancer,2012,15 Suppl 1:S19-S26.
- [7] 李一帆,刘儒月,魏文剑. 胃癌内镜筛查的卫生经济学评价[J]. 中国肿瘤,2022,31(3):169-176.
Li YF,Liu RY,Wei WJ. Health economics evaluation of endoscopic screening for gastric cancer[J]. China Cancer,2022,31(3):169-176.
- [8] Joo I,Lee JM,Han JK,et al. Dynamic contrast-enhanced MRI of gastric cancer: correlation of the perfusion parameters with pathological prognostic factors [J]. J Magn Reson Imaging,2015,41(6):1608-1614.
- [9] Park DJ,Yoon C,Thomas N,et al. Prognostic significance of targetable angiogenic and growth factors in patients undergoing resection for gastric and gastroesophageal junction cancers[J]. Ann Surg Oncol,2014,21(4):1130-1137.
- [10] Dvorak HF. Vascular permeability factor/vascular endothelial growth factor: a critical cytokine in tumor angiogenesis and a potential target for diagnosis and therapy[J]. J Clin Oncol,2002,20(21):4368-4380.
- [11] 谢宗源,虞向阳,董健,等. 动态增强磁共振成像在直肠癌术前 TN 分期中的应用价值 [J]. 实用放射学杂志,2018,34(12):1878-1881.
Xie ZY,Yu XY,Dong J,et al. The application value of DCE-MRI in the preoperative TN staging of rectal cancer[J]. Journal of Practical Radiology,2018,34(12):1878-1881.
- [12] Wu Q,Shi D,Dou S,et al. Radiomics analysis of multiparametric MRI evaluates the pathological features of cervical squamous cell carcinoma[J]. J Magn Reson Imaging,

- 2019, 49(4):1141-1148.
- [13] 倪良平, 刘影. DCE-MRI 与 DWI 对鼻咽癌临床分期诊断价值的比较研究 [J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(4): 518-522.
Ni LP, Liu Y. To compare the value of clinical stage of nasopharyngeal carcinoma diagnosed by DCE-MRI and DWI[J]. Journal of Clinical Radiology, 2016, 35(4):518-522.
- [14] 李琳琳, 朱绍成, 务森, 等. 动态增强 MRI 定量参数与食管鳞癌病理分级的相关性研究 [J]. 中华放射学杂志, 2018, 52(3):204-208.
Li LL, Zhu SC, Wu S, et al. Correlation of quantitative parameters from dynamic contrast-enhanced MRI with pathological grades of esophageal squamous cell carcinoma[J]. Chinese Journal of Radiology, 2018, 52(3):204-208.
- [15] Ahn SJ, An CS, Koom WS, et al. Correlations of 3T DCE-MRI quantitative parameters with microvessel density in a human-colorectal-cancer xenograft mouse model [J]. Korean J Radiol, 2011, 12(6):722-730.
- [16] Tofts PS, Brix G, Buckley DL, et al. Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T(1)-weighted MRI of a diffusible tracer: standardized quantities and symbols[J]. J Magn Reson Imaging, 1999, 10(3):223-232.
- [17] Dijkhoff RAP, Maas M, Martens MH, et al. Correlation between quantitative and semiquantitative parameters in DCE-MRI with a blood pool agent in rectal cancer: can semiquantitative parameters be used as a surrogate for quantitative parameters?[J]. Abdom Radiol(NY), 2017, 42(5):1342-1349.
- [18] 陈露方, 徐香玖. ADC 值和 DCE-MRI 定量参数值与直肠癌临床病理的相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(8):1218-1221, 1225.
Chen LF, Xu XJ. Correlations between ADC and dynamic contrast-enhanced quantitative parameters of 3.0T MR and clinical pathological features of rectal cancer[J]. Journal of Practical Radiology, 2016, 32(8):1218-1221, 1225.
- [19] Yan L, Qu J, Li J, et al. Predicting T and N staging of resectable gastric cancer according to whole tumor histogram analysis about a non-cartesian k-space acquisition DCE-MRI: a feasibility study [J]. Cancer Manag Res, 2021, 13:7951-7960.
- [20] Chen YL, Li R, Chen TW, et al. Whole-tumour histogram analysis of pharmacokinetic parameters from dynamic contrast-enhanced MRI in resectable oesophageal squamous cell carcinoma can predict T-stage and regional lymph node metastasis[J]. Eur J Radiol, 2019, 112:112-120.
- [21] Chen Y, Yang X, Wen Z, et al. Association between high-resolution MRI-detected extramural vascular invasion and tumour microcirculation estimated by dynamic contrast-enhanced MRI in rectal cancer: preliminary results [J]. BMC Cancer, 2019, 19(1):498.
- [22] Yu XP, Wen L, Hou J, et al. Discrimination of metastatic from non-metastatic mesorectal lymph nodes in rectal cancer using quantitative dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging [J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2016, 36(4):594-600.
- [23] Yan S, Wang Z, Li L, et al. Characterization of cervical lymph nodes using DCE-MRI: Differentiation between metastases from SCC of head and neck and benign lymph nodes[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2016, 64(2):213-222.
- [24] Willard-Mack CL. Normal structure, function, and histology of lymph nodes[J]. Toxicol Pathol, 2006, 34(5):409-424.
- [25] Na TY, Schecterson L, Mendonsa AM, et al. The functional activity of E-cadherin controls tumor cell metastasis at multiple steps[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2020, 117(11): 5931-5937.
- [26] 赵慧晨, 王赛琪, 陈贝贝. E-钙黏蛋白在胃癌中的研究进展及临床应用[J]. 肿瘤学杂志, 2021, 27(10):813-817.
Zhao HC, Wang SQ, Chen BB. The research progress and clinical application of E-cadherin in gastric cancer [J]. Journal of Chinese Oncology, 2021, 27(10):813-817.
- [27] Yang X, Chen Y, Wen Z, et al. Role of quantitative dynamic contrast-enhanced MRI in evaluating regional lymph nodes with a short-axis diameter of less than 5 mm in rectal cancer[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 212(1):77-83.