

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003234

MRI 瘤周特征在预测结直肠癌肝转移非解剖性肝切除术预后的价值

刘 柳¹, 周 印¹, 李庆姝², 谢亮华¹, 毛 芸¹

(1. 重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016; 2. 重庆医科大学基础医学院病理教研室, 重庆 400016)

【摘要】目的:研究结直肠癌肝转移(colorectal liver metastases, CRLM)瘤周影像特征在非解剖切除(non-anatomic resection, NAR)后 CRLM 患者中长期预后的价值。**方法:**回顾性纳入术前先行腹部钆塞酸二钠增强磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)和 NAR 术后的 CRLM 患者。影像特征评估动脉期瘤周高强化、肝胆期(hepatobiliary phase, HBP)瘤周低摄取和瘤周胆管扩张。应用 Kaplan-Meier 法计算生存率, 并采用 Cox 比例风险回归模型进行单因素和多因素分析以确定无肝内复发生存期(liver recurrence-free survival, LRFS)、无复发生存期(recurrence-free survival, RFS)和总生存期(overall survival, OS)的独立预测因素。**结果:**本研究共纳入 36 例患者, 58 个 CRLM 病灶。存在和不存在动脉期瘤周高强化的患者 3 年 LRFS 和 RFS 率有统计学差异(LRFS: 14.3% vs. 43.9%, $P=0.005$; RFS: 14.3% vs. 40.3%, $P=0.006$)。动脉期瘤周高强化与较差的 LRFS($P=0.002$, $HR=5.541$, 95%CI=1.853~15.975)和较差的 RFS($P=0.002$, $HR=5.392$, 95%CI=1.887~15.412)独立相关。胆管扩张和 HBP 瘤周低摄取均不为 LRFS、RFS 和 OS 的独立预测因素。**结论:**动脉期瘤周高强化是接受 NAR 的 CRLM 患者 LRFS 和 RFS 预后因子。

【关键词】结直肠癌肝转移; 磁共振成像; 肝切除术; 预后**【中图分类号】**R445**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2022-09-15

Potential predictor of MRI peritumoral features in prognosis for colorectal liver metastases after non-anatomical hepatectomy

Liu Liu¹, Zhou Yin¹, Li Qingshu², Xie Lianghua¹, Mao Yun¹

(1. Department of Radiology; 2. Teaching and Research Section of Pathology, College of Basic Medical Sciences, Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To evaluate the potential long-term prognostic impact of peritumoral imaging features in patients with colorectal liver metastases (CRLM) after non-anatomic resection (NAR). **Methods:** Thirty-six patients who had abdominal gadoteric acid-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) before CRLM surgery were included in this retrospective research. Peritumoral early enhancement, peritumoral hypointensity on hepatobiliary phase (HBP), and biliary dilatation to the CRLM at MRI were evaluated. Survival estimates were calculated using the Kaplan-Meier method, and multivariate analysis was conducted to identify independent predictors of liver recurrence-free survival (LRFS), recurrence-free survival (RFS) and overall survival (OS). **Results:** Overall, 36 patients with 58 CRLM were evaluated. There was a significant difference in 3-year LRFS and RFS rates between patients with and without peritumoral early enhancement (LRFS: 14.3% vs. 43.9%, $P=0.005$; RFS: 14.3% vs. 40.3%, $P=0.006$). Peritumoral early enhancement was associated with poor LRFS [$P=0.002$, hazard ratio (HR)=5.541, 95%CI=1.853~15.975] and poor RFS ($P=0.002$, $HR=5.392$, 95%CI=1.887~15.412) in patients with CRLM after NAR. However, bile duct dilatation and peritumoral hypointensity on HBP were not independent predictors of LRFS, RFS and OS. **Conclusion:** In patients with CRLM after NAR, peritumoral early enhancement was predictor of LRFS and RFS.

【Key words】colorectal liver metastases; magnetic resonance imaging; hepatectomy; prognosis肝脏是结直肠癌最常见的转移部位^[1], 转移率为 40%~50%^[2]。结直肠癌肝脏寡转移(即转移部位仅限于肝脏且数量有限)可通过切除和局部治疗使患者获益^[3-4]。通过治愈性的手术切除, 寡转移性的结直肠癌肝转移(colorectal liver metastases, CRLM)患者 5 年生存率可从 9% 提高到 20%~50%^[5-6]。

近 5 年来, 由于非解剖切除(non-anatomic resection, NAR)有较低的术后肝功能衰竭风险和较高的二次手术切除率。因此, 目前在保证手术切缘阴

作者介绍: 刘 柳, Email: llliu0914@163.com,

研究方向: 腹部影像诊断。

通信作者: 毛 芸, Email: maoyun1979@163.com。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 81901909); 重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划资助项目(编号: W0096)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1046.R.20230602.1444.026.html> (2023-06-05)

性的情况下,更推荐采用保留更多肝实质的NAR^[7]。

钆塞酸二钠增强磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为目前临床术前无创性CRLM评估的最优成像方式^[8], Nakai Y等^[9]的研究已表明异常的瘤周影像特征,即动脉期瘤周高强化、肝胆期(hepatobiliary phase, HBP)瘤周低摄取和胆管扩张,对根治性手术后的CRLM患者预后具有预测作用。这项研究未限定根治性手术的方式,而且为单中心研究。因此这些影像特征在NAR后的CRLM患者中是否具有同样的预测潜能尚不清楚,还需要进一步验证。

因此,本研究目的为讨论CRLM瘤周影像特征能否预测NAR后CRLM患者的长期预后。

1 材料与方法

1.1 患者选择

本机构伦理委员会已批准此项研究(批准号:2022-K311)。回顾性收集重庆医科大学附属第一医院2014年8月至2021年1月所有接受术前腹部钆塞酸二钠增强MRI检查的CRLM患者^[6]。排除标准:①接受解剖性切除的患者;②接受新辅助化疗或原发灶切除后辅助化疗期间出现CRLM的患者;③术前接受肝脏介入治疗的患者,包括经动脉化疗栓塞或射频消融;④合并有肝外转移的患者;⑤进行二次肝脏切除的患者;⑥合并其他部位恶性肿瘤的患者;⑦随访时间少于12个月的患者;⑧手术切缘阳性的患者;⑨有5个及以上CRLM的患者。

收集临床病理特征,包括年龄、性别、是否存在乙型肝炎病毒(hepatitis B virus, HBV)/丙型肝炎病毒(hepatitis C virus, HCV)感染、原发肿瘤位置、同时性或异时性肝转移、术前肝功能^[10]、血清癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)水平、血清甲胎蛋白(alpha-fetoprotein, AFP)水平、原发肿瘤分期和肝切除手术方法。

1.2 术前评估和手术方法

术前均通过多期增强CT计算术前全肝体积和术后估计残余肝体积。肝功能的评估通过吲哚菁绿15 min滞留率和

CT肝脏体积测量。所有患者的手术方式都由结直肠癌多学科团队(multidisciplinary team, MDT)讨论设计,并由2位超过20年肝切除经验的肝胆外科医生实施。

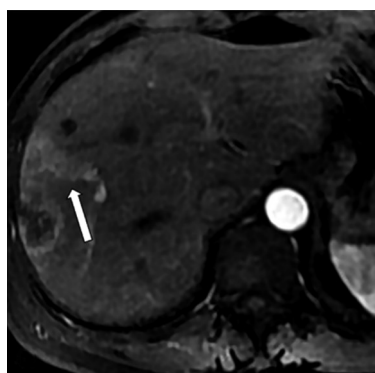
手术方式分为解剖性切除术(anatomic resection, AR)和NAR。AR定义为按肝内血管、胆管解剖特点,沿解剖学上的标志切除相应肝组织。AR可分为肝段切除术、半肝切除术、多肝段切除术^[11]。NAR定义为切除至少1个转移灶,包括显微镜下正常肝组织的边缘,不考虑肝脏解剖结构。

1.3 MR图像扫描

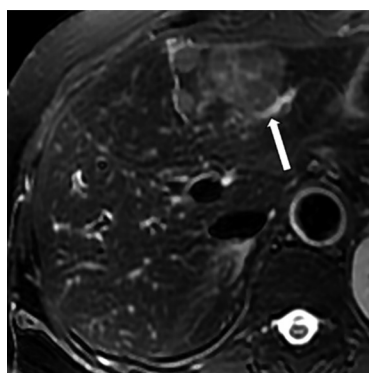
所有患者均采用3.0 T MRI扫描仪(Signa HD Excite; GE Healthcare, Milwaukee, WI)。获得常规的同相位和反相位T1加权图像,重复时间(time of repetition, TR)260 ms;回波时间(time of echo, TE)分别为2.3 ms和4.6 ms;翻转角度80°;扫描矩阵384 × 160;视野400 mm × 400 mm;层厚5 mm;层间距2 mm。使用脂肪抑制的三维T1加权肝脏容积加速采集成像(liver acquisition with volume acceleration-extended volume, LAVA-XV)序列(TR 4 ms; TE 1.9 ms; 翻转角12°; 矩阵320 × 224; 视野380 mm × 304 mm; 层厚4 mm; 层间距0 mm)在轴位获得预对比图像。所有患者均使用动力注射器以1 mL/s的速度静脉注射25 mmol/kg (0.1 mL/kg)钆塞酸二钠注射液(正大天晴药业, 中国江苏),注射后用20 mL生理盐水以同样流率进行冲洗。给予对比剂后,使用T1加权三维LAVA-XV序列获得早期动脉期(20~25 s)、晚期动脉期(40~45 s)、门静脉期(65~70 s)、过渡期(3~5 min)和HBP(10~20 min)图像。使用呼吸机触发技术获得T2加权快速自旋回波序列(TR 4 400 ms; TE 85 ms; 翻转角90°; 矩阵320 × 224; 视野400 mm × 300 mm; 层厚5 mm; 层间距1 mm)。

1.4 图像分析

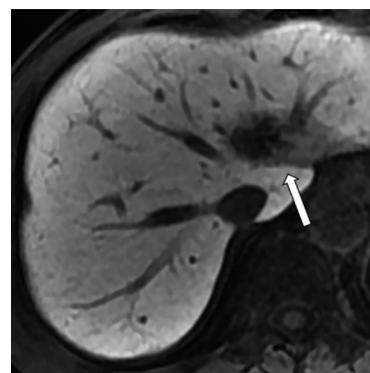
所有图像均由2位放射科医师(分别有10年和15年腹部MRI诊断经验)进行独立分析,他们对临床和病理结果均不知情。2名医师如有分歧,通过协商决定。评估以下肿瘤特征:数量、大小(HBP上的最大径)、肿瘤形状(规则或不规则)、动脉期瘤周高强化、胆管扩张以及HBP瘤周低摄取。在早期和(或)晚期动脉期图像中评估瘤周高强化,并排除肿瘤边缘增强(图1A)。胆管扩张定义为脂肪抑制的T2加权图像上的瘤周线性或分支性高信号区域(图1B)。HBP瘤周低摄取定义为HBP位于肿瘤边缘之外的肝实质楔形低信号区域(图1C)。



A. 动脉晚期T1加权磁共振图像显示低信号肿块,可见动脉期瘤周楔形高强化(箭头)



B. 脂肪抑制的T2加权磁共振图像显示条状高信号,表示胆管扩张(箭头)



C. 20 min延迟的肝胆磁共振图像显示低信号的肿块,其周围有楔形的稍低信号(箭头)

图1 结直肠癌肝转移患者磁共振图像

1.5 病理学分析

所有的组织病理学标本都由 1 位病理科医师(有 10 年胃肠道病理学经验)进行分析,对原始病理报告、临床数据、影像结果和随访数据均不知情。使用光镜对每位患者的手术切缘状态以及是否存在门静脉、肝静脉和胆管侵犯进行重新评估。手术切缘状态被分为显微镜下手术切缘阴性或阳性^[12]。在 HE 染色的切片中,如果在门静脉、肝静脉或胆管内看到肿瘤细胞,则认为存在门静脉、肝静脉和胆管受侵^[12]。

1.6 随访和术后化疗

患者术后随访在前 2 年每 3~6 个月进行 1 次,此后每 6~12 个月进行 1 次。常规随访包括增强 CT 或增强 MRI 和检测肿瘤标志物(CEA 和 CA19-9)。根据影像结果(CT 或 MRI)判断肿瘤复发。无肝内复发生存期(liver recurrence-free survival, LRFS)被定义为从肝脏切除到肝内复发的时间,而不考虑其他器官是否存在额外的复发。无复发生存期(recurrence-free survival, RFS)定义为从肝脏切除到任何部位复发的时间(包括肝内复发和肝外转移)。总生存期(overall survival, OS)定义为从肝脏切除到任何原因死亡的时间。在最后一次随访时,对所有未发生终点事件的病例定义为删失。术后化疗按照国家综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)进行,术后辅助化疗方案基于 FOLFOX(奥沙利铂、亚叶酸钙和 5-氟尿嘧啶)和 CapeOX(奥沙利铂和卡培他滨)。

1.7 统计学处理

应用 SPSS(IBM SPSS, 26.0 版; Armonk, NY: IBM 公司)进行统计学分析。符合正态分布的定量资料采用均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不符合正态分布的定量资料采用 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示。定性资料采用例数(百分比)表示。根据分布模式,采用独立样本 t 检验或 Mann-Whitney U 检验来评估连续变量。采用卡方检验或 Fisher 确切概率法评估定性资料。生存率用 Kaplan-Meier 方法计算,并使用 log-rank 检验进行组间比较。在单因素 Cox 比例风险分析中 $P \leq 0.1$ 的变量纳入多因素分析,使用逐步向后多因素 Cox 比例风险模型分析 LRFS、RFS 和 OS 的独立风险因素。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 患者特征

研究期间,共有 221 名患者因 CRLM 接受肝切除术。排除 185 名患者后,最终纳入 36 名接受 NAR 的 CRLM 患者。术前 MR 检查 CRLM 的位置和数量与术中超声检查一致,共有 58 个病灶已全部切除。36 名患者均接受术后辅助化疗,

化疗周期的中位数为 5.5(1, 10)次。中位随访时间为 46(23, 56)个月。分别有 22 名(61.1%)和 24 名(52.8%)患者出现肝脏复发和复发,12 名(33.3%)患者死亡。研究人群的基线特征见表 1。

表 1 患者基线资料($\bar{x} \pm s; n, \%; M_d(P_{25}, P_{75})$)

项目	基线数据
年龄/岁	58 \pm 11
性别	
男	21(58.3)
女	15(41.7)
病原	
无	33(91.7)
HBV/HCV 阳性	3(8.3)
肝功能	
正常	11(30.6)
异常	25(69.4)
血清 AFP/(ng/mL)	2.53(1.21, 4.25)
血清 CEA/(ng/mL)	8.93(3.43, 39.33)
CRLM 数目/个	
1	23(63.9)
≥ 2	13(36.1)
肿瘤最大径/cm	2.40(1.30, 3.58)
原发肿瘤位置	
结肠	26(72.2)
直肠	10(27.8)
肝转移时间	
同时性转移	29(80.6)
异时性转移	7(19.4)
原发肿瘤分化程度 ^a	
中等	28(80.0)
差	7(20.0)
原发肿瘤 T 分期	
T2/3	24(58.3)
T4	11(30.6)
Tx ^b	1(2.8)
原发肿瘤 N 分期	
N0	11(30.6)
N1/2	24(66.7)
Nx ^b	1(2.8)

注:a,一个没有原发肿瘤分化程度信息的患者;b:Nx 未提供 N 分类;Tx:未提供 T 分类

2.2 影像学特征和病理特征之间的相关性

在 58 个 CRLM 中,瘤周影像特征(动脉期瘤周高强化、HBP 瘤周低摄取和胆管扩张)与病理特征之间的相关性没有统计学意义(均 $P>0.05$),见表 2。

表 2 瘤周影像特征与病理特征的相关性($n, \%$)

影像特征		肝静脉受侵			门静脉受侵			胆管受侵		
		不存在	存在	P 值	不存在	存在	P 值	不存在	存在	P 值
胆管扩张	不存在	39(90.7)	13(86.7)	0.643	38(92.7)	14(82.4)	0.345	48(88.9)	4(100.0)	1.000
	存在	3(9.3)	2(13.3)		3(7.3)	3(17.6)		6(11.1)	0(0.0)	
动脉期瘤周高强化	不存在	39(90.7)	12(80.0)	0.360	38(92.7)	13(76.5)	0.178	48(88.9)	3(75.0)	0.411
	存在	4(9.3)	3(20.0)		3(7.3)	4(23.5)		6(11.1)	1(25.0)	
HBP 瘤周低摄取	不存在	41(95.3)	13(86.7)	0.273	39(95.1)	15(88.2)	0.573	50(92.6)	4(100.0)	1.000
	存在	2(4.7)	2(13.3)		2(4.9)	2(11.8)		4(7.4)	0(0.0)	

注: P 值的计算采用 Fisher 确切概率法

2.3 LRFS、RFS 和 OS 的预测因素

经多因素分析,2 个及以上的 CRLM ($HR=4.430$, $95\%CI=1.941\sim11.963$, $P=0.003$) 和动脉期瘤周高强化 ($HR=5.541$, $95\%CI=1.853\sim15.975$, $P=0.002$) 与较差的 LRFS 独立相关; 2 个及以上的 CRLM ($HR=4.202$, $95\%CI=1.648\sim10.714$, $P=0.003$)、动脉期瘤周高强化 ($HR=5.392$, $95\%CI=1.887\sim15.412$,

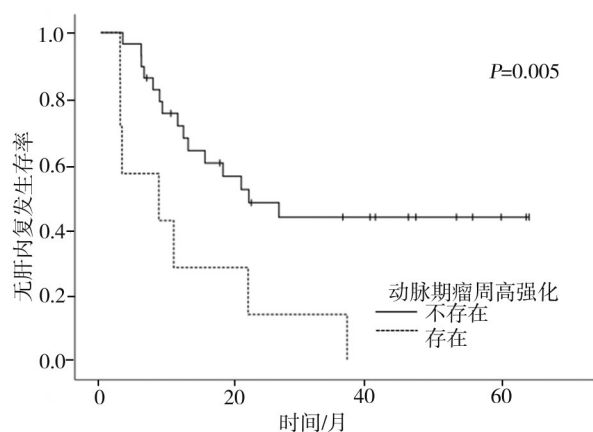
$P=0.002$) 与较差的 RFS 独立相关; 原发肿瘤分化差 ($HR=6.069$, $95\%CI=1.205\sim30.571$, $P=0.029$)、肿瘤最大径 ≥ 5 cm ($HR=39.424$, $95\%CI=3.142\sim494.791$, $P=0.004$) 与较差的 OS 独立相关 (表 3)。胆管扩张和 HBP 瘤周低摄取均不是 LRFS、RFS 和 OS 的独立预测因素。

表 3 Cox 比例风险模型预测 NAR 后 CRLM 长期预后的风险因素

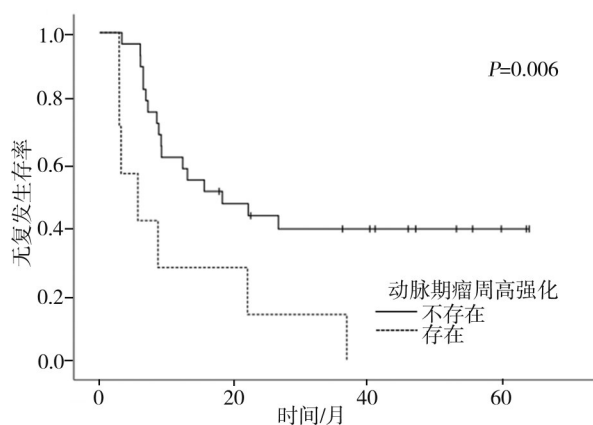
变量	LRFS				RFS				OS			
	单因素分析		多因素分析		单因素分析		多因素分析		单因素分析		多因素分析	
	HR	P	HR	P	HR	P	HR	P	HR	P	HR	P
年龄/岁												
≤65	0.813				0.793				2.966		3.650	
>65	(0.297~2.224)	0.687			(0.293~2.147)	0.648			(0.955~9.218)	0.060 ^a	(0.959~13.884)	0.058
性别												
男												
女	1.406				1.131				1.062			
	(0.606~3.263)		0.427		(0.501~2.552)	0.767			(0.334~3.380)	0.919		
原发肿瘤分化程度												
中等												
差	3.235				3.346				3.334		6.069	
	(1.111~9.423)		0.031 ^a		(1.259~8.893)	0.015 ^a			(0.811~13.712)	0.095 ^a	(1.205~30.571)	0.029 ^b
CRLM 数目/个												
1												
≥2	2.679		4.430		2.718		4.202		2.961			
	(1.132~6.335)	0.025 ^a	(1.641~11.963)	0.003 ^b	(1.192~6.194)	0.017 ^a	(1.648~10.714)	0.003 ^b	(0.895~9.793)	0.075 ^a		
CRLM 最大径 /cm												
<5												
≥5	19.424				19.424				53.247		39.432	
	(2.682~140.688)	0.003 ^a			(2.682~140.668)	0.003 ^a			(4.719~600.824)	0.001 ^a	(3.142~494.791)	0.004 ^b
肿瘤形态												
规则												
不规则	1.600				1.616				0.747			
	(0.681~3.757)	0.281			(0.716~3.647)	0.248			(0.237~2.355)	0.618		
胆管扩张												
不存在												
存在	2.416				2.268				1.245			
	(0.887~6.576)	0.084 ^a			(0.839~6.130)	0.106			(0.270~5.739)	0.778		
动脉期瘤周高强化												
不存在												
存在	3.378		5.441		3.238		5.392		3.115			
	(1.369, 8.339)	0.008 ^a	(1.853~15.975)	0.002 ^b	(1.335~7.854)	0.009 ^a	(1.887~15.412)	0.002 ^b	(0.984~9.859)	0.053 ^a		
HBP 瘤周低摄取												
不存在												
存在	1.024				0.943				0.523			
	(0.301, 3.483)	0.970			(0.280~3.181)	0.925			(0.067~4.287)	0.537		

注:a, 在单变量分析中 $P \leq 0.10$; b: 在多变量分析中 $P < 0.05$; 表格中空白部分代表在逐步向后选择多变量 Cox 比例风险分析中被排除

36 名患者中 7 名出现动脉期瘤周高强化,并且这 7 名患者均出现肝内复发和复发。存在和不存在动脉期瘤周高强化的患者 3 年 LRFS 和 RFS 率有显著差异 (LRFS: 14.3% vs. 43.9%, $P=0.005$; RFS: 14.3% vs. 40.3%, $P=0.006$; 图 2)。



A. 2 组无肝内复发生存率比较



B. 2 组无复发生存率比较

图 2 非解剖性切除术后不存在和存在动脉期瘤周高强化患者 Kaplan-Meier 分析

3 讨论

近年有研究认为, CRLM 的瘤周影像特征有长期预后的预测潜力^[9], 这些因素在 NAR 后的患者中预后能力尚不清楚。本研究, 既往提出的有预测能力的瘤周影像特征中, 只发现了动脉期瘤周高强化与较差的 LRFS 和 RFS 有关, 而其他特征和预后无关。此外, 瘤周影像特征和病理特征无相关性。

在 NAR 后 CRLM 患者中, 动脉期瘤周高强化与较差的 LRFS 和 RFS 有关。这可能是由于潜在的“携带肿瘤”门静脉分支不能被 NAR 切除^[13-14]。因此, 动脉期瘤周高强化在手术计划中可能是重要征

象, 可能需要切除潜在的“携带肿瘤”门静脉分支。动脉期瘤周高强化可能为肿瘤压迫其周围的肝实质、门静脉和肝静脉或是肿瘤细胞引起的门静脉阻塞导致的动脉-门静脉分流^[15-16]。虽然本研究存在动脉期瘤周高强化的 CRLM 中门静脉侵犯比例略高于无门静脉侵犯 (23.5% vs. 7.3%, $P=0.178$), 但差异未达到统计学意义, 这一结果和 Nakai Y 等^[9]的研究结果相似。分析原因可能是本研究均为回顾性研究, 不能做到取材的病理标本局部和影像特征一一对应, 从而导致结果不一致。因此还需要进一步的前瞻性研究, 讨论影像特征和病理特征之间的相关性。

胆管扩张和病理胆管受侵的相关性目前存在争议^[17-18]。虽然有研究表明胆管扩张更多体现的是胆管受侵而不是胆管受压^[18], 但本研究和 Zeng H 等^[17]的研究并未发现这两者之间的相关性。原因可能是在小样本研究中胆管扩张可能更多体现为胆管受压或上述所提到的回顾性研究病理影像不能完美对应。此外, 本研究中胆管扩张不为长期预后的独立预测因素, 其潜在原因可能为本研究中存在胆管扩张的病灶均未发现胆管受侵。

本研究既没有发现 HBP 瘤周低摄取的预后预测能力, 也没有发现其与病理特征的相关性。HBP 瘤周低摄取为非肿瘤性肝实质的功能障碍从而对钆塞酸二钠造影剂的摄取减少, 可能由门静脉阻塞、门静脉分流、胆管阻塞、肝细胞癌的微血管侵犯、放射治疗、肝窦阻塞、纤维化、脂肪变性、炎症或其他原因导致^[19]。由于影响 HBP 瘤周低摄取的因素很多, 所以本研究并没有发现 HBP 瘤周低摄取和脉管侵犯的相关性。更重要的是, 并不是所有导致 HBP 瘤周低摄取的因素均和预后相关, 因此也并没有发现 HBP 瘤周低摄取与预后相关。

本研究存在以下不足: ①样本量较小, 原因是排除了无术前钆塞酸二钠增强 MRI 的患者和接受术前辅助治疗的患者。因此, 本研究结果只是一个初步的结果, 需要进一步的外部验证。②本研究为回顾性研究, 可能在选择手术方式上存在偏倚和取材的病理标本局部与影像特征不能一一对应。今后应通过多中心和前瞻性研究做进一步验证。③只讨论了 NAR 后的 CRLM 患者预后因素, 是否能广泛

应用于其他方式治疗后的 CRLM 患者还有待进一步研究。

综上所述,术前钆塞酸二钠增强 MRI 的动脉期瘤周高强度征象提示在未行新辅助化疗的 NAR 患者会有较差的 LRFS 和 RFS。评估该瘤周特征可以为术前常规 MRI 提供更多的临床信息,从而有助于高复发风险患者的治疗方案制订。

参 考 文 献

- [1] Hess KR, Varadhachary GR, Taylor SH, et al. Metastatic patterns in adenocarcinoma[J]. Cancer, 2006, 106(7):1624-1633.
- [2] Hackl C, Neumann P, Gerken M, et al. Treatment of colorectal liver metastases in Germany: a ten-year population-based analysis of 5 772 cases of primary colorectal adenocarcinoma[J]. BMC Cancer, 2014, 14:810.
- [3] Hellman S, Weichselbaum RR. Oligometastases[J]. J Clin Oncol, 1995, 13(1):8-10.
- [4] Weichselbaum RR, Hellman S. Oligometastases revisited[J]. Nat Rev Clin Oncol, 2011, 8(6):378-382.
- [5] Poston GJ, Adam R, Alberts S, et al. OncoSurge: a strategy for improving resectability with curative intent in metastatic colorectal cancer[J]. J Clin Oncol, 2005, 23(28):7125-7134.
- [6] Andreou A, Gloor S, Inglin J, et al. Parenchymal-sparing hepatectomy for colorectal liver metastases reduces postoperative morbidity while maintaining equivalent oncologic outcomes compared to non-parenchymal-sparing resection[J]. Surg Oncol, 2021, 38:101631.
- [7] Joechle K, Vreeland TJ, Vega EA, et al. Anatomic resection is not required for colorectal liver metastases with RAS mutation[J]. J Gastrointest Surg, 2020, 24(5):1033-1039.
- [8] Nickel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a Meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment[J]. Radiology, 2010, 257(3):674-684.
- [9] Nakai Y, Gono W, Kurokawa R, et al. MRI findings of liver parenchyma peripheral to colorectal liver metastasis: a potential predictor of long-term prognosis[J]. Radiology, 2020, 297(3):584-594.
- [10] Jiang Z, Li CX, Zhao ZX, et al. Abnormal liver function induced by space-occupying lesions is associated with unfavorable oncologic outcome in patients with colorectal cancer liver metastases[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018:9321270.
- [11] 王晓耘, 马增辉, 史佩东. 解剖性肝段切除术关键技术和争议[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2020, 9(4):317-320.
- Wang XY, Ma ZH, Shi PD. Key techniques and disputes of anatomical segmental hepatectomy[J]. Chin J Hepatic Surg Electron Ed, 2020, 9(4):317-320.
- [12] Fonseca GM, Herman P, Faraj SF, et al. Pathological factors and prognosis of resected liver metastases of colorectal carcinoma: implications and proposal for a pathological reporting protocol[J]. Histopathology, 2018, 72(3):377-390.
- [13] Margonis GA, Buettner S, Andreatos N, et al. Anatomical resections improve disease-free survival in patients with KRAS-mutated colorectal liver metastases[J]. Ann Surg, 2017, 266(4):641-649.
- [14] Shindoh J, Makuuchi M, Matsuyama Y, et al. Complete removal of the tumor-bearing portal territory decreases local tumor recurrence and improves disease-specific survival of patients with hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2016, 64(3):594-600.
- [15] Terayama N, Matsui O, Ueda K, et al. Peritumoral rim enhancement of liver metastasis: hemodynamics observed on single-level dynamic CT during hepatic arteriography and histopathologic correlation[J]. J Comput Assist Tomogr, 2002, 26(6):975-980.
- [16] Nishie A, Yoshimitsu K, Asayama Y, et al. Radiologic detectability of minute portal venous invasion in hepatocellular carcinoma[J]. Am J Roentgenol, 2008, 190(1):81-87.
- [17] Zeng H, Shi GZ, Mai SY, et al. Imaging and clinical features of colorectal liver metastases with macroscopic intrabiliary growth[J]. Eur J Radiol, 2021, 137:109616.
- [18] Latorre Fragua RA, Manuel Vazquez A, Rodrigues Figueira Y, et al. Intrabiliary metastases in colorectal cancer: a systematic review[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2019, 26(7):270-280.
- [19] Lee Y, Kim SY, Lee SS, et al. Pitfalls in Gd-EOB-DTPA-enhanced liver magnetic resonance imaging with an emphasis on nontumorous lesions[J]. Clin Liver Dis, 2018, 12(2):50-59.

(责任编辑:唐秋姗)