

• 腹部影像学 •

MR750 3.0T DWI ADC 值与直肠癌患者临床病理分级及术后复发和吻合口炎性纤维化关系

郭达, 杨陈, 周倩, 周记宇, 敬宗林

【摘要】 目的:3.0T 扩散加权成像(DWI)测量表观扩散系数(ADC)与直肠癌患者临床病理分级及术后复发和吻合口炎性纤维化关系。**方法:**回顾性分析 2016 年 1 月—2018 年 10 月经手术病理证实结直肠癌患者,所有患者于术前均行 3.0T MRI 检查,并测量肿瘤实性部分平均 ADC 值、最小 ADC 值。比较不同病理分级组、术后吻合口局部复发组、炎性纤维组间肿瘤实性部分各 ADC 值,分析 ADC 值与病理分级相关性,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析 ADC 值诊断术前病理分期以及术后复发和吻合口炎性纤维化效能。**结果:**不同病理分级患者平均 ADC 值、最小 ADC 值差异显著,其中最小 ADC 值随着分化程度增加明显增加($P < 0.05$),高、中分化组平均 ADC 值差异无统计学意义,但均明显高于低分化组($P < 0.05$)。复发组患者平均 ADC 值、最小 ADC 值明显 $<$ 纤维化组($P < 0.05$)。采用 Spearman 法分析显示最小 ADC 值与肿瘤病理分期存在负相关性($r_s = -0.528, P < 0.05$)。最小 ADC 值诊断低分化、高分化直肠癌 ROC 曲线下面积分别为 0.707(95%CI:0.596~0.817)、0.778(95%CI:0.672~0.884)。最小 ADC 值、平均 ADC 值诊断术后复发/纤维化 ROC 曲线下面积为 0.853(95%CI:0.771~0.935)、0.795(95%CI:0.680~0.910),差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:**直肠癌 DWI 肿瘤最小 ADC 值有助于术前预判病理分期以及术后诊断吻合口局部复发、炎性纤维化,可作为结直肠癌诊断、预后参考指标。

【关键词】 直肠肿瘤;磁共振成像;肿瘤分级;复发;纤维化

【中图分类号】 R363.23;R364.24;R445.2;R730.4;R735.37 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2020)10-1310-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.10.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Relationship of MR750 3.0T DWI ADC value with clinicopathological grade and postoperative recurrence and anastomotic fibrosis in rectal cancer patients GUO DA, YANG Chen, ZHOU Qian, et al. CT Room of Nanchong Central Hospital, Sichuan 637000, China

【Abstract】 Objective: To study the relationship of MR750 3.0T DWI with clinicopathological grade and postoperative recurrence and anastomotic fibrosis in rectal cancer patients. **Methods:** The rectal cancer patients were retrospectively analyzed in our hospital from January 2016 to October 2018, all patients were examined by 3.0T MRI before operation and measured the mean ADC value and minimum ADC value of the solid part of the tumor. The ADC values of solid tumor were compared among different pathological grades, postoperative anastomosis local recurrence group, inflammatory fiber group. The correlation between ADC value and pathological grade was analyzed. The efficacy of ADC value in the diagnosis of preoperative pathological stage, postoperative recurrence and anastomotic inflammatory fibrosis was analyzed by ROC. **Results:** The mean ADC value and the minimum ADC value of the patients with different pathological grades were significantly different, in which the minimum ADC value increased significantly with the increase of differentiation degree ($P < 0.05$). The mean ADC value of the high and middle differentiation group was not statistically significant, but all were significantly higher than that of the low differentiation group ($P < 0.05$). The average ADC value and the minimum ADC value in the recurrent group were significantly smaller than those in the fibrosis

group ($P < 0.05$). The Spearman analysis showed a negative correlation between the minimum ADC value and tumor pathological stage ($r_s = -0.528, P < 0.05$). The area under ROC curve were 0.707 (95%CI: 0.596~0.817), 0.778 (95%CI: 0.672~0.884) in the diagnosis of low differentiated and high differentiation rectal cancer with minimum ADC value, respectively. The area under ROC curve were 0.853 (95%CI: 0.771~0.935), 0.795 (95%CI: 0.680~0.910) in the diagnosis of postoperative recurrence/fibrosis with minimum ADC value and average ADC value, respectively, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The minimum ADC value of DWI tumor in rectal cancer is helpful to predict pathological stage before operation, and to diagnose local recurrence and inflammatory fibrosis of anastomosis after operation after operation, which can be used as a reference index for diagnosis and prognosis of colorectal cancer.

【Key words】 Rectal neoplasms; Magnetic resonance imaging; Neoplasm grading; Recurrence; Fibrosis

直肠癌是临床常见消化系统肿瘤,早、中期患者预后较好,5 年生存率高达 80%,但早、中期缺乏明显、典型临床症状,故而临床上容易被忽视,且具有较高侵袭性和转移性致一旦确诊即已进入晚期,错过最佳治疗时期,增加治疗难度^[1]。研究显示晚期患者的无瘤生存时间低于 38 个月,接受放化疗、手术治疗等综合疗法后 3 年生存率低于 65%,因此早期诊断、分期、治疗对于改善预后、降低死亡率至关重要^[2-4]。研究发现磁共振扩散加权成像(DWI)表观扩散系数(ADC)值与乳腺癌、肝癌病理分级存在相关性,其中 ADC 值可作为术前评价及疗效评估影像学量化指标,在临床中具有良好应用价值,但目前对于 ADC 大小与病理分级相关性研究并未得到一致结论^[3]。术后肿瘤复发是影响预后主要因素,尽早发现复发病灶可指导医师及时开展针对性治疗,而常用的影像学检查技术难以区分术后局部复发以及吻合口炎性纤维化^[4]。MR 扩散加权成像可有效反映直肠肿瘤细胞生物学行为以及诊断直肠癌患者局部复发,但对于不同 ADC 值与局部复发关系并未见文献探讨,因此本文将通过实例进一步探讨 ADC 值与直肠癌患者临床病理分级及术后复发和吻合口炎性纤维化关系。

材料与方法

1. 基本资料

回顾性分析 2016 年 1 月至 2018 年 10 月经手术病理证实 596 例结直肠癌患者资料,均接受直肠癌根治术治疗,排除影像资料不全(306 例),未及时治疗、复查(40 例),图像肠道运动伪影(54 例),最终共 96 例纳入研究,其中男 60 例,女 36 例,年龄 34~70 岁,平均(51.34±7.46)岁。直肠癌患者纳入标准^[5]:①经病理学、影像学检测确诊为直肠癌,均行直肠癌根治术治疗;②所有患者 MRI 检查前均未经过手术治疗、放化疗及免疫治疗等;③病例资料完整,MRI 图像清晰,依

从研究方案。排除标准:①心、肾、肝等重要脏器功能障碍;②家族性结直肠腺瘤性息肉病,溃疡性结肠炎、炎性肠病如克罗恩病;③存在其他原发性恶性肿瘤,或者肿瘤转移者。所有患者及家属均签署知情同意书,本研究获得本院伦理委员会批准。

2. 分组

临床病理分级分组:由两名高年资病理科医师共同参照 WHO 2010 版标准将直肠癌患者分为高分化、中分化、低分化级^[6]。

术后吻合口局部复发组(复发组):原病灶经根治术后完全消失,治疗结束后至少 6 个月再行 MRI 复查显示术区吻合口明显增厚,有肿物灶且经肠镜病理学确诊复发。纳入 96 例患者中共有 40 例复发。

吻合口纤维化组(纤维化组)纳入标准:原病灶经根治术后完全消失,治疗结束后至少 12 个月经病理活检证实为纤维化,再行 MRI 复查显示肿物形成,但未见肿块行程及肠壁增厚^[7]。纳入 96 例患者中共有 56 例纤维化。

3. 检查方法

所有患者均随访 2 年,采用门诊复查、电话随访等形式进行,且术后每 3 个月需开展盆腹腔 B 超、胸片复查,在根治术结束后≥6 个月和≥12 个月分别行 MRI 平扫、增强及 DWI 检查,均采用 GE Discovery MR750 3.0T 超导型 MR 扫描仪,检查前无放化疗及其他盆腔手术史。

受试者检测前约 8h 服用清肠药,采用 GE Discovery MR750 3.0T 超导型 MRI 扫描仪进行检查,选取 8 通道相控阵线圈。首先通过冠状面确定肿瘤位置后垂直肿瘤肠管行断面 T₁WI 扫描,设置扫描层厚为 3.5 mm、层间隔为 0.2 mm,TR 为 600 ms,TE 为 Min-Full,通过矢状面确定肿瘤位置平行肿瘤肠管行冠状面 T₂WI 扫描,层厚为 3.5 mm、层间隔为 0.3 mm,TR 为 4000 ms,TE 为 85 ms。最后行 DWI 扫描,轴面扫

描,采用脂肪抑制以及自动匀场,扫描参数与常规轴面一致,b 值为 800 s/mm²。

由两名经验丰富主治医师在不知病理结果情况下独立分析图像,若意见不一致则需开展科室讨论进行决定。选择感兴趣区(ROI)测量方法:采用医学影像存档与联络系统调取图像,传送至 ADW4.6 工作站进行处理,参照直肠指诊、肠镜检查结果以盆腔常规 T₁WI、T₂WI、增强扫描作为参考,观察 b 为 800 s/mm² 时 DWI 图像上直肠肿瘤信号,尽量避免囊变坏死区、伪影以及血管,采用手动方式进行测绘,测绘范围 0.4~0.5 cm²,尽可能选择病变区域不同部位实性层面并采用多次测量,多次测量结果中最小值则为最小 ADC 值,多次测量结果均值则为平均 ADC 值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件分析所有数据。其中计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用方差分析;计数资料以(n/%)表示,采用 χ^2 检验;ADC 值与病理分级之间相关分析采用 Spearman 法。绘制直肠癌受试者工作特征(ROC)曲线,并采用 Hanley-McNeil 方法比较 ROC 曲线下面积,获取 ADC 值诊断高低分化直肠癌、术后吻合口局部复发、吻合口炎性纤维化的最佳临界值,并计算其敏感度和特异度。*P*<0.05 表示差异具有统计学意义。

结 果

1. 不同病理分期患者的 ADC 值(表 1)

三组患者最小 ADC 值差异显著,其中最小 ADC 值随着分化程度的增加明显增加(*P*<0.05),高、中分化组的平均 ADC 值差异无统计学意义(*P*>0.05),但均明显高于低分化组(*P*<0.05)。术前低、中、高分化直肠癌 MRI 表现以及组织病理学图如图 1~3。

2. 术后复发和纤维化患者的 ADC 值(表 2)

复发组患者平均 ADC 值、最小 ADC 值明显<纤维化组,差异有统计学意义(*P*<0.05)。术后复发、炎性纤维化 MRI 表现以及组织病理学图如图 4、5。

3. ADC 值与肿瘤病理分期相关性

采用 Spearman 法分析显示最小 ADC 值与肿瘤病理分期存在负相关性(*r_s*=-0.528,*P*<0.05)。以 0.799×10⁻³ mm²/s 为阈值,最小 ADC 值诊断低分化直肠癌敏感度、特异度分别为 70.4%、68.0%,ROC 曲线下面积为 0.707(95%CI:0.596~0.817),见图 6a。以 0.875×10⁻³ mm²/s 为阈值,最小 ADC 值诊断高分化直肠癌敏感度、特异度分别为 71.0%、75.4%,ROC 曲线下面积为 0.778(95%CI:0.672~0.884),见图 6b。

ROC 曲线确定术后局部复发/纤维化的最小 ADC 值阈值为 0.814×10⁻³ mm²/s,最小 ADC 值诊断术后复发的敏感度、特异度分别为 85.7%、80.0%,ROC 曲线下面积为 0.853(95%CI:0.771~0.935);平均 ADC 值阈值为 0.867×10⁻³ mm²/s,平均 ADC 值诊断术后复发的敏感度、特异度分别为 91.1%、75.0%,ROC 曲线下面积为 0.795(95%CI:0.680~0.910),见图 6c。最小 ADC 值诊断术后复发的 ROC 曲线下面积明显高于平均 ADC 值(*P*<0.05)。

讨 论

3.0T MRI 具有良好软组织分辨率,通过获取病症部位冠状、矢状面图像而清晰显示直肠癌影像学特征,根据肿瘤组织、正常组织信号差别可有效评估肿瘤侵犯深度、肿瘤边界等^[8]。肿瘤细胞生长、增殖旺盛,细胞间组织结构紧密及肿瘤组织间液压力升高,使得自由水分子扩散运动受限,故而 DWI 呈扩散受限高信号,ADC 值存在降低趋势^[9]。Woo 等^[10]认为直肠癌病理分级主要取决于细胞结构差异性和异型性,DWI 更多是反映细胞密度增加结构异型性对水分子运动影响,细胞分化异型性可导致胞浆内核质比增加,而 DWI 难以反映此时大分子蛋白增多对胞内水分子运动程度影响,同时血流灌注、ROI 选择、微循环等均可影响水分子运动,干扰 ADC 值,ADC 值甚至可能不降反升。而本次研究发现平均高、中分化组平均 ADC 值差异无统计学意义,但均明显高于低分化组,与王铮

表 1 不同病理分期患者 ADC 值比较

组别	高分化组	中分化组	低分化组	<i>F</i>	<i>P</i>
例数	31	40	25		
平均 ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)	1.042±0.219	0.956±0.184	0.825±0.136*	9.506	0.000
最小 ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)	0.946±0.167	0.821±0.114*	0.764±0.139*	13.300	0.000

注:*表示与高分化组相比差异显著(*P*<0.05)。

表 2 术后复发和纤维化患者 ADC 值比较

组别	复发组	纤维化组	<i>t</i>	<i>P</i>
例数	40	56		
平均 ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)	0.841±0.171	1.029±0.186	5.049	0.000
最小 ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)	0.763±0.145	0.907±0.131	5.072	0.000

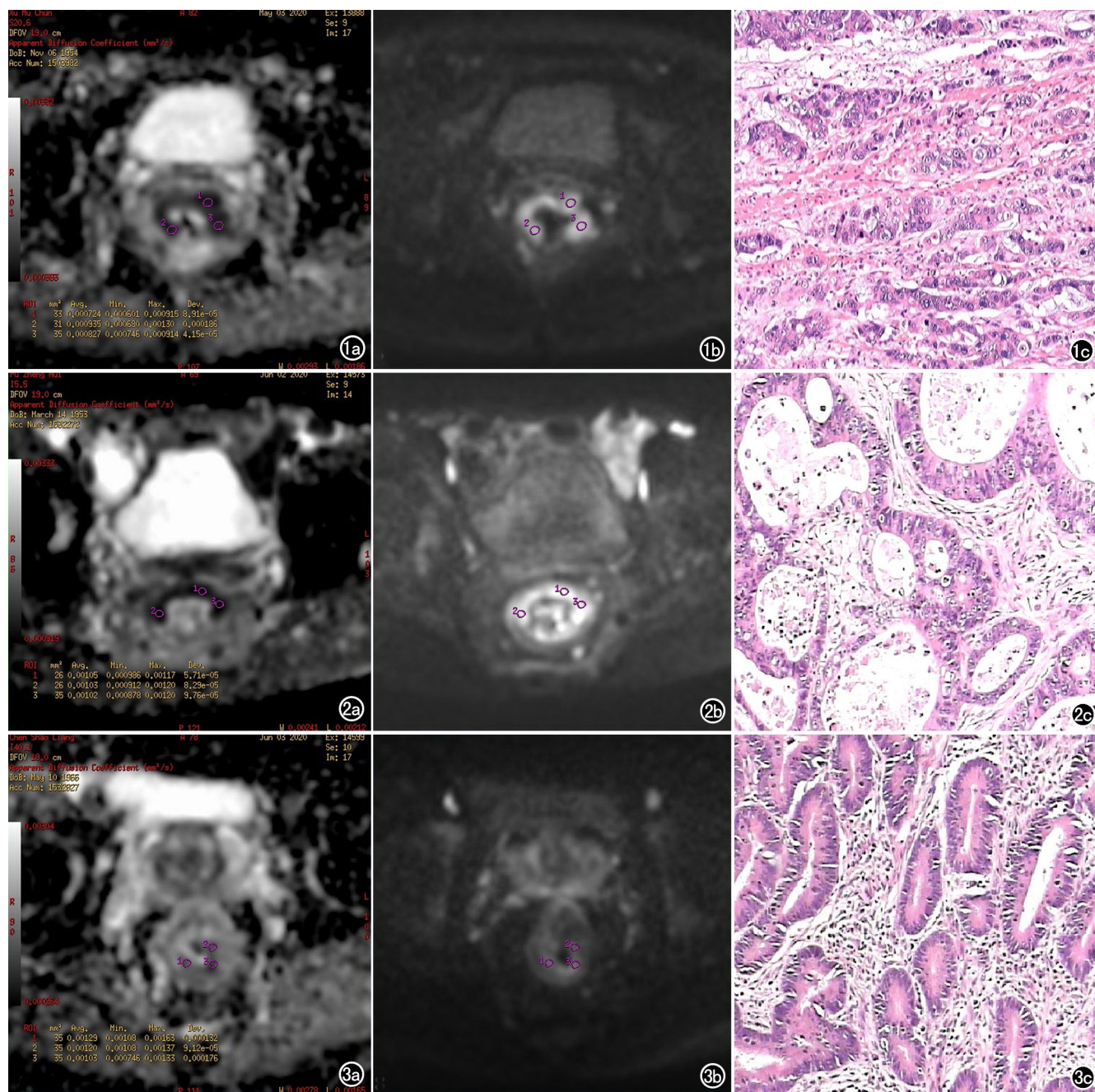


图 1 低分化直肠癌。a) ADC 图像呈稍低信号,平均 ADC 值 $0.820 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 最小 ADC 值 $0.712 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; b) 肿瘤 DWI($b=800 \text{ s/mm}^2$) 图呈高信号; c) 细胞大小不一,排列松散,呈明显异型性,胞浆浓染,见核分裂相(HE $\times 200$)。 图 2 中分化直肠癌。a) ADC 图像呈低信号,平均 ADC 值 $0.936 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 最小 ADC 值 $0.832 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; b) 肿瘤 DWI($b=800 \text{ s/mm}^2$) 图呈高信号; c) 见腺管形成,核浆比增高,细胞异型性增多(HE $\times 200$)。 图 3 高分化直肠癌。a) ADC 图像呈低信号,平均 ADC 值 $1.036 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 最小 ADC 值 $0.962 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; b) 肿瘤 DWI($b=800 \text{ s/mm}^2$) 图呈高信号; c) 细胞排列较为规整,异型性明显减少,核分裂像不明确(HE $\times 200$)。

等^[11]研究相近。分析认为直肠癌术前病理分级差别主要取决于细胞异型性,术前低分级患者细胞增殖相对活跃,数目增多,异型性增大,故而肿瘤处自由水分子运动空间压缩而导致扩散受限,ADC 值处于低水平。Spearman 法分析显示平均 ADC 值与肿瘤病理分期无显著相关性,表明需慎重考虑采用平均 ADC

值评估肿瘤病理分期。直肠癌肠壁供血血管是由外膜或者浆膜向黏膜面走向,其中肿瘤组织黏膜层容易坏死,而黏膜层与肠腔连通,导致坏死部分可能在肠腔脱落,故而残留肿瘤实体质地均匀,平均 ADC 值反映是整个肿瘤扩散特性。ADC 值大小与肿瘤细胞密度切关联,其中平均 ADC 值是最疏松区、最密集区的平均

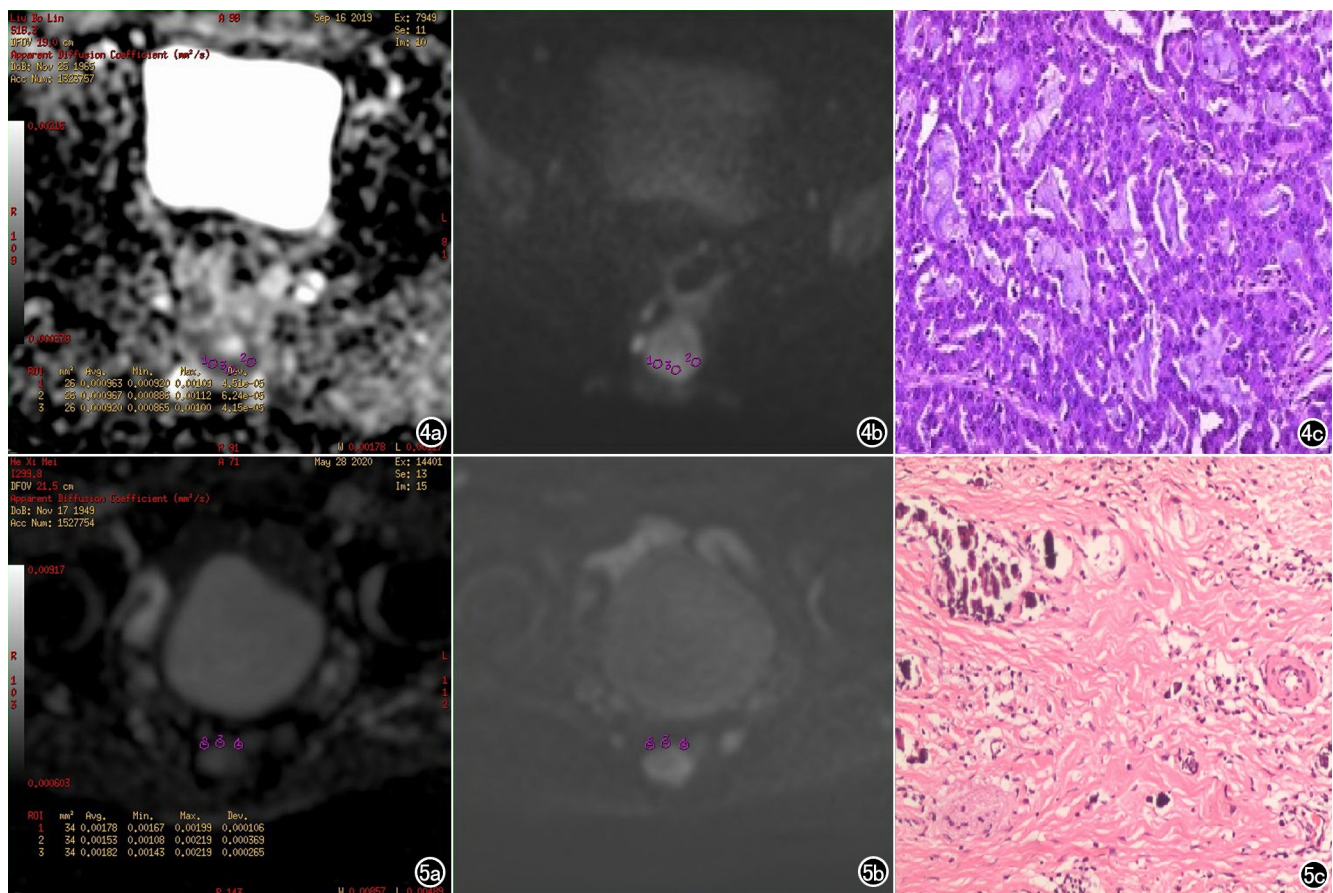


图 4 术后吻合口复发。a) 吻合口管壁明显不规则增厚,ADC 图像呈低信号; b) 肿瘤 DWI($b=800\text{s/mm}^2$) 图呈明显强化表现,提示肿瘤复发,平均 ADC 值 $0.821\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;最小 ADC 值 $0.663\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;c) 直肠溃疡型中分化管状腺癌(肿瘤大小 $4.5\times 3.0\text{cm}$),癌组织浸润肠壁全层,未突破外膜,见脉管内癌栓及神经侵犯,肠系膜淋巴结见癌组织转移(HE $\times 200$)。图 5 术后炎性纤维化。a) ADC 图像呈低信号; b) 肿瘤 DWI($b=800\text{s/mm}^2$) 图呈明显强化表现,提示肿瘤纤维化,平均 ADC 值 $1.022\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;最小 ADC 值 $0.983\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$; c) 肠壁纤维化伴玻璃样变性,盆壁纤维组织活检病理提示明显纤维化(HE $\times 200$)。

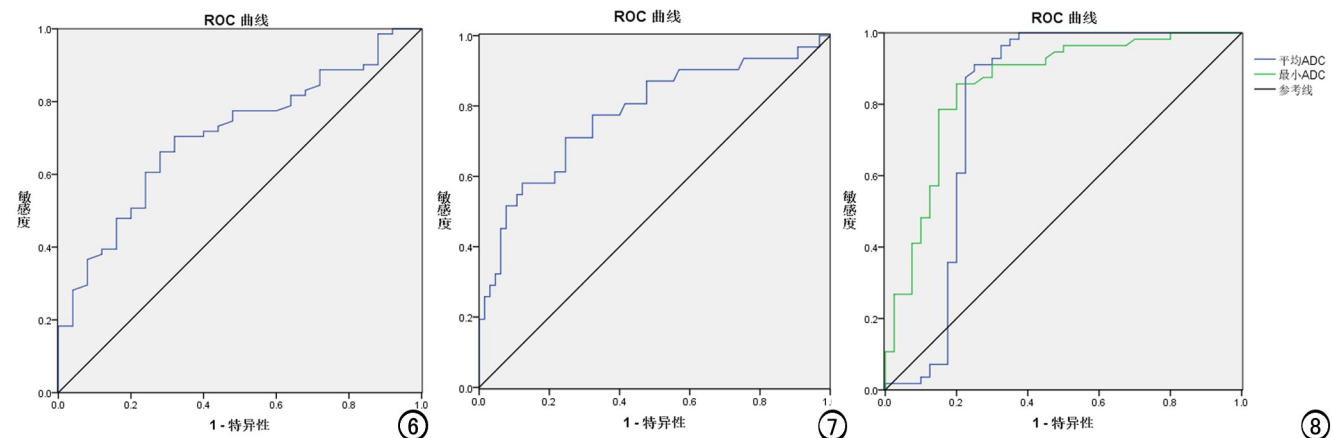


图 6 最小 ADC 值诊断低分化直肠癌的 ROC 曲线。图 7 最小 ADC 值诊断高分化直肠癌的 ROC 曲线。图 8 ADC 值诊断直肠癌术后复发/纤维化的 ROC 曲线。

值,同时测量时可能受到坏死区、未能完全避开液化等因素干扰,导致不能反应真实增殖情况、密集程度^[12],故而平均 ADC 值区分肿瘤细胞病理学分级存在局限性。本次研究显示不同病理分级患者(高、中、低分化)最小 ADC 值差异显著,其中最小 ADC 值随着分化程度增加明显增加($P<0.05$),且通过 Spearman 法分析显示最小 ADC 值与肿瘤病理分期存在负相关性($r_s=-0.528,P<0.05$),表明直肠癌患者最小 ADC 值可用

于评估术前肿瘤病理分级。DWI 被广泛应用于评估直肠癌分级,但研究方法各不相同,ROI 测量有包括肿瘤强化部分、非强化部分,或者包括坏死组织和不包括坏死组织如坏死组织包括在 ROI 之内,可导致平均 ADC 值,高低级别肿瘤数据出现重叠。直肠癌组织存在不均质性即肿瘤内部细胞疏密程度不一,同一病灶存在不同分化程度,错误活检部位可能导致级别低估。只有肿瘤分布最密集区域或者最高肿瘤分级部分可更准确反映肿瘤病理学分级、生物学行为,而最小 ADC 值正是反映肿瘤病灶细胞分布最密集、增殖最活跃区域,故而最小 ADC 值可准确评估术前直肠癌病理分级^[13-14]。小肿瘤或者肿瘤边缘层面容易受到容积效应的影响,从而出现极端值,导致结果出现假阳性,因此在测量肿瘤 ADC 值时需术后吻合口纤维化是局部炎症反应长期作用结果,毛细血管内皮细胞、成纤维细胞异常增生,同时伴随局部组织水肿充血等病理变化, MRI 增强扫描时手术部位吻合口呈“富血供”表现,干扰局部复发灶判断^[15]。本次研究发现复发组患者平均 ADC 值、最小 ADC 值明显<纤维化组($P<0.05$),表明采用 ADC 可进行区分。Lambregts 等^[16]认为吻合口炎性纤维化的局部炎性反应使得细胞水肿,细胞外的间隙扩大,导致细胞间隙自由水增加,自由水扩散运动空间增大,故而 DWI 信号减低,ADC 值相应升高。DWI 检查可在分子水平评估直肠癌根治术后吻合口局部新发肿瘤细胞增殖情况,细胞数量增多,密度增加,增殖旺盛肿瘤细胞大量合成分泌所需大分子蛋白,导致对水吸附作用增加,细胞内部水分子运动受限,故而呈现扩散受限表现。局部复发灶肿瘤细胞快速增殖,细胞结构变化(核质比例增大、胞浆内大分子物质增多)等,细胞密度增加,细胞外间隙减小,故而水分子扩散运动受限, DWI 信号升高, ADC 值相应降低。同时经过 ROC 曲线分析显示最小 ADC 值诊断吻合口炎性纤维化、局部病灶复发曲线下面积显著高于平均 ADC 值,且最小 ADC 值诊断敏感度、特异度均高于 80%,表明最小 ADC 值有较高诊断效能。DWI-MR 可直观显示直肠癌根治术后局部复发病变,更好区分复发肿瘤、炎性病变如直肠壁和肠粪一般为低信号,而直肠癌复发部位因肿瘤扩散受限而表现为高信号,以及更容易发现吻合口、肠壁等部位小病变,同时准确测量病变部位 ADC 值,准确判断病变性质,具有较高临床价值。

本次研究存在一定程度局限性,首先纳入样本量相对较少,其次中低分化、中高分化肿瘤不均质性病例以低分化级别纳入研究,进行 DWI 扫描时仅选择 b 值为 800s/mm², b 值优化选择仍有欠缺,今后可选择多 b 值或者选择高 b 值 DWI 序列,从而缩小血流灌注对

ADC 值影响。

总之,直肠癌 DWI 肿瘤最小 ADC 值有助于术前预判病理分期以及术后诊断吻合口局部复发、炎性纤维化,可作为结直肠癌诊断、预后参考指标。

参考文献:

- [1] 沈伟,崔龙.直肠癌手术治疗的质量控制[J].中华胃肠外科杂志, 2017,20(6):641-642.
- [2] Ueno H, Shinto E, Hashiguchi Y, et al. In rectal cancer, the type of desmoplastic response after preoperative chemoradiotherapy is associated with prognosis[J]. Virchows Archiv, 2015, 466(6):655-663.
- [3] Watanabe T, Muro K, Ajioka Y, et al. Japanese society for cancer of the colon and rectum (JSCCR) guidelines 2016 for the treatment of colorectal cancer[J]. Int J Clin Oncol, 2018, 23(1):1-34.
- [4] 王铮,苏丹柯,赖少倡,等. MR 扩散加权成像诊断直肠癌患者局部复发的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(8):1334-1338.
- [5] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范(2017 年版)[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(4):241-258.
- [6] Nagtegaal I D, Odze RD, Klimstra D, et al. The 2019 WHO classification of tumours of the digestive system[J]. Histopathology, 2020, 76(2):182-188.
- [7] 胡秀峰,陈利娟,赵艳秋. 3.0T MRI 常规序列联合 DWI 对肺癌术前 T、N 分期的诊断价值及其与病理的相关性研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16(7):1-3.
- [8] Patel-Lippmann K, Robbins JB, Barroilhet L, et al. MR imaging of cervical cancer[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2017, 25(3):635-649.
- [9] 汤琅琅,阙开乾,范明华,等. 动态增强 MRI 联合扩散加权成像与直肠癌病理分级的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(6):1062-1067.
- [10] Woo S, Lee JM, Yoon JH, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MR imaging of hepatocellular carcinoma: correlation with enhancement degree and histologic grade[J]. Radiology, 2013, 270(3):758-767.
- [11] 王丹丹,卢增新,赵丽,等. 3.0T MRI DWI 在评价晚期肺癌同步放化疗疗效中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(3):390-393.
- [12] Pizzi AD, Cianci R, Genovesi D, et al. Performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging at 3.0T for early assessment of tumor response in locally advanced rectal cancer treated with preoperative chemoradiation therapy[J]. Abdom Radiol, 2018, 43(9):2221-2230.
- [13] 韩蕾,柯晓艾,周青,等. DWI 和最小 ADC 值对成人颅内室管膜瘤分级诊断的价值[J]. 磁共振成像, 2019, 10(7):481-485.
- [14] 王铮,苏丹柯,赖少倡,等. 直肠癌扩散加权成像 ADC 值与病理分级的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(6):828-832.
- [15] 王磊,马腾辉,汪建平. 慢性放射性直肠单中心十年系列研究荟萃[J]. 中华胃肠外科杂志, 2018, 21(1):29-32.
- [16] Lambregts DMJ, Rao S, Sassen S, et al. MRI and diffusion-weighted MRI volumetry for identification of complete tumor responders after preoperative chemoradiotherapy in patients with rectal cancer: a bi-institutional validation study[J]. Ann Surg, 2015, 262(6):1034-1039.