

磁共振表观弥散系数值预测子宫内膜癌分子分型的价值:一项单中心初步研究

王添平¹ 于菲¹ 杨冰义² 蔡舒蕾¹ 张国福¹ 陈晓军² 张鹤^{1△}

(¹复旦大学附属妇产科医院放射科, ²妇科 上海 200011)

【摘要】 目的 比较 *p53* 基因突变组和非 *p53* 基因突变组子宫内膜癌术前磁共振表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值的差异性,探讨利用术前磁共振 ADC 值预测子宫内膜癌分子分型的可行性。方法 回顾性分析 70 例经手术病理证实和分子分型诊断的子宫内膜癌患者的术前磁共振图像。按子宫内膜癌术后分子分型分为 *p53* 突变组($n=40$)和非 *p53* 突变组($n=30$),工作站上测量子宫内膜癌病灶的 ADC 值,并比较组间病灶 ADC 值的差异。绘制术前 ADC 值预测子宫内膜癌分子分型的 ROC 曲线图,计算其曲线下面积,根据 ADC 值预测子宫内膜癌分子分型的效能。结果 *p53* 突变组的 ADC 平均值(ADC_{mean})、ADC 最大值(ADC_{max})、ADC 最小值(ADC_{min})分别为 $(845.9 \pm 156.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(964.9 \pm 175.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(738.5 \pm 170.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$,非 *p53* 突变组则分别为 $(694.3 \pm 93.0) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(794.0 \pm 112.2) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(593.5 \pm 108.5) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$,*p53* 突变组的 ADC 值显著大于非 *p53* 突变组($P < 0.05$)。根据 ADC_{mean} 建立受试者工作特征曲线,其曲线下面积为 0.787(95%CI: 0.655~0.919)。取 $ADC_{mean}=820.6 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为临界值时,对 *p53* 基因突变子宫内膜癌的预测效能为:准确度 74.5%,敏感度 53.8%,特异度 94.4%,阳性预测值 93.3%,阴性预测值 58.6%。结论 术前磁共振 ADC 值或可作为区分子宫内膜癌分子分型的影像学标记物。

【关键词】 子宫内膜癌; 分子分型; 磁共振成像; 表观扩散系数(ADC)

【中图分类号】 R445.2, R737.33 **【文献标志码】** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2022.06.018

Value of magnetic resonance apparent diffusion coefficient values in predicting molecular typing of endometrial carcinoma: a preliminary study in a single tertiary center

WANG Tian-ping¹, YU Fei¹, YANG Bing-yi², CAI Shu-lei¹,
ZHANG Guo-fu¹, CHEN Xiao-jun², ZHANG He^{1△}

(¹Department of Radiology, ²Department of Gynecology, Obstetrics and Gynecology Hospital, Fudan University, Shanghai 200011, China)

【Abstract】 **Objective** To compare the difference of magnetic resonance apparent diffusion coefficient (ADC) values of endometrial carcinoma between *p53* gene mutation group and non-*p53* gene mutation group, and to explore the feasibility of using ADC values to predict molecular typing of endometrial cancer (EC). **Methods** Preoperative pelvic magnetic resonance imaging (MRI) examination data of 70 endometrial carcinoma (EC) patients were collected, whom were confirmed by surgical pathology and diagnosed by molecular typing. The patients were divided into *p53*-mutation group ($n=40$) and non-*p53* mutation group ($n=30$) according to the molecular typing results. ADC values were manually measured on

上海市科委科技创新行动计划(20Z11900700)

[△]Corresponding author E-mail: zhanghe1790@fckyy.org.cn

网络首发时间:2022-06-15 09:40:27 网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.R.20220613.1746.008.html>

post-processed workstation. The differences of tumoral ADC values between the two groups were compared. The receiver of curve (ROC) and the area under the curve (AUC) for predicting molecular typing of EC was calculated, and the diagnostic performance of predicting *p53*-mutation status of EC based on ADC measurements was respectively calculated. **Results** For the *p53*-mutation group, the ADC_{mean} , ADC_{max} and ADC_{min} were $(845.9 \pm 156.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(964.9 \pm 175.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$, and $(738.5 \pm 170.7) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectively and $(694.3 \pm 93.0) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(794.0 \pm 112.2) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(593.5 \pm 108.5) \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectively for the non-*p53* mutation group. The ADC_{mean} value in the *p53*-mutation group was significantly higher than that in the non-*p53* mutation group ($P < 0.05$). The ROC was 0.787 with a 95% CI of 0.655–0.919. When the $ADC_{mean} = 820.6 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ was taken as the critical value, the accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value was 74.5%, 53.8%, 94.4%, 93.3% and 58.6%, respectively in determining the *p53*-mutation status of EC on MRI. **Conclusion** The ADC value on preoperative MRI could be used as an imaging indicator to predict the molecular subtypes of EC.

【Key words】 endometrial carcinoma; molecular typing; magnetic resonance imaging; apparent diffusion coefficient (ADC)

* This work was supported by the Action Plan for Science and Technology Innovation of Science and Technology Commission of Shanghai Municipality (20Z11900700).

子宫内膜癌(endometrial carcinoma, EC)是常见的妇科恶性肿瘤,其发病率在欧美国家居妇科恶性肿瘤的首位,在所有女性恶性肿瘤中居第六位^[1],在中国女性生殖道恶性肿瘤中居第二位^[2]。随着社会经济的发展,城市化水平较快的地区EC发病率不断上升,且发病年龄呈现年轻化趋势。不同分子分型的EC临床转归不同^[3],其中高拷贝型预后最差,术后5年生存率仅50%,约90%存在*p53*基因突变。通过癌基因组图谱可确定EC的分子分型,但因基因组测序复杂且费用高昂,临床无法推广应用。磁共振检查已广泛用于子宫内膜癌的术前检查,包括疾病诊断及辅助判断临床分期^[4],而对于EC分子分型的预测,目前相关研究报道较少。本研究对EC病灶术前MRI中的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值进行测量,对比*p53*基因突变组与非*p53*基因突变组ADC值的差异,探索通过ADC值预测子宫内膜癌分子分型的可行性。

资料和方法

研究对象 本研究为回顾性分析,豁免患者知情同意。从复旦大学附属妇产科医院信息系统检索2019年1月1日至2021年3月1日期间诊治的EC

癌患者资料,并将符合标准的患者入组。纳入标准:(1)经手术和组织病理证实为EC并已取得分子分型诊断结果;(2)既往无盆腔手术史及放化疗史;(3)术前1个月内做过盆腔磁共振检查。排除标准:(1)既往有盆腔手术史或放化疗史;(2)术前1个月之内未做过磁共振检查;(3)EC病灶太小无法在磁共振上显示。最终收集入组EC患者70例,其中*p53*基因突变者40例,非*p53*基因突变者30例。

MRI检查方法 采用德国西门子公司1.5T磁共振扫描仪,腹部相控阵线圈。磁共振检查序列采用轴位T1加权成像(T1-weighted imaging, T1WI)、抑脂轴位T2加权成像(T2-weighted imaging, T2WI)、矢状位抑脂T2WI、冠状位T2WI、扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)以及增强扫描。扫描参数:轴位T1WI,快速自旋回波(fast spin echo, FSE)序列,重复时间(repeat time, TR)761 ms、回波时间(echo time, TE)10 ms、视野(field of vision, FOV)350 mm×350 mm、矩阵320 mm×320 mm、层厚4 mm、层间距1.2 mm;抑脂轴位T2WI, TR 8 000 ms、TE 83 ms、FOV 250 mm×250 mm、矩阵320 mm×320 mm、层厚4 mm、层间距1.2 mm;矢状位抑脂T2WI, TR 4 490 ms、TE 83 ms、FOV 250 mm×250 mm、矩阵320 mm×320 mm、层厚4 mm、层间距1.2 mm;冠状位T2WI,

TR 4 000 ms、TE 83 ms、FOV 250 mm×250 mm、矩阵 320 mm×320 mm、层厚 4 mm、层间距 1.2 mm。之后结合 T2WI 序列行 DWI 扫描,扫描参数:TR 3 500 ms,TE 61 ms,激发次数 6,层厚 6 mm,b 值分别为 0 s/mm²和 800 s/mm²。增强扫描为横断位、矢状位 T1WI 抑脂序列,对比剂采用钆喷酸葡胺(马根维显,德国拜耳先灵医药股份有限公司),剂量 0.2 mmol/kg,注射速度 2~3 mL/s,扫描参数同平扫。

图像后处理及分析 由 2 名本院高年资放射科医师对 MRI 图像进行后处理及分析,当诊断意见不统一时通过讨论达成一致。主要分析以下 MRI 图像信息:(1)子宫内膜癌病灶的选定,在 T2WI 横断位和矢状位上,于宫腔内寻找信号异常的病变组织,子宫内膜癌病表现为 T2WI 中等稍高信号,其信号值略高于正常肌层组织且低于正常子宫内膜。(2)病灶 ADC 值测量,在 b 值为 800 s/mm²的 DWI 图像上,利用感性兴趣区(region of interest,ROI)选择工具,对内膜癌病灶进行标注,圆形或椭圆形 ROI 面积范围在 20~50 mm²,同时尽量将 ROI 放置于病灶中心位置,减少临近其他组织对 ADC 值的影响。两名放射科医师分别测量并记录病灶的 ADC 平均值(ADC_{mean}),ADC 最大值(ADC_{max}),ADC 最小值(ADC_{min}),录入测量数据用于统计分析。

统计学方法 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间差异性采用独立样本 *t* 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法检验。以 *p53* 突变组为阳性组、非 *p53* 突变组为阴性组,绘制术前 ADC 值对子宫内膜癌分子分型预测的受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC),并计算其曲线下面积(area under the curve,AUC)。准确度、敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值以 95%CI 的百分比表达。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient,ICC)评价 2 名放射科医师对内膜癌病灶 ADC 值测量的一致性。所有数据采用 SPSS19.0 软件统计分析,检验标准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

两组患者临床特征分析 70 例 EC 患者中,*p53* 突变组 40 例,平均年龄(48.0±13.5)岁,非 *p53* 突变组 30 例,平均年龄(49.9±9.0)岁。两组患者在年

龄、体重指数、Ki-67 表达、肿瘤标志物、肿瘤分期、病理类型、病理分级以及淋巴结转移方面相比较,差异均无统计学意义(表 1)。

表 1 *p53* 突变组与非 *p53* 突变组子宫内膜癌患者的临床特征分析

Tab 1 Clinical characteristics of patients with *p53*-mutation and non-*p53* mutation endometrial carcinoma

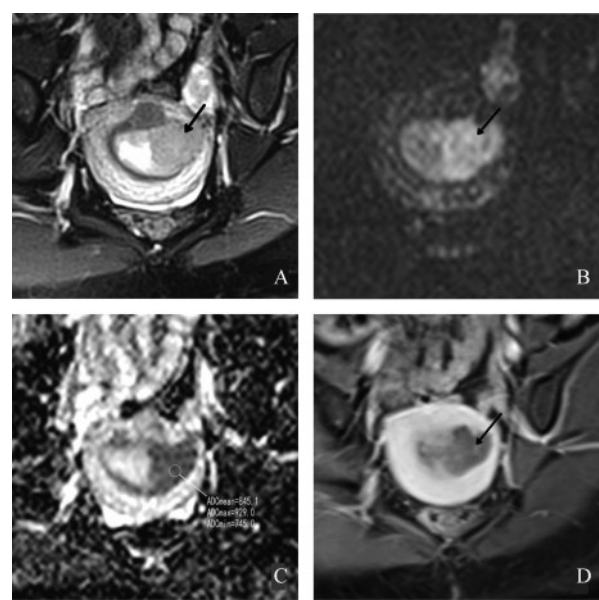
[$\bar{x} \pm s$ or *n*(%)]

Clinical characteristics	<i>p53</i> -mutation group (<i>n</i> =40)	Non- <i>p53</i> -mutation group (<i>n</i> =30)	<i>t</i> or χ^2	<i>P</i>
Age (y)	48.0 ± 13.5	49.9 ± 9.0	-0.714	0.478
BMI (kg/m ²)	25.9 ± 4.3	24.2 ± 4.0	1.502	0.139
Ki-67 expression (%)	35.5 ± 21.4	45.3 ± 19.2	-1.961	0.054
HE-4 (pmol/L)	80.3 ± 113.0	65.2 ± 36.1	0.663	0.510
CA-125 (U/mL)	37.8 ± 62.8	23.6 ± 23.7	1.208	0.234
Stage			7.216	0.065
1	33 (82.5)	19 (63.3)		
2	2 (5.0)	1 (3.3)		
3	5 (12.5)	7 (23.3)		
4	0	3 (10.0)		
Pathology			0.036	0.850
Endometrioid				
Adenocarcinoma	34 (85.0)	25 (83.3)		
Others	6 (15.0)	5 (16.7)		
Grade			5.341	0.069
1	27 (67.6)	14 (46.7)		
2	10 (25.0)	8 (26.7)		
3	3 (7.5)	8 (26.7)		
Nodes involved*	4 (10.0)	7 (23.3)		0.186

* Fisher's exact test.

两组患者病灶 ADC 差异性比较 EC 病灶于 T2WI 上表现为宫腔内中等稍高信号的病灶,DWI 上为高信号,ADC 值降低,增强扫描可见病灶强化(图 1、2)。根据术前 ADC 值的测量,*p53* 突变组 ADC_{mean}=(845.9±156.7)×10⁻⁶ mm²/s, ADC_{max}=(964.9±175.7)×10⁻⁶ mm²/s, ADC_{min}=(738.5±170.7)×10⁻⁶ mm²/s; 非 *p53* 突变组 ADC_{mean}=(694.3±93.0)×10⁻⁶ mm²/s, ADC_{max}=(794.0±112.2)×10⁻⁶ mm²/s, ADC_{min}=(593.5±108.5)×10⁻⁶ mm²/s,*p53* 突变组的 ADC 值大于非 *p53* 突变组,两组间差异有统计学意义(*P*<0.05,表 2)。

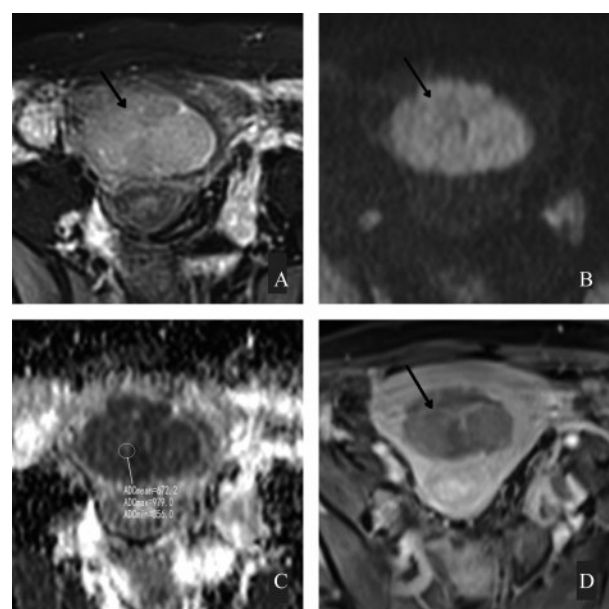
不同 ADC 参数预测子宫内膜癌分子分型的效能 以 *p53* 突变组为阳性组,非 *p53* 突变组为阴性组,根据 ADC 值绘制术前 ADC 值预测子宫内膜癌分子分型的 ROC 曲线(图 3),ADC_{mean}、ADC_{max} 和



A 35-year-old woman, with pathologically proven *p53* wild type endometrial carcinoma. A: Fat-saturated axial T2WI reveals a slightly hyperintense intrauterine lesions (arrow); B: DWI image shows high signal lesions (arrow); C: On ADC map, the lesion of ROI area is 30 mm² in which ADC_{mean} is 845.1, ADC_{max} is 929.0 and ADC_{min} is 745.0 (×10⁻⁶ mm²/s), respectively; D: On postcontrast images, the lesion show a mild enhancement (arrow).

图1 *p53*突变型子宫内膜癌MRI图像及对应的ADC值

Fig 1 MRI of *p53* mutation EC and the corresponding ADC value
ADC_{min}的AUC分别为0.787、0.783和0.754。取ADC_{mean}=820.6×10⁻⁶ mm²/s为临界值,ADC_{mean}预测患者子宫内膜癌分子分型的效能如下:准确度为74.5%,敏感度为53.8%,特异度为94.4%,阳性预测值为93.3%,阴性预测值为58.6%(表3)。采用组内



A 41-year-old woman, with pathologically proven *p53*-mutation EC. A: Fat-saturated axial T2WI reveals a slightly hyperintense intrauterine lesions (arrow), which had involved the right uterine wall muscle layer; B: DWI image shows intrauterine lesions with high DWI signal (arrow); C: On ADC map, the lesion of ROI area is 40 mm² in which ADC_{mean} is 672.2, ADC_{max} is 979.0 and ADC_{min} is 356.0 (×10⁻⁶ mm²/s), respectively; D: On postcontrast images, the lesion show a mild enhancement (arrow).

图2 非*p53*突变型子宫内膜癌MRI图像及对应的ADC值

Fig 2 MRI of non-*p53* mutation EC and the corresponding ADC value

相关系数(ICC)评价2名放射科医师对内膜癌病灶ADC值测量的一致性,ADC_{mean}、ADC_{max}和ADC_{min}的ICC分别为0.921、0.789和0.822。

表2 *p53*突变组与非*p53*突变组子宫内膜癌患者术前MRI的ADC值差异性比较

Tab 2 Comparison of ADC value differences of patients with endometrial carcinoma in both <i>p53</i> -mutation and non- <i>p53</i> mutation group in preoperative MRI					(x̄ ± s)	
ADC values	<i>p53</i> -mutation group (n=40)	Non- <i>p53</i> -mutation group (n=30)	t	P		
ADC _{mean} (×10 ⁻⁶ mm ² /s)	845.9 ± 156.7	694.3 ± 93.0	3.673	0.001		
ADC _{max} (×10 ⁻⁶ mm ² /s)	964.9 ± 175.7	794.0 ± 112.2	3.638	0.001		
ADC _{min} (×10 ⁻⁶ mm ² /s)	738.5 ± 170.7	593.5 ± 108.5	3.179	0.003		

表3 不同ADC参数区分*p53*突变和非*p53*突变子宫内膜癌的诊断效能

Tab 3 The diagnostic performance of various ADC parameters in differentiating between *p53* mutation and non-*p53* mutation type endometrial carcinoma

ADC Parameters	ACC	SEN	SPE	PPV	NPV	AUC	95% CI
ADC _{mean}	74.5%	53.8%	94.4%	93.3%	58.6%	0.787	0.655–0.919
ADC _{max}	72.7%	61.5%	88.9%	88.9%	61.5%	0.783	0.649–0.918
ADC _{min}	68.2%	50.0%	94.4%	92.9%	56.7%	0.754	0.613–0.896

ACC: Accuracy; SEN: Sensitivity; SPE: Specificity; PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value; AUC: Area under the curve; CI: Confidence interval.

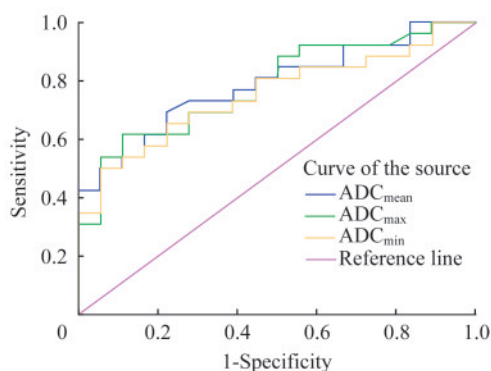


图3 通过ADC值预测子宫内膜癌分子分型的ROC曲线图
Fig 3 ROC curves for predicting molecular typing of EC by ADC values

讨 论

肿瘤基因组图谱国际合作组织(The Cancer Genome Atlas Program, TCGA)于2013年基于363例子官内膜癌基因组、蛋白组、转录组、表观遗传的全方位分析^[5],不考虑临床病理特征的前提下,依据内膜癌分子特征,将其分为POLE超突变(以POLE基因超突变为主要特征)、微卫星不稳定(以错配修复系统缺陷为主要特征)、低拷贝(无关键分子特征,*p53*基因野生型)和高拷贝(*p53*基因突变型)四类。分子分型的优势是突破了传统病理形态学评估手段,通过肿瘤分子特征评估患者预后,某些根据病理特征分析预后不良的肿瘤,根据分子分型不同,其预后也可能截然不同^[6-7]。据报道,POLE超突变型淋巴结转移率为0,术后5年生存率接近100%,如果手术分期为I~II期,术后可考虑随访,不做辅助治疗;高拷贝型预后最差,术后5年生存率仅50%,约90%病例存在*p53*基因突变^[7]。在不依赖肿瘤形态学特征的前提下,通过分子分型特征进行分类,可提升EC诊断的准确度和可重复性。欧洲妇科肿瘤学会、欧洲放射治疗和肿瘤学会和欧洲病理学会已联合建议,将分子分类纳入标准诊断流程^[7]。结合临床病理学特征和分子分型对EC进行风险分层和指导临床诊疗是今后的诊疗方向。

MRI已广泛用于子宫内膜癌的术前检查,包括诊断以及辅助判断临床分期,可提供肌层浸润程度、宫颈间质浸润、淋巴结转移的相关信息^[7-8],有助于确定淋巴结病变的范围,指导淋巴结清扫术^[9]。内膜癌病灶在T1WI序列上较正常子宫内膜为稍低

信号,在T2WI上,则表现为低于正常子宫内膜的混杂中等或偏高信号^[10]。DWI通过测量施加扩散敏感梯度场前后组织的信号度变化来检测组织水分子的扩散状态,能够无创地表征肿瘤的生物异常和微观结构变化^[11]。由于水分子在组织中的扩散自由度不同,可反映水分子与周围细胞、组织间的相互作用,进而反映组织的微观结构,作为评估疾病治疗反应和进展的工具^[12]。

EC病灶密度高,细胞核直径与细胞质幅缘直径的比值增大,细胞外含水量少,与正常的子宫肌层组织相比,水分子弥散受限,病灶在DWI上呈高信号,ADC图呈低信号^[13]。有研究^[14]表明ADC值可有效判断子宫内膜癌患者的病理学分级和FIGO临床分期,有助于针对子宫内膜癌患者制定更有效的个体化治疗方案和预测患者预后。而对于内膜癌分子分型的预测,相关研究报道较少。磁共振特征结合ADC值有助于上皮性卵巢癌分型诊断,可以部分反映肿瘤细胞的增殖能力,ADC均值越高,提示I型卵巢癌的可能性越大^[15]。本研究结果表明,ADC_{mean}有助于预测子宫内膜癌*p53*基因突变情况,具有较高的诊断效能。2名放射科医师对内膜癌病灶ADC_{mean}的测量高度一致,且具有较高的特异度和阳性预测值,对于尚未做基因检测的患者,可能作为术前影像学的分类标记物,结合从磁共振获得的肌层浸润、淋巴结转移等分期信息,有助于患者的风险分层,从而有助于指导制定治疗方案。本文中ADC值测量采用病灶内ROI标注方法。针对MRI图像,ROI内代表面积内像素(voxel)合集(clusters of voxels),每一个像素点对应有相应的ADC值。ADC_{mean}在本研究中最具有统计学差异,且测量者一致性较高;而ADC_{max}和ADC_{min}虽一致性较低,但依然能反映选定区域内病灶ADC值的范围分布。今后可通过对病灶全体积的ADC直方图分析(histogram),测量病灶实体部分的全部信息,从而降低人为选择性偏差。

本研究的局限性有:(1)为单中心研究,纳入患者较少,缺乏外部数据验证集,未来需要多中心研究进一步验证;(2)对于早期子宫内膜癌,或在MRI检查前已行诊断性刮宫的患者,宫腔内已无肉眼可见病灶,这类患者无法准确评估;(3)对ROI选取由医师手动分割完成的,存在选择性偏移。今后如能通过大样本的机器学习训练,完成病灶的自动分

割,则有助于实现结果模块化的解读。

综上,本研究通过对术前MRI子宫内膜癌病灶ADC值的测量,发现 $p53$ 基因突变组内膜癌的ADC值明显高于非 $p53$ 基因突变组,术前MRI ADC值或能成为预测子宫内膜癌分子分型的术前影像学分类标记物。

作者贡献声明 王添平 论文构思、撰写和修订。于菲,杨冰义,蔡舒蕾 数据采集。张国福,陈晓军 论文构思和指导。张鹤 论文指导。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] SIEGEL RL, MILLER KD, JEMAL A. Cancer statistics, 2020[J]. *CA Cancer J Clin*, 2020, 70(1):7-30.
- [2] CHEN W, ZHENG R, BAADE PD, *et al.* Cancer statistics in China, 2015[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2):115-32.
- [3] PASANEN A, LOUKOVAARA M, AHVENAINEN T, *et al.* Differential impact of clinicopathological risk factors within the 2 largest ProMisE molecular subgroups of endometrial carcinoma [J]. *PLoS One*, 2021, 16(9): e0253472.
- [4] 叶芷君, 宁刚, 李学胜, 等. 子宫内膜癌MRI评估[J]. 中华妇幼临床医学杂志(电子版), 2020, 16(3):257-265.
- [5] STACEY, B, GABRIEL, *et al.* Integrated genomic characterization of endometrial carcinoma[J]. *Nature*, 2013, 497(7447):67-73.
- [6] TALHOUK A, MCCONECHY MK, LEUNG S, *et al.* A clinically applicable molecular-based classification for endometrial cancers [J]. *Br J Cancer*, 2015, 113(2):299-310.
- [7] ZHANG K, ZHANG Y, FANG X, *et al.* Nomograms of combining apparent diffusion coefficient value and radiomics for preoperative risk evaluation in endometrial carcinoma[J]. *Front Oncol*, 2021, 11:705456.
- [8] 李琼芳, 陶群, 尹宗智. 盆腔磁共振成像和快速冰冻病理检查对子宫内膜癌肌层浸润的诊断价值[J]. 中华全科医学, 2021, 19(2):287-289.
- [9] STEPHANIE N, MARIANA H, EVIS S, *et al.* Endometrial cancer MRI staging: Updated Guidelines of the European Society of Urogenital Radiology [J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(2):792-805.
- [10] ZHANG L, LONG X, NIJATI M, *et al.* Tumor stiffness measured by 3D magnetic resonance elastography can help predict the aggressiveness of endometrial carcinoma: preliminary findings[J]. *Cancer Imaging*, 2021, 21(1):50.
- [11] SONG J, LU Y, WANG X, *et al.* A comparative study of four diffusion-weighted imaging models in the diagnosis of cervical cancer[J]. *Acta Radiol*, 2022, 63(4):536-544.
- [12] BALIYAN V, DAS CJ, SHARMA R, *et al.* Diffusion weighted imaging: Technique and applications[J]. *World J Radiol*, 2016, 8(9):785-798.
- [13] ANDREANO A, RECHICHI G, REBORA P, *et al.* MR diffusion imaging for preoperative staging of myometrial invasion in patients with endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(6):1327-1338.
- [14] JIANG JX, ZHAO JL, ZHANG Q, *et al.* Endometrial carcinoma: diffusion-weighted imaging diagnostic accuracy and correlation with Ki-67 expression [J]. *Clin Radiol*, 2018, 73(4):413.e1-413.e6.
- [15] 刘雪芬, 张国福, 金俊, 等. 磁共振成像在上皮型卵巢癌分型中的鉴别价值及表观弥散系数值与CA-125和Ki-67表达及预后的关系[J]. 复旦学报(医学版), 2020, 47(4):567-573.

(收稿日期:2021-09-13; 编辑:张秀峰)