



· 论 著 ·

# 弥散峰度成像联合外周血炎症指标预测肾透明细胞癌病理学分级的价值

任俊杰<sup>1</sup>, 李伟兰<sup>1</sup>, 巴竺飞<sup>1</sup>, 刘涛<sup>1</sup>, 张宏岩<sup>2</sup>, 罗刚<sup>1</sup>, 王志强<sup>1</sup>, 谢宗源<sup>1</sup>

1. 华北理工大学附属医院医学影像科, 河北唐山 063000;  
2. 开滦总医院心胸外科, 河北唐山 063000

**[摘要]** 目的: 探讨弥散峰度成像 (diffusion kurtosis imaging, DKI) 联合外周血炎症指标预测肾透明细胞癌 (clear cell renal cell carcinoma, ccRCC) 病理学分级的价值。方法: 回顾并分析2023年1月—2024年10月经病理学检查证实的ccRCC患者的临床、影像及病理学资料。根据世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 国际泌尿病理学会 (International Society of Urological Pathology, ISUP) 病理学分级分为低级别 (G1+G2) 和高级别 (G3+G4) 两组, 比较术前两组临床资料、DKI参数、炎症指标的差异。使用二元logistic回归分析确定ccRCC高病理学分级的独立预测因素, 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评价单一参数及联合参数模型预测ccRCC病理学分级的效能。采用Spearman相关性分析评估DKI参数、炎症指标与病理学分级、Ki-67增殖指数的相关性。结果: 共纳入64例ccRCC患者, 其中高级别组26例, 低级别组38例。高级别组平均峰度 (mean kurtosis, MK) 值、系统免疫炎症指数 (systemic immune inflammation index, SII)、血小板/淋巴细胞 (platelet to lymphocyte ratio, PLR)、中性粒细胞/淋巴细胞 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、Ki-67增殖指数高于低级别组, 而平均弥散系数 (mean diffusion, MD) 值低于低级别组 ( $P<0.05$ )。MK、MD值和SII是高WHO/ISUP分级的独立预测因素。MK、MD、SII、DKI联合参数 (MK+MD)、DKI参数联合炎症指标 (MK+MD+SII) 预测WHO/ISUP分级的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为0.913、0.880、0.822、0.936及0.951。MK值、SII与WHO/ISUP分级呈正相关 ( $r=0.754$ 、 $0.517$ ,  $P<0.01$ ), MD值与WHO/ISUP分级呈负相关 ( $r=-0.609$ ,  $P<0.01$ )。MK值、SII与Ki-67增殖指数呈正相关 ( $r=0.630$ 、 $0.431$ ,  $P<0.01$ ), MD值与Ki-67增殖指数呈负相关 ( $r=-0.362$ ,  $P<0.01$ )。结论: 术前应用DKI和外周血炎症指标评估ccRCC病理学分级有临床价值, 两者联合应用可提升其鉴别诊断效能。

**[关键词]** 肾肿瘤; 肾透明细胞癌; 磁共振成像; 弥散峰度成像; 病理学分级; 炎症

中图分类号: R737.11, R445.2 文献标志码: A

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2025.06.010

**基金项目:** 河北省医学科学研究课题计划项目 (20241488)。

**利益冲突:** 作者声明无利益冲突。

**伦理批件:** 20240313027。

**知情同意:** 有。

**引用本文:** 任俊杰, 李伟兰, 巴竺飞, 等. 弥散峰度成像联合外周血炎症指标预测肾透明细胞癌病理学分级的价值 [J]. 肿瘤影像学, 2025, 34(6): 635-642.

**Funding:** Medical Science Research Project of Hebei (20241488).

**Conflicts of interest:** authors declare no conflicts of interest.

**Ethical approval:** 20240313027.

**Informed consent:** available.

**Cite this article:** REN J J, LI W L, BA L F, et al. The value of diffusion kurtosis imaging combined with peripheral blood inflammatory markers in predicting the pathological grading of clear cell renal cell carcinoma [J]. Oncoradiology, 2025, 34(6): 635-642.

**The value of diffusion kurtosis imaging combined with peripheral blood inflammatory markers in predicting the pathological grading of clear cell renal cell carcinoma** REN Junjie<sup>1</sup>, LI Weilan<sup>1</sup>, BA Zhufei<sup>1</sup>, LIU Tao<sup>1</sup>, ZHANG Hongyan<sup>2</sup>, LUO Gang<sup>1</sup>, WANG Zhiqiang<sup>1</sup>, XIE Zongyuan<sup>1</sup> (1. Department of Medical Imaging, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China; 2. Department of

Cardiothoracic Surgery, KaiLuan General Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China)

Correspondence to: XIE Zongyuan E-mail: 93347795@qq.com

[ **Abstract** ] **Objective:** To investigate the value of diffusion kurtosis imaging (DKI) combined with peripheral blood inflammatory markers in predicting the pathological grading of clear cell renal cell carcinoma (ccRCC). **Methods:** The clinical, imaging and pathological data of patients with ccRCC confirmed by pathology from January 2023 to October 2024 were retrospectively enrolled. According to World Health Organization (WHO) International Society of Urological Pathology (ISUP) pathological grading, patients were divided into low-grade group (G1+G2) and high-grade group (G3+G4). The differences in clinical data, DKI parameters and inflammatory markers were compared. Using binary logistic regression analysis to determine independent predictive factors for high pathological grading of ccRCC. To analyze the diagnostic efficacy of single parameter and combined parameter model in predicting pathological grading of ccRCC by receiver operating characteristic (ROC) curve. To analyze the correlation between DKI parameters, inflammatory markers and pathological grading, Ki-67 proliferation index by Spearman analysis. **Results:** A total of 64 patients with ccRCC were included, with 26 in the high-grade group and 38 in the low-grade group. Mean kurtosis (MK) value, systemic immune inflammation index (SII), platelet to lymphocyte ratio (PLR), neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) and Ki-67 proliferation index in the high-grade group were higher than those in the low-grade group ( $P < 0.05$ ), while mean diffusion (MD) value was lower than that in the low-grade group ( $P < 0.05$ ). MK, MD value and SII were independently predictive factors for high pathological grading of ccRCC. The area under curve (AUC) values of MK, MD, SII, DKI combined parameters (MK+MD) and DKI parameters combined with inflammatory markers (MK+MD+SII) for predicting the pathological grading of ccRCC were 0.913, 0.880, 0.822, 0.936, and 0.951. MK value, SII had a positive correlation with pathological grading ( $r = 0.754, 0.517, P < 0.01$ ), while MD value had a negative correlation with pathological grading ( $r = -0.609, P < 0.01$ ). MK value, SII had a positive correlation with Ki-67 proliferation index ( $r = 0.630, 0.431, P < 0.01$ ), while MD value had a negative correlation with Ki-67 proliferation index ( $r = -0.362, P < 0.01$ ). **Conclusion:** DKI and peripheral blood inflammatory markers are helpful for preoperative assessment of the pathological grading of ccRCC. The combination of the two can significantly improve the efficacy of differential diagnosis.

[ **Key words** ] Kidney neoplasm; Clear cell renal cell carcinoma; Magnetic resonance imaging; diffusion kurtosis imaging; Pathological grade; Inflammation

肾透明细胞癌 (clear cell renal cell carcinoma, ccRCC) 的生物学行为随病理学分级的不同而不同, 是影响临床手术方式和治疗方案选择的重要因素。对于低级别者 [ 世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 国际泌尿病理学会 (International Society of Urological Pathology, ISUP) 1~2级 ], 可行保留肾单位手术, 而高级别者 (WHO/ISUP 3~4级) 具有更高的恶性程度, 建议行根治性肾切除术<sup>[1]</sup>。Ki-67增殖指数是一种细胞增殖标志物, 常用于评估肿瘤的恶性程度及患者预后, 其值越高, 提示更高的恶性程度及不良预后。因此, 术前准确预测肿瘤的病理学分级及Ki-67增殖指数对选择正确的治疗方案至关重要。穿刺活检是术前获得病理学检查结果最重要的方式, 但是存在穿刺误差、引发靶器官出血及针道种植转移的风险。因此, 探索准确的术前检查新方法对ccRCC病理学特征的评估意义重大。弥散峰度成像 (diffusion kurtosis imaging, DKI) 是一种功能磁共振成像

(magnetic resonance imaging, MRI) 技术, 能反映病变组织中水分子的真实弥散情况, 揭示其微观结构的复杂程度。近年来的研究<sup>[2]</sup>显示, 炎症可能会促进肿瘤细胞的生长和增殖。炎症细胞可产生多种炎症因子协助肿瘤细胞增殖、扩张以及逃避免疫识别和清除, 促进肿瘤的发生演进, 而肿瘤细胞增殖浸润导致组织破坏引发炎症反应, 继而引起外周血细胞变化<sup>[3-4]</sup>。中性粒细胞、血小板、淋巴细胞等作为全身炎症和免疫反应的重要指标, 已经证实与多种肿瘤的预后密切相关。DKI和炎症指标分别预测肾癌病理学特征及预后的报道<sup>[5-6]</sup>较少, 尚未见两者联合应用的文献报道。本研究拟探讨DKI联合外周血炎症指标评估ccRCC病理学分级的价值。

## 1 资料和方法

### 1.1 临床资料

回顾并纳入2023年1月—2024年10月于华北

理工大学附属医院经手术后病理学检查证实的ccRCC患者。

纳入标准：① 经术后病理学检查确诊为ccRCC；② 术前腹部MRI及血常规资料完整且能满足诊断要求；③ 术前未经任何抗肿瘤治疗。排除标准：① MRI检查前已行手术、放化疗等抗肿瘤治疗；② 因各种伪影造成影像无法满足诊断要求，影响数据测量；③ MRI检查与手术时间间隔2周以上；④ 合并血液病、自身免疫性疾病或急慢性感染；⑤ 其他恶性肿瘤病

史。根据WHO ISUP分级系统，分为低级别组（G1+G2）和高级别组（G3+G4）。本研究经华北理工大学附属医院伦理委员会批准（批件号20240313027）。

## 1.2 检查方法

采用荷兰Philips公司Ingenia 3.0 T磁共振扫描仪，体部表面线圈。检查包括肾脏常规序列，DKI采用单次激发平面回波成像序列， $b$ 值取0、300、500、700、1 000、1 300 s/mm<sup>2</sup>，采集时间243 s，见表1。

表1 各序列扫描参数

Tab.1 Scanning parameters of each sequence

扫描序列	TR/ms	TE/ms	视野	矩阵	层厚/mm	层间隔/mm
轴位T1W mDixon	3.7	1.32	400 mm × 350 mm	252 × 248	4	-2
轴位抑脂T2WI	3 000	78	380 mm × 380 mm	280 × 280	5	1
冠状位T2WI	849	80	380 mm × 380 mm	240 × 211	5	1
轴位DKI	3 000	76	376 mm × 376 mm	128 × 126	4	0.4

TR: 重复时间 (repetition time); TE: 回波时间 (echo time); T2WI: T2加权成像 (T2-weighted imaging)。

## 1.3 图像分析

将DKI图像传入第三方软件MITK Diffusion进行后处理获得平均峰度 (mean kurtosis, MK) 图、平均弥散系数 (mean diffusivity, MD) 图。在不知病理学检查结果的前提下，由2名具有10年以上诊断经验的医师独立完成MK、MD值的测量。参照常规MRI图像，在MK、MD图上选取肿瘤实性部分放置感兴趣区，避开出血及坏死囊变区，避免肿瘤边缘的部分容积效应，包含整个肿瘤，计算肿瘤各层参数的平均值。2名观察者分别对每个病灶连续测量3次，取平均值作为每名观察者的测量结果，再计算2名观察者测量结果的平均值作为最终测量结果。

## 1.4 血液学及病理学检查

收集术前1周内血常规检查结果，计算系统免疫炎症指数 (systemic immune inflammation index, SII) = 血小板 (P) × 中性粒细胞 (N) / 淋巴细胞 (L)，即  $SII = P \times N / L$ ；血小板/淋巴细胞 (platelet to lymphocyte ratio, PLR)；中性粒细胞/淋巴细胞 (neutrophil to lymphocyte

ratio, NLR)；淋巴细胞/单核细胞 (lymphocyte to monocyte ratio, LMR)。采用免疫组织化学法进行Ki-67增殖指数评测，记录其变化。

## 1.5 统计学处理

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。对2名观察者测量的DKI参数结果进行组内相关系数 (intra-class correlation coefficient, ICC) 一致性检验，若  $ICC \geq 0.75$  进行后续分析。满足正态性和方差齐性的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，两组间比较采用独立样本  $t$  检验，不满足正态性和方差齐性的计量资料以  $M (P_{25}, P_{75})$  表示，两组间比较采用Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料以  $n (%)$  表示，两组间比较采用  $\chi^2$  检验。使用二元logistic回归分析确定高病理学分级的独立预测因素，采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线对单一参数及联合参数模型的预测性能进行评估，计算曲线下面积 (area under curve, AUC)、灵敏度、特异度、最佳阈值。采用Spearman相关性分析评估DKI参数、炎症指标与病理学分级、Ki-67增殖指数之

间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 一般临床资料

本研究纳入经手术后病理学检查证实的ccRCC患者64例,其中WHO ISUP 1级10例,2级28例,3级22例,4级4例(图1)。根据WHO ISUP分级系统,分为低级别组(G1+G2)和高级别组(G3+G4),其中低级别组38例,年龄36~71岁,高级别组26例,年龄42~75岁。两组一般临床资料差异无统计学意义( $P > 0.05$ ,表2)。

### 2.2 两组间DKI参数、炎症指标及病理学指标比较

ICC检验显示,2名观察者测量的MK、MD值一致性良好,分别为0.96、0.92,提示DKI参数的测量有良好的可重复性。高级别组的MK值、SII、PLR、NLR、Ki-67增殖指数高于低级别组,而MD值低于低级别组(均 $P < 0.05$ ),两组LMR差异无统计学意义( $P > 0.05$ ,表3)。图2、3中的2例患者于常规序列肿瘤信号肉眼观察无明显差别,于MK伪彩图肿瘤均呈红黄蓝信号,但后者信号更高,提示MK值更高,于MD伪彩图肿瘤呈蓝绿信号,后者信号略低于前者,提示MD值较低。

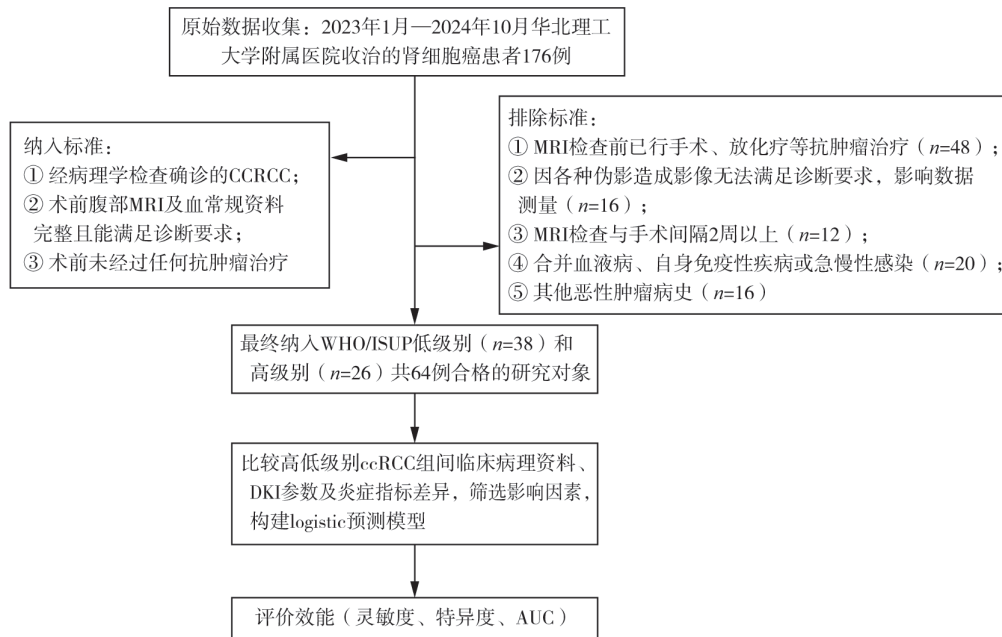


图1 研究设计流程图

Fig.1 Research design flowchart

表2 一般临床资料比较

Tab.2 Comparison of the general clinical data

组别	例数	年龄/岁	性别		BMI/ (kg·m <sup>-2</sup> )	CEA/ (ng·mL <sup>-1</sup> )
			男性	女性		
高级别组	26	60.42 ± 7.30	18 (69.23)	8 (30.77)	26.22 ± 1.37	2.21 ± 0.73
低级别组	38	58.55 ± 7.84	27 (71.05)	11 (28.95)	25.95 ± 1.33	2.03 ± 1.15
统计量		$t=0.964$		$\chi^2=0.025$	$t=0.783$	$t=0.716$
P值		0.339		0.876	0.437	0.477

$\bar{x} \pm s$  或  $n$  (%)

表3 不同病理学分级DKI参数、炎症指标和病理学指标比较

Tab.3 Comparison of DKI parameters, inflammatory and pathological indicators in different pathological grades

参数	高级别组	低级别组	$\bar{x} \pm s$ 或 $M (P_{25}, P_{75})$	
			统计量	P值
MD $\times 10^{-3}$ / (mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	2.29 $\pm$ 0.10	2.46 $\pm$ 0.09	$t = -6.809$	0.000
MK	0.86 $\pm$ 0.11	0.64 $\pm$ 0.09	$t = 8.818$	0.000
SII	772.54 (612.81, 1050.64)	505.77 (387.97, 646.56)	$U = -4.347$	0.000
PLR	148.18 (113.05, 180.49)	114.53 (90.19, 143.80)	$U = -2.966$	0.003
NLR	2.99 (2.58, 3.70)	2.45 (1.89, 3.12)	$U = -2.884$	0.004
LMR	4.89 (4.12, 5.86)	5.26 (4.64, 6.64)	$U = -1.798$	0.072
Ki-67/%	15 (8.75, 20)	5 (4.25, 15)	$U = -3.275$	0.001

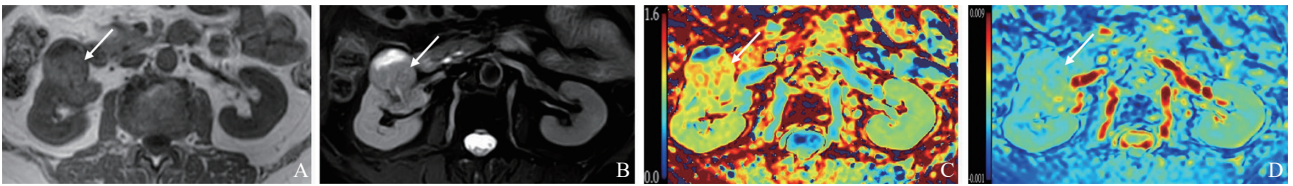


图2 右肾WHO ISUP 2级ccRCC患者MRI图像

Fig.2 MRI images of the right kidney in a patient with WHO/ISUP grade 2 ccRCC

患者，女性，58岁。A：T1WI；B：T2WI；C：MK伪彩图；D：MD伪彩图。MK值为0.69；MD值为 $2.43 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s。

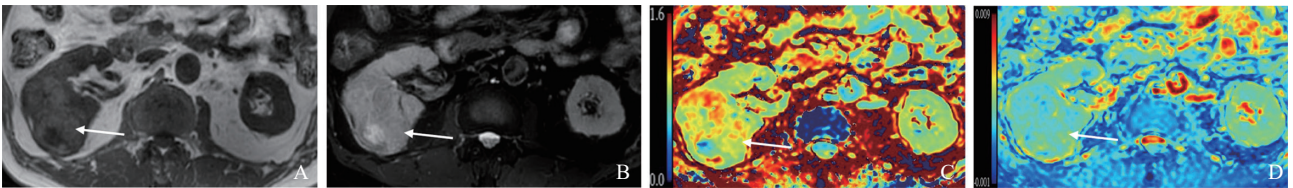


图3 右肾WHO/ISUP 3级ccRCC患者MRI图像

Fig.3 MRI images of the right kidney in a patient with WHO/ISUP Grade 3 ccRCC

患者，男性，67岁。A：T1WI；B：T2WI；C：MK伪彩图；D：MD伪彩图。MK值为0.91；MD值为 $2.29 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s。

### 2.3 DKI参数和炎症指标预测ccRCC病理学分级的效能

多因素logistic回归分析显示，MK、MD值和SII是ccRCC高病理学分级的独立预测因素，MK (OR=1.124, 95% CI 1.041~1.214, P=0.003)，MD (OR=0.915, 95% CI 0.839~0.998, P=0.045)，SII (OR=1.011, 95% CI 1.000~1.022, P=0.046)。MK、MD、SII、DKI

联合参数 (MK+MD) 及DKI参数联合炎症指标 (MK+MD+SII) 评估ccRCC病理学分级的AUC分别为0.913、0.880、0.822、0.936及0.951，DeLong检验显示，DKI参数联合炎症指标的诊断效能高于MD、SII单一参数，具有较高的灵敏度 (92.3%) 和特异度 (97.4%)，与MK、DKI联合参数 (MK+MD) 相比AUC差异无统计学意义 (表4，图4)。

表4 单参数和多参数联合模型预测ccRCC病理学分级的效能

Tab.4 Diagnostic efficacy of single-parameter and multi-parameter combined models in predicting the pathological grade of ccRCC

参数	AUC (95% CI)	阈值	灵敏度/%	特异度/%	约登指数	DeLong检验
MK	0.913 (0.835~0.990)	0.70	88.5	89.5	0.780	Z=1.456, P=0.145
MD	0.880 (0.792~0.968)	$2.40 \times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /s	88.5	76.3	0.648	Z=2.495, P=0.013
SII	0.822 (0.722~0.922)	519.49	96.2	55.3	0.515	Z=2.497, P=0.013
DKI联合参数 (MK+MD)	0.936 (0.862~1.000)	—	84.6	97.4	0.820	Z=1.239, P=0.215
DKI参数联合炎症指标 (MK+MD+SII)	0.951 (0.890~1.000)	—	92.3	97.4	0.897	—

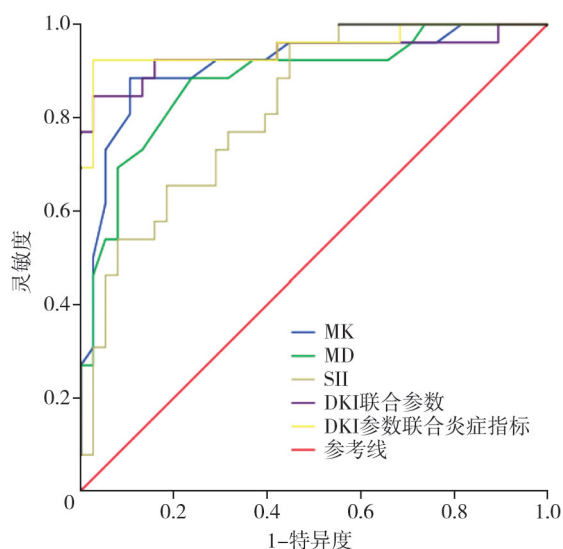


图4 单参数和多参数联合模型预测ccRCC病理学分级的ROC曲线

Fig.4 ROC curves of single-parameter and multi-parameter combined models in predicting the pathological grades of ccRCC

## 2.4 DKI参数、炎症指标与病理学分级、Ki-67增殖指数的相关性

Spearman相关性分析显示MK值、SII与病理学分级呈正相关 ( $r=0.754, 0.517$ , 均 $P<0.01$ ), MD值与病理学分级呈负相关 ( $r=-0.609$ ,  $P<0.01$ )。MK值、SII与Ki-67增殖指数呈正相关 ( $r=0.630, 0.431$ , 均 $P<0.01$ ), MD值与Ki-67增殖指数呈负相关 ( $r=-0.362$ ,  $P<0.01$ )。

## 3 讨论

根治性肾切除术是局限性肾癌外科治疗的金标准, 但切除一侧肾脏可能会引发肾功能下降。保留肾单位手术可以保留更多肾单位, 降低肾功能不全的风险, 但是如果切缘阳性则可能导致肿瘤局部复发, 尤其对于病理学分级3~4级的患者肿瘤复发风险更高, 而术中快速冷冻切片病理学检查往往无法准确地提供病理学分级及免疫组织化学等信息, 因此术前预测肾细胞癌病理学分级可为临床手术方式选择提供帮助。

DKI可以反映组织内水分子非高斯状态下的真实弥散, 组织构成越复杂, 弥散受限越明显,

衍生参数MK值越高、MD值越低, 可用于肾脏病变的诊断评估<sup>[7-8]</sup>。Ki-67增殖指数反映细胞增殖状况, 其值越高, 提示更高的恶性程度及不良预后。既往对ccRCC病理学分级的研究<sup>[9-10]</sup>多是用Fuhrman分级, 相比Fuhrman分级, WHO ISUP分级在临床实践中操作性更强, 重复性更好, 其应用逐渐增多<sup>[11-12]</sup>。本研究采用WHO ISUP分级系统, 结果显示高级别ccRCC MK值、Ki-67增殖指数高于低级别ccRCC, 而MD值低于低级别ccRCC, MK值与病理学分级、Ki-67增殖指数呈正相关, MD值与病理学分级、Ki-67增殖指数呈负相关, 提示DKI能有效区分高低级别ccRCC, 随着病理学分级、Ki-67增殖指数升高, MK值增大, MD值减小, 这与既往研究<sup>[13-15]</sup>相符。分析原因可能是随着肿瘤细胞核分级升高, 核仁异型性明显, 核质比增大, 细胞增殖活跃, 细胞数目增多、排列紧密, 肿瘤微环境及结构的复杂性、异质性增加, 细胞外间隙减小, 使水分子弥散更加受限, 弥散偏离正态分布更加明显, 导致MD值减小, MK值增大。高级别ccRCC肿瘤组织具有更高的复杂性和异质性, MD和MK值可以间接地反映肿瘤微环境和结构的复杂性和异质性<sup>[16]</sup>。

研究<sup>[2]</sup>显示, 慢性炎症部位易发生肿瘤, 肿瘤组织中也常发现炎性细胞浸润, 炎症可能会促进肿瘤细胞生长增殖。而对肿瘤的研究往往只关注癌细胞本身, 忽视了由血管、免疫炎症细胞等组成的微环境对肿瘤的影响。中性粒细胞、血小板、淋巴细胞等作为全身炎症和免疫反应的重要指标, 已经证实与多种肿瘤患者的预后相关。Cheng等<sup>[17]</sup>发现, 肾癌患者NLR、PLR、LMR与更大的肿瘤大小、更高的肿瘤分级和分期、肿瘤坏死相关。炎症与肿瘤相互作用的机制不明, 可能与肿瘤微环境有关, 炎症细胞可产生多种炎症因子促进肿瘤的发生演进, 而肿瘤细胞增殖浸润导致组织破坏引发炎症反应, 继而引起外周血细胞变化<sup>[3]</sup>。本研究中高级别组SII、PLR、NLR高于低级别组, SII是ccRCC高病理学分级的独立预测因素, 且与病理学分级、Ki-67增殖指数呈正相关。SII、PLR、NLR升高代表着中性粒

细胞、血小板增多和/或淋巴细胞减少。慢性炎症过程中，以中性粒细胞为主的炎症细胞产生的多种炎症介质除了可破坏DNA修复机制引起染色体畸变外，还可协助肿瘤细胞增殖、扩张以及逃避免疫识别和清除；血小板可以与癌细胞表面结合，形成保护其免受免疫细胞攻击的物理屏障，降低自然杀伤细胞对癌细胞的清除能力，促进癌细胞的侵袭增殖；淋巴细胞释放的细胞因子能抑制肿瘤免疫逃逸，启动免疫应答，促进癌细胞凋亡<sup>[3, 18-19]</sup>。

本研究联合DKI与炎症指标进行ccRCC分级预测，DKI参数联合炎症指标的AUC最高，DeLong检验显示其与MD、SII差异有统计学意义，与MK、DKI联合参数（MK+MD）差异无统计学意义，提示DKI对提高联合参数诊断效能的贡献相比炎症指标可能更大，预测效能得到提升。但本研究存在局限性：首先，样本相对较少，可能存在选择偏倚，今后应扩大样本量进一步研究；其次，本研究只探讨了ccRCC，今后可收集其他类型肾癌病例继续研究。

综上所述，DKI和外周血炎症指标均可有效地评估ccRCC的病理学分级，联合参数预测效能有所提升，具有临床应用价值。

#### 第一作者：

任俊杰（ORCID: 0009-0002-4707-9142），硕士，主治医师。

#### 通信作者：

谢宗源（ORCID: 0000-0003-0930-6885），硕士，主任医师，E-mail: 93347795@qq.com。

#### 作者贡献声明：

任俊杰：文献及数据资料整理分析，文章撰写，获得基金支持；李伟兰：参与文章撰写、修改，数据统计分析；巴竺飞、刘涛：影像数据采集、收集，技术支持；张宏岩、罗刚：文献检索，临床数据收集，数据统计分析；王志强：参与文章设计思路，技术指导；谢宗源：选题，修订，审校。

#### [参 考 文 献]

- [1] JAMIL M L, KEELEY J, SOOD A, et al. Long-term risk of recurrence in surgically treated renal cell carcinoma: a post hoc analysis of the eastern cooperative oncology group-American College of Radiology imaging network E2805 trial cohort [J]. *Eur Urol*, 2020, 77(2): 277-281.
- [2] NIGAM M, MISHRA A P, DEB V K, et al. Evaluation of the association of chronic inflammation and cancer: insights and implications [J]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 164: 115015.
- [3] GRETEN F R, GRIVENNIKOV S I. Inflammation and cancer: triggers, mechanisms, and consequences [J]. *Immunity*, 2019, 51(1): 27-41.
- [4] 肖若陶, 杨 斌, 葛力源, 等. 术前血小板参数与肾癌临床病理特征的相关性 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2022, 43(2): 91-95.  
XIAO R T, YANG B, GE L Y, et al. Correlation between preoperative platelet parameters and clinicopathological features of renal cell carcinoma [J]. *Chin J Urol*, 2022, 43(2): 91-95.
- [5] YE J, XU Q, WANG S A, et al. Quantitative evaluation of intravoxel incoherent motion and diffusion kurtosis imaging in assessment of pathological grade of clear cell renal cell carcinoma [J]. *Acad Radiol*, 2020, 27(7): e176-e182.
- [6] 李 浩, 于莹莹, 宋祥伟, 等. 术前外周血炎症相关指标对肾透明细胞癌Fuhrman分级预测价值的研究 [J]. *临床外科杂志*, 2024, 32(5): 532-536.  
LI H, YU Y Y, SONG X W, et al. Study on the predictive value of preoperative peripheral blood inflammatory related indexes in Fuhrman grade of clear cell renal cell carcinoma [J]. *J Clin Surg*, 2024, 32(5): 532-536.
- [7] 林家珍, 崔 凤, 殷佳珍, 等. 磁共振扩散峰度成像定量评估IgA肾病早期肾小管间质损害的应用价值研究 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2022, 33(9): 663-668.  
LIN J Z, CUI F, YIN J Z, et al. The application value of magnetic resonance diffusion kurtosis imaging in quantitative assessment of early tubulointerstitial damage in IgA nephropathy [J]. *J China Clin Med Imag*, 2022, 33(9): 663-668.
- [8] FU J X, YE J, ZHU W R, et al. Magnetic resonance diffusion kurtosis imaging in differential diagnosis of benign and malignant renal tumors [J]. *Cancer Imaging*, 2021, 21(1): 6.
- [9] PAN L, CHEN M, SUN J, et al. Prediction of Fuhrman grade of renal clear cell carcinoma by multimodal MRI radiomics: a retrospective study [J]. *Clin Radiol*, 2024, 79(2): e273-e281.
- [10] 陈慧帆, 朱俊辉, 周 伟, 等. MSCT征象及强化参数预测T1期肾透明细胞癌Fuhrman病理分级 [J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42(10): 1618-1624.  
CHEN Y F, ZHU J H, ZHOU W, et al. Prediction of fuhrman pathologic grade in stage T1 clear cell renal cell carcinoma based on MSCT findings and enhancement parameters [J]. *J Clin Radiol*, 2023, 42(10): 1618-1624.
- [11] 程蛰承, 李志坚, 徐 骥, 等. 肾透明细胞癌64排多层螺旋CT直接征象与病理学分级的对比研究 [J]. *肿瘤影像学*, 2019, 28(2): 117-122.  
CHENG Z C, LI Z J, XU J, et al. Comparison of direct signs of clear cell renal cell carcinoma on 64-row spiral CT with pathological grading [J]. *Oncoradiology*, 2019, 28(2): 117-122.
- [12] 陈德强, 孟 亮, 路 丽, 等. 基于CT的放射学模型预测低级别(WHO/ISUP I~II)肾透明细胞癌分级 [J]. *实用放射学杂志*, 2023(1): 79-82.  
CHEN D Q, MENG L, LU L, et al. CT based radiologic model to predict the low grade (WHO/ISUP I - II) of clear cell renal cell

- carcinoma [J]. J Pract Radiol, 2023(1): 79-82.
- [13] LI S C, HE K W, YUAN G J, et al. WHO/ISUP grade and pathological T stage of clear cell renal cell carcinoma: value of ZOOMit diffusion kurtosis imaging and chemical exchange saturation transfer imaging [J]. Eur Radiol, 2023, 33(6): 4429-4439.
- [14] 张岩, 张铎, 刘莹. 体素内不相干运动及扩散峰度成像在肾透明细胞癌分级诊断中的价值 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(3): 441-444.
- ZHANG Y, ZHANG D, LIU Y. The diagnostic value of intravoxel incoherent motion and diffusion kurtosis imaging in the grade of clear cell renal cell carcinoma [J]. J Pract Radiol, 2022, 38(3): 441-444.
- [15] 冯强, 张瑞明, 房伟, 等. 肾透明细胞癌扩散峰度成像与病理学相关性研究 [J]. 磁共振成像, 2021, 12(9): 57-60.
- FENG Q, ZHANG R M, FANG W, et al. The correlation between diffusion kurtosis imaging and pathological condition in clear cell renal carcinoma [J]. Chin J Magn Reson Imag, 2021, 12(9): 57-60.
- [16] CAO J F, LUO X, ZHOU Z M, et al. Comparison of diffusion-weighted imaging mono-exponential mode with diffusion kurtosis imaging for predicting pathological grades of clear cell renal cell carcinoma [J]. Eur J Radiol, 2020, 130: 109195.
- [17] CHENG Y L, KOU W, ZHU Y. Preoperative inflammation-associated blood cell markers in patients with non-metastatic clear cell renal cell carcinoma: a retrospective study [J]. Int J Gen Med, 2023, 16: 3067-3080.
- [18] LI S P, LU Z F, WU S Y, et al. The dynamic role of platelets in cancer progression and their therapeutic implications [J]. Nat Rev Cancer, 2024, 24(1): 72-87.
- [19] TANG Y X, SHAO Y X, HU X, et al. Validation and comparison of prognostic value of different preoperative systemic inflammation indices in non-metastatic renal cell carcinoma [J]. Int Urol Nephrol, 2023, 55(11): 2799-2807.
- (收稿日期: 2025-06-16 修回日期: 2025-08-15)

## 《抗癌》2026年征订启事

《抗癌》杂志于1988年创刊, 主管单位为上海市科学技术协会, 主办单位为上海市抗癌协会。  
《抗癌》杂志坚持以读者为导向, 架起读者与医院之间的桥梁, 介绍抗癌防癌的科学知识, 倡导健康的生活方式, 宣传癌症患者战胜病魔的动人事迹, 努力为广大癌症患者和家属服务。杂志刊号: CN 31-1664/R, ISSN 1008-3065。欢迎广大读者订阅。

杂志为季刊, 每期48页。本刊季末出版, 每期8元, 全年共32元整。订购请通过邮政局汇款。

通信地址: 上海市东安路270号10号楼415室《抗癌》杂志社收

邮 编: 200032

电 话: (021)64042258

电子信箱: anti-cancer@163.com

上海《抗癌》杂志社