

# 基于RENAL评分的肾错构瘤影像学特征与临床风险的相关性研究

吴乐璋, 张涛\*

安徽医科大学第二附属医院泌尿外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年3月23日; 录用日期: 2026年4月18日; 发布日期: 2026年4月23日

## 摘要

目的: 从影像学结构特征与临床分型视角出发, 探讨肾错构瘤影像学参数与围手术期风险及临床事件发生之间的相关性, 构建以影像学结构指标为核心的风险评估与分型管理思路, 为临床精准决策提供结构化依据。方法: 采用回顾性研究设计, 系统收集肾错构瘤患者的一般资料、实验室指标、围手术期参数及影像学数据, 对肿瘤最大径、缺血类型及RENAL评分等影像学结构指标进行标准化量化评估, 并以围手术期事件发生为结局变量, 采用多因素Logistic回归模型分析各变量与临床事件发生的独立相关性。结果: 回归分析显示, RENAL评分与临床事件发生风险呈显著正相关( $\beta = 0.7628, z = 4.217, P < 0.001, 95\% \text{ CI: } 0.408 \sim 1.117$ ), 为独立影响因素; 而年龄( $\beta = 0.0146, P = 0.434$ )、BMI ( $\beta = -0.0273, P = 0.346$ )、胱抑素C ( $\beta = -0.0429, P = 0.930$ )、肿瘤最大径( $\beta = 0.0194, P = 0.747$ )、动脉阻断时间( $\beta = -0.002, P = 0.919$ )及手术时间( $\beta = 0.0036, P = 0.420$ )等因素均未表现出统计学显著性关联。结论: 肾错构瘤的临床风险评估不应局限于单一尺寸或生化指标, 影像学结构综合评价体系在反映肿瘤生物学潜势与临床风险方面具有更高解释力。以RENAL评分为代表的结构化影像指标可作为临床分型、风险分层及治疗策略制定的重要依据, 有助于推动肾错构瘤管理模式由经验判断向精准结构评估转型。

## 关键词

肾错构瘤, 影像学特征, 临床分型, 相关性研究

## A Study on the Correlation between Imaging Characteristics of Renal Angiomyolipoma Based on RENAL Score and Clinical Risk

Yuezhang Wu, Tao Zhang\*

Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

\*通讯作者。

文章引用: 吴乐璋, 张涛. 基于 RENAL 评分的肾错构瘤影像学特征与临床风险的相关性研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 4514-4520. DOI: 10.12677/acm.2026.1641722

## Abstract

**Objective:** From the perspectives of imaging structural characteristics and clinical classification, this study aims to explore the correlation between imaging parameters of renal angiomyolipoma and perioperative risks as well as clinical events, and to construct a risk assessment and classification management strategy centered on imaging structural indicators, providing a structured basis for precise clinical decision-making. **Methods:** A retrospective study design was adopted. General information, laboratory indicators, perioperative parameters, and imaging data of patients with renal angiomyolipoma were systematically collected. The imaging structural indicators such as the maximum tumor diameter, ischemic type, and RENAL score were standardized and quantitatively evaluated. The occurrence of perioperative events was used as the outcome variable, and a multivariate Logistic regression model was used to analyze the independent correlation of each variable with the occurrence of clinical events. **Results:** Regression analysis showed that the RENAL score was significantly positively correlated with the risk of clinical events ( $\beta = 0.7628, z = 4.217, P < 0.001, 95\% \text{ CI: } 0.408\sim 1.117$ ), which are independent influencing factors; while age ( $\beta = 0.0146, P = 0.434$ ), BMI ( $\beta = -0.0273, P = 0.346$ ), cystatin C ( $\beta = -0.0429, P = 0.930$ ), maximum tumor diameter ( $\beta = 0.0194, P = 0.747$ ), arterial occlusion time ( $\beta = -0.002, P = 0.919$ ), and operation time ( $\beta = 0.0036, P = 0.420$ ) did not show statistically significant correlations. **Conclusion:** The clinical risk assessment of renal angiomyolipoma should not be limited to a single size or biochemical indicator. The comprehensive imaging structure evaluation system has higher explanatory power in reflecting the biological potential and clinical risk of the tumor. Structured imaging indicators represented by RENAL score can be used as important bases for clinical classification, risk stratification, and treatment strategy formulation, which helps to promote the transformation of the management model of renal angiomyolipoma from experience-based judgment to precise structural assessment.

## Keywords

Renal Angiomyolipoma, Imaging Features, Clinical Classification, Correlation Study

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

肾错构瘤是一种由血管、平滑肌及脂肪组织异常混合构成的良性肿瘤性病变,其生物学行为虽总体偏良性,但在一定条件下可表现出快速生长、破裂出血及肾功能损害等临床风险。根据其发生背景,肾错构瘤可分为散发性与结节性硬化症(TSC)相关型,两者在发病年龄、肿瘤特征(双侧多发、脂肪成分等)及临床管理策略上存在差异。随着影像学技术的发展,CT、MRI等多模态成像手段使肾错构瘤的结构特征、脂肪含量、血管构型及肿瘤边界关系得以清晰呈现,使其诊断模式由“症状驱动”逐步转向“影像驱动”[1]。但是目前临床上对于肾血管平滑肌脂肪瘤的风险判定仍很大程度上通过直径阈值(例如 $>4 \text{ cm}$ 为高危假说)来判定,而忽略了解剖上的复杂程度、血液供应特点以及肿块与肾窦结构、肾蒂结构的空间关系等信息[2]。而RENAL评分作为一个以影像解剖为基础的定量标准化的手段,从肿块半径(Radius)、外生/内生(Exophytic/Endophytic)、肿块到肾窦的距离(Nearness)、前后位(Anterior/Posterior)以及肿块的位

置(Location)等多个方面系统描述肾脏肿瘤,同时兼具良好的客观性和重复性,在肾癌外科领域也已经被验证有较好的手术危险预测功能。目前为止,对乏脂肪肾错构瘤与肾癌的鉴别仍缺乏一种有效、无创、个体化的工具。并且传统的影像学由于受成像特点及主观因素影响,对乏脂肪肾错构瘤与肾癌的鉴别诊断具有局限性。因此,目前越来越多的研究者将目光聚集到基于大数据的高通量定量分析上,以更好地解决这些难题。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 一般资料

本研究中肾血管平滑肌脂肪瘤共有 87 例行手术治疗,其中男性 27 例,女性 60 例;整体平均年龄为  $(49.82 \pm 12.36)$  岁,年龄范围(27.00~87.00)岁。所有入组病例均为散发性肾错构瘤,无明确 TSC 相关表现或家族史。患者从第一次影像学检查提示肾脏占位到纳入本研究进行手术治疗时间约为  $(18.60 \pm 9.62)$  月,间隔时间(2.00~48.00)月;入组手术时肿瘤最大直径则以影像检查结果为依据,患者的临床特点是体检时偶然发现或偶尔出现腰部腹胀痛,伴有基础疾病者则主要表现为轻度高血压、代谢紊乱以及肾功能指标小幅度变化等现象(用于描述数据,不限制入选)。

入选标准:① 增强 CT/MRI 提示典型肾错构瘤影像学表现或术后病理证实为肾错构瘤者;② 影像学资料齐全,能进行肿瘤最大径量化测量、RENAL 评分,围术期重要检验检查结果、手术过程可查询;③ 年龄  $\geq 18$  周岁,无性别限制;④ 随诊或住院信息能够明确是否存在研究所定义的“临床事件”(如围术期出血相关事件、急性肾功能变化或者需要再次干预处理的并发症等)。排除标准:① 影像学资料丢失或者缺少核心切面,无法实现结构化的影像评价;② 合并有其他肾脏恶性肿瘤或存在明显的肾外转移/系统性疾病史导致结局判断干扰的情况;③ 既往有同侧肾脏大型手术、肾动脉栓塞或放射介入治疗史且影响肿瘤解剖定位者;④ 合并有重度感染、凝血异常、终末期肾病、危重症状态使得围术期指标失真的情况;⑤ 妊娠期或者哺乳期患者,以及资料存在明显的逻辑矛盾无法核查的重要变量值。

### 2.2. 方法

本文采取回顾性的临床研究方式,收集筛选出的肾错构瘤患者病例并进行规范化整理和分析。先由课题组成员集中从电子病历系统和影像存储系统(PACS),下载相关患者的个人信息、既往病史、各项检验结果、围术期指标、术后随访信息等,然后对这些数据进行清洗清洗与标准化操作,去除有极端缺失的数据以及有明显逻辑错误的的数据,形成标准化数据库。

影像学判断部分采取两位独立影像医师读片的方式,在影像评估的过程中安排有中高级职称的影像科医师和泌尿外科医师对 CT/MRI 影像进行标准化评估,测量肿瘤大小及其距肾集合系统与肾门的距离,然后根据 RENAL 评分标准对其进分值分类处理,如有异议,则交予第三方专家讨论决定;临床结果以围手术期期间出现不良事件作为终点,事件类型统一定义为围术期内出血导致的并发症,急性的肾功能指标变化,以及产生需要医疗介入的临床事件等。数据分析应用多因素 logistic 回归方法,将人口学资料、实验室检查指标、围术期指标与影像学结构性指标一起放入回归方程,筛选出对事件的发生有独立关联价值的因素来建立基于影像结构的临床预测模型[3]。

### 2.3. 观察指标

#### (1) 年龄

从医院电子病历系统调阅患者的身份识别信息以及住院注册记录得到出生年月日,得到入组时刻的真实年龄(岁)。作为连续型变量引入统计分析,评估其对临床结局风险的影响。

## (2) BMI

根据入院第一次测得身高体重值来计算体质指数[BMI = 体重(kg)/身高(m)<sup>2</sup>], 统一保留两位小数, 作为连续变量进入统计分析模型中用来衡量体脂堆积情况和围术期风险的相关性。

## (3) 心脏病

由病历系统以及以往诊断资料得知是否患有冠心病、心律失常、心功能不全等相关的心脏病史, 以二分类变量(0 = 否, 1 = 是)的方式进行数量化编码并加入到回归方程中。

## (4) 胱抑素 C

收集患者术前静脉采血样本, 由我院检验科统一的生化平台检测得数值得分(mg/L), 作为连续变量参与研究, 用作衡量肾小球滤过能力指标。

## (5) 动脉阻断时间

由手术麻醉信息系统查询的肾动脉阻断开始与结束时间, 得出阻断时长(min), 作为连续变量带入公式中用来表示术中的肾脏缺血负担大小。

## (6) 手术时间

根据手术信息系统中记载的手术开始时间和结束时间来确定总的手术的时间长度(min), 并作为连续变量进行度量来体现手术操作难度和技术压力大小。

## (7) 肿瘤最大径

由影像科医生在 CT/MRI 横断面上测定肿瘤的最大长径(cm), 设定统一标准窗宽窗位及双医互审, 取均值作为定量变量录入统计。

## (8) RENAL 评分

根据标准化 RENAL 评分标准, 通过肿瘤大小、内生/外生属性、邻近集合系统的距离、前后位置以及肿瘤部位进行评分, 由两个医生分别评审之后统一数值, 生成数值化的结构复杂程度参数加入模型研究中。

## 2.4. 统计学方法

本文以是否发病作为因变量, 通过多因素 Logistic 回归来分析影响其的临床指标及影像参数的独立关联性, 求取回归系数( $\beta$ )、标准误、z 值、P 值和 OR (95% CI), 衡量各个因素对临床风险影响的程度。

## 3. 结果

本文以围术期事件的发生与否作为自变量, 将年龄、BMI、心脏病史、胱抑素 C、动脉阻断时间, 手术时间、肿瘤最大直径和 RENAL 评分等多个变量联合放入多元 Logistic 回归模型中

Logistic 回归模型的一般形式可表示为:

$$\text{Logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n$$

其中:

P 表示围术期事件发生的概率;

$\beta_0$  为常数项;

$\beta_i$  为第  $i$  个自变量的回归系数;

$X_i$  分别对应各预测变量。

计算模型中参数相关的回归系数、标准误、z 值、P 值以及 95% 可信区间, 全面评估变量之间的相互独立的作用效果, 从结构性参数与指标性参数两方面建立事件发生的危险性预测模型, 具体内容见表 1。

**Table 1.** Results of multiple factor regression**表 1.** 多因素回归结果

变量	回归系数	标准误差	z 值	P 值	95% CI 下限	95% CI 上限
年龄	0.0146	0.019	0.782	0.434	-0.022	0.051
BMI	-0.0273	0.029	-0.942	0.346	-0.084	0.03
心脏病	-18.0984	11,400	-0.002	0.999	-22,700	22,700
胱抑素 C	-0.0429	0.491	-0.087	0.93	-1.004	0.919
动脉阻断时间	-0.002	0.02	-0.101	0.919	-0.041	0.037
手术时间	0.0036	0.004	0.807	0.42	-0.005	0.012
肿瘤最大径	0.0194	0.06	0.322	0.760	-0.099	0.137
RENAL 评分	0.7628	0.181	4.217	0	0.408	1.117

多元回归分析发现只有 RENAL 评分在模型中呈现清晰稳定且具有统计学意义的结果( $\beta = 0.7628, z = 4.217, P < 0.001, 95\% \text{ CI}: 0.408 \sim 1.117$ ), 说明影像学结构性变量是肾血管平滑肌脂肪瘤引发临床问题的独立危险因素, 也就是说 RENAL 评分越高, 临床事件的发生率显著增加。表明肿瘤解剖结构复杂程度与临床风险存在稳定正相关。

从影像学结构性来说, RENAL 评分综合考虑了肿瘤大小、内生/外生特点, 距离集合系统的位置, 其所在的空间部位及其与肾门结构的关系等多个方面的考量, 反映了肿瘤在肾脏解剖系统中“结构嵌入深度”与“空间入侵程度”, 能真实反映肿瘤潜在的出血风险以及手术难度和术后并发症的风险。

年龄、BMI、心血管病史、胱抑素 C、血管阻断时间、手术时间和肿瘤最大径等因素均无统计学意义( $P$  均 $>0.05$ ), 表明传统的临床指标、生化指标以及单一尺寸参数对于肾错构瘤风险预估的解释力度不足。“肿瘤最大径”亦未能呈现出明显的相关性, 进一步证明了以简单肿瘤大小为治疗标准的传统管理体系是存在根本缺陷的。并不能真实地反映出肿瘤真正的生物学危险等级。统计学结果支持肾错构瘤风险判定模式应该从“volume-based model (体积导向型模型)”向“structure-based model (结构导向型模型)”过渡, 即由单一的定量指标转变为基于肿瘤影像学形态复杂性的定性评判。

进一步从临床分型逻辑上看, 该模型结果支持一种由“尺寸分型”向“结构分型”转化的管理思路: 即以影像学结构复杂性为核心变量, 对肾错构瘤进行风险分层与临床管理路径划分, 而非仅依赖传统直径阈值(如 4 cm 标准)进行经验性判断。该研究结果在统计学意义与结构逻辑层面形成一致性指向, 即 RENAL 评分不仅具备外科技术难度预测价值, 也具备对肾错构瘤围术期临床事件风险的结构解释能力, 为构建以影像结构为核心的临床分型模型提供了实证基础。

## 4. 讨论

现阶段, 肾错构瘤与肾细胞癌相比, 大部分患者可采取主动监视的保守方案, 而无须立即进行手术治疗。可见两种肿瘤在治疗与预后中均有较大差异, 因此有效鉴别肾错构瘤与肾细胞癌, 对临床制定治疗方案具有重要的指导意义[4]。肾错构瘤的影像特征不仅仅作为诊断依据, 更是支撑临床分型框架的基础。而传统的影像读片往往关注“是否有脂肪组织”、“肿瘤直径界限”等辨析特点, 当下影像的价值正在走向“结构表达功能”, 即基于肿瘤三维构型、解剖毗邻与组织结构特点对疾病分型的支持作用。CT、MRI 呈现的不仅仅是形态图像, 更是一个结构化的信息载体, 它描述的是肿瘤与肾实质、肾集合系统的空间嵌套关系以及肾门血管的空间位置关系, 这些结构的关系直接影响着肿瘤潜在出血风险以及生长行为方式以及手术处理难度, 决定了它的临床处理路径[5]。将影像学参数体系引入分型标准中, 从而建立起基于结构复杂程度的分级逻辑, 使分型标准不再停留于表面形态层面, 而是深入到解剖层次、风

险层次相互融合的层面之中, 为其精准医疗提供结构基础[6]。

影像学量化评分系统的确立让影像诊断从“主观”走向“客观”, 是肾血管平滑肌脂肪瘤临床上管理方式革新的突破口[7]。标准化评分体系通过统一参数测量、评价标准使得各个医师间, 各家医院间的影像读片具备比较性和统一性, 减少因个体经验依赖导致的诊疗偏差。在临床应用中量化评分工具不仅仅停留在“诊断工具”, 还深入介入到诊疗思路的选择之中, 比如通过评分来判断手术难度; 决定积极干预还是保守随访; 选择合适术式等等, 其核心意义在于把“影像资料”转化成“决策信息”[8]。使其从辅助工具变成决策支点, 实现影像-临床-治疗之间逻辑闭环。再者, 随着影像学评分体系的细化发展也在引导肾血管平滑肌脂肪瘤临床分型理念由“静态分类”向“动态管理模式”转变。传统的分型常采用固定的阈值为界限标准, 存在明显的静态性质, 但基于结构指标的空间关系建立影像学评分模型具有动态性解释功能可以伴随肿瘤增大、结构变形以及相关解剖位置发生变化不断刷新预测评估数值[5]。此动态性特点使得影像学不再是一个阶段性检查手段而是疾病全程跟踪的连续性监护平台, 能够为随诊方案调整、干预时机选择以及治疗方法优化提供即时参考。而且影像学结构参数连续性量化表示也使得临床风险不再是以“有/无”二元划分形式展现出来而是呈现出连续性分布状态, 有利于分级管理系统的构建从而实现低危患者精准随访、高危患者提前干预的不同路径设计。

在多学科协作上, 影像学量化体系也给整个临床班组提供了一种统一的结构化语言的基础。借助于统一的标准参数体系, 不同专业的医生可以基于同一评判标准体系内进行讯息传达与意见交换, 防止以往的经验性表述而引起的语义含混不清或者理解误区。建立此“结构化语言”, 使影像信息具有了跨越专业间的传播力, 利于打造影像引导型的多学科协作决策平台, 促进影像科、泌尿外科以及临床管理者之间的深度协作, 进而增强整个诊治系统的运转效率并提高决策的可靠性。从系统医学的角度来看, 这样的协作模式既优化单个患者的管理过程, 同时也为规范化诊疗流程提供了技术支持[9]。

伴随着精准医学观念的进步, 肾血管平滑肌脂肪瘤的临床管理亦逐渐从“统一路径式管理”转变为“个体化结构式管理”。影像主导型分型模式的最大意义就是基于结构的不同来实现患者危险度区间上的精细划分及差异化管理模式的构建。影像学结构分型还为MDT合作提供了基础, 让影像科医生、泌尿外科医生以及临床管理团队能够在同一结构框架下达成共识、做出抉择。有利于建立一套固化的、高效而标准化的诊疗范式。进而不断推进肾血管平滑肌脂肪瘤诊疗体系走向体系化、精细化与智能化。

需要指出的是, 肾错构瘤的临床风险包括疾病自然进展风险(如肿瘤增大、破裂出血)与手术干预相关风险。本研究基于手术人群, 以围术期不良事件为结局变量, 所反映的主要是手术风险, 尚无法对肿瘤自然进展风险提供直接证据。此外, 本研究入组病例均为散发性肾错构瘤, 未纳入TSC相关型患者, 因此研究结论在TSC相关肾错构瘤人群中的适用性尚需进一步验证。未来研究可进一步开展基于不同亚型的亚组分析, 以明确影像学结构指标在不同类型肾错构瘤中的风险预测价值。

基于影像组学联合临床分类角度考虑, 肾错构瘤诊治手段逐渐从经验走向结构化、模型化、精准化的道路, 以影像为基础的信息归纳方法, 不仅可以作为确定肿瘤良恶性的可靠标准, 也为进行危险分层、决定手术时间以及治疗方案的选择提供了合理支撑。影像结构参数体系引入临床诊疗流程后, 可以全方位地描述肿瘤的空间几何形态、生长动态及可能存在的隐患等信息, 从而使医生的临床判断由单一特征值上升至多个结构特征参数综合评判的新阶段。此研究思路对于改善当前肾错构瘤诊疗体系由粗糙分类走向细致化分类、从滞后处理转为提前预防具有重要意义, 在提高病人安全性的同时增强临床治疗方法的合理性、预见性。

## 声 明

本实验已经通过医院伦理委员会审核备案(伦理编号: YX2023-017), 实验严格按照《赫尔辛基宣言》

相关规定执行, 所有参与者均已签署知情同意书或对回顾性资料允许进行使用; 涉及个人隐私的信息均经过匿名化处理, 仅供科学研究使用。

## 参考文献

- [1] 周正兴, 陈红兵, 刘伟, 等. 表现为肾癌影像学特征的乏脂肪肾错构瘤诊治分析[J]. 罕见疾病杂志, 2021, 28(6): 51-53.
- [2] 刘志强, 吕丽娜, 张胜娟, 等. 早期非典型性视网膜星形细胞错构瘤的多模式影像学特征[J]. 眼科新进展, 2021, 41(8): 779-782.
- [3] 师丽娜, 谢剑伟, 殷波. 结节硬化症合并肾错构瘤的临床诊治分析(附 7 例报告) [J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29(7): 1179-1182.
- [4] 苏超, 袁顺达. CT 影像学特征酷似肺癌的周围型错构瘤一例[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(8): 977-978.
- [5] 刁夏尧, 吴少旭, 孔坚秋, 等. CT 在肾错构瘤与肾细胞癌鉴别诊断中的应用及进展[J]. 中国肿瘤, 2020, 29(6): 452-457.
- [6] 杨滢, 兰军. 肾错构瘤的 CT 扫描及 VR 重建影像学特征分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2017, 15(11): 82-84.
- [7] 谢刚, 李康. 脾脏错构瘤一例病理学分型及影像学表现并文献复习[J]. 实用医学影像杂志, 2022, 23(2): 132-135.
- [8] 陈心朋. 巨大肾错构瘤行机器人辅助腹腔镜保留肾单位手术的单中心经验[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 蚌埠医学院, 2021.
- [9] 王宏志. 肾错构瘤的外科诊治分析[J]. 中国实用医药, 2010, 5(35): 59.