

• 影像学专栏 •

甲状腺结节三大恶性风险分层系统对比

邹道远¹, 丁文波¹, 樊欣钰^{2*}

(1. 南京中医药大学附属中西医结合医院超声科, 江苏 南京 210028; 2. 南京中医药大学
附属中西医结合医院治未病科, 江苏 南京 210028)

【摘要】 目的 系统比较美国放射学会甲状腺影像报告和数据系统(American College of Radiology Thyroid Imaging Reporting and Data System, ACR-TIRADS)、韩国甲状腺影像报告与数据系统(Korean Thyroid Imaging Reporting and Data System, K-TIRADS)与中国甲状腺影像报告与数据系统(Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data System, C-TIRADS)在甲状腺结节良恶性鉴别中的诊断效能及细针穿刺(fine needle aspiration, FNA)指导价值。**方法** 回顾性纳入2024年1—12月于南京中医药大学附属中西医结合医院收治的551个病理确诊的甲状腺结节(恶性率70.42%),由2名资深医师在盲法条件下独立应用3种系统进行分类,统计各系统风险分层与实际恶性率的匹配度、FNA实施率及恶性检出率,通过受试者工作特性(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析诊断效能。**结果** 风险分层:C-TIRADS的4C类(恶性率87.05%)和5类(恶性率95.31%)与病理高度吻合;ACR-TIRADS的4类恶性率超理论范围(25.00% vs. 5%~20%);K-TIRADS的5类占比过高(87.84%),但恶性率符合预期(78.72%)。FNA指导:C-TIRADS总体FNA实施率最高(73.50%),恶性检出率(71.11%)最接近真实值;ACR-TIRADS的5类仅61.93%接受FNA。诊断效能:C-TIRADS(截断值4C类)的ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)最优(0.847),敏感度87.11%、特异度73.01%;K-TIRADS敏感度最高(98.20%),但特异度最低(36.81%)。**结论** C-TIRADS通过精细亚分类(4A/4B/4C)实现了最优风险分层和FNA决策指导,显著降低中危结节的诊断模糊性。

【关键词】 甲状腺结节;中国甲状腺影像报告与数据系统;穿刺活检 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2026.03.004

【中图分类号】 R581 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1007-3205(2026)03-0268-08

Comparison of three major malignant risk stratification systems for thyroid nodules

ZOU Dao-yuan¹, DING Wen-bo¹, FAN Xin-yu^{2*}

(1. Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210028, China; 2. Department of Preventive Treatment of Disease, Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210028, China)

【Abstract】 Objective To systematically compare the diagnostic performance and fine-needle aspiration (FNA) guidance value of American College of Radiology Thyroid Imaging Reporting and Data System (ACR-TIRADS), Korean Thyroid Imaging Reporting and Data System (K-TIRADS), and Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data System (C-TIRADS) in differentiating benign and malignant thyroid nodules. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 551 pathologically confirmed thyroid nodules (malignancy rate: 70.42%) from Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine from January to December 2024. Two experienced physicians independently classified the nodules using the three systems under blinded conditions. The alignment between risk stratification of each system and actual malignancy rates, FNA implementation rates, and malignancy detection rates were analyzed. Diagnostic performance was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** For risk stratification, C-TIRADS subcategories 4C (malignancy rate:

[收稿日期] 2025-12-18

[基金项目] 江苏省疾病预防控制中心科技计划项目(JSJK2026D00047)

[作者简介] 邹道远(1989—),男,江苏南京人,南京中医药大学附属中西医结合医院主治医师,医学硕士,从事超声介入诊疗及浅表器官、人工智能辅助相关诊断研究。

*通信作者。E-mail: fan_xinyu@163.com

87.05%) and 5 (malignancy rate: 95.31%) closely matched pathological outcomes. ACR-TIRADS 4 nodules exceeded the theoretical malignancy range (25.00% vs. 5%–20%). K-TIRADS assigned excessive nodules to 5 (87.84%), though its malignancy rate (78.72%) aligned with expectations. For FNA guidance, C-TIRADS had the highest overall FNA rate (73.50%) and malignancy detection rate (71.11%), closest to the true malignancy rate. Only 61.93% of ACR-TIRADS 5 nodules underwent FNA. In terms of diagnostic performance, C-TIRADS (cutoff: category 4C) achieved the highest area under the curve (AUC) (0.847), with a sensitivity of 87.11% and a specificity of 73.01%. K-TIRADS had the highest sensitivity (98.20%), but the lowest specificity (36.81%). **Conclusion** C-TIRADS provides optimal risk stratification and FNA decision guidance through its refined subcategorization (4A/4B/4C), significantly reducing diagnostic ambiguity for intermediate-risk nodules.

[Key words] thyroid nodule; Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data System; aspiration biopsy

甲状腺结节是内分泌系统的常见疾病,其临床检出率呈现显著上升趋势,在普通人群中的患病率达30%~67%^[1]。然而,大多数结节是良性的,仅7%~15%表现为恶性^[2]。为了避免甲状腺结节的过度治疗,术前准确鉴别结节性质至关重要。超声是检查甲状腺结节的首选方法,其具有高性价比、无放射性、实时动态等优点。当前学术共识指出,单一超声特征不足以独立诊断甲状腺恶性结节^[3],多项可疑特征的协同分析具有重要预测价值^[4],基于此理念,全球陆续研发了十余种甲状腺结节风险分层系统。尽管这些系统均聚焦与恶性风险相关的关键声像图表现,但在风险量化方法上存在显著差异:2017年美国放射学会甲状腺影像报告和数据系统(American College of Radiology Thyroid Imaging Reporting and Data System, ACR-TIRADS)^[5]首创量化积分体系,依据结节的成分、回声、形态、边缘及强回声灶5个维度的权重赋分,通过总分累积划分1~5个风险等级,其穿刺阈值设定严格,显著降低了过度穿刺率,但对≤1 cm的早期恶性结节不敏感。2016版韩国甲状腺影像报告与数据系统(Korean Thyroid Imaging Reporting and Data System, K-TIRADS)^[6]则采用特征计数模型——仅统计实性、微钙化、极低回声、分叶/模糊边缘及纵横比>1五项核心恶性征象的数量,其高敏感度使微小癌检出率提升14.2%,但特异度下降导致假阳性率突破40%^[7]。欧洲2017年推出的欧洲甲状腺影像报告与数据系统(European Thyroid Imaging Reporting and Data System, EU-TIRADS)另辟视觉模式识别路径^[8],依据声像图形态模式实施五型归类,其细针穿刺(fine needle aspiration, FNA)指征设计采用尺寸—征象双轨制,虽体现风险获益平衡理念,但诊断一致性高度依赖操作者经验。我国2020年发布的中国甲状腺影像报告

与数据系统(Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data System, C-TIRADS)首先根据结节的成分(如完全囊性)进行初步排除,再通过计数“微钙化、极低回声、边缘不规则”等关键恶性特征的数量,直接对应2~5类的风险等级。该方法显著提升了诊断的标准化与可重复性^[9]。这一创新性分类模式的临床应用效能,亟待与其他国际主流指南进行系统比较与验证。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2024年1—12月于南京中医药大学附属中西医结合医院超声科接受标准化甲状腺超声检查,且同期完成细针穿刺细胞学活检或外科手术切除的患者453例,共计结节551个,其中男性患者118例共计结节138个,女性患者335例共计结节413个,见表1。纳入标准:①所有病例均经组织病理学或细胞病理学检查;②具备符合诊断标准的超声图像,且图像质量满足甲状腺影像报告和数据系统(Thyroid Imaging Reporting and Data System, TIRADS)技术要求;③超声检查前无临床治疗或侵入性检查。排除标准:①细胞穿刺病理学结果为Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类或手术病理结果均不明确的结节;②超声图像质量缺陷;③合并其他恶性肿瘤。所有细针穿刺活检获得的细胞病理学诊断结果,均依据贝塞斯达甲状腺细胞病理学报告系统^[10]进行分类判读。该国际标准化系统将甲状腺细胞学诊断划分为6个临床意义层级:Ⅰ类,样本无法诊断或不满意(标本量不足/固定缺陷);Ⅱ类,良性细胞学改变;Ⅲ类,意义不明确的非典型性病变或滤泡性病变;Ⅳ类,滤泡性肿瘤或可疑滤泡性肿瘤(需分子检测排除滤泡癌);Ⅴ类,可疑恶性肿瘤;Ⅵ类,明确恶性肿瘤。

本回顾性研究遵循了相关的伦理准则和患者

表1 甲状腺结节患者临床及病理特征
Table 1 Clinical and pathological characteristics of patients with thyroid nodules

组别	总结节个数	性别(结节个数)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	结节大小 ($\bar{x}\pm s$,cm)
		男性	女性		
良性组	163	36	127	45.42±11.28	2.77±1.55
恶性组	388	102	286	45.81±11.37	1.18±0.96
χ^2/t 值		1.078		0.370	12.155
P值		0.299		0.712	<0.001

隐私保护规定,研究方案获得机构审查委员会批准通过(江苏省中西医结合医院伦理委员会,中国江苏南京;批准文号:2024-LWKY-021)。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 本研究采用多中心设备组合策略,运用三款高端彩色多普勒超声诊断系统(SamsungRS80A、FUJIFILM ARIETTA 850及CanonTUS-AI900)实施甲状腺影像学评估,所有机型均配置高频超声线性传感器阵列,中心频段12~18 MHz,确保分辨率满足微小结构辨识需求。

1.2.2 检查方式 由具备10年以上甲状腺超声诊疗经验的医师团队操作执行:受检者取仰卧颈伸位,行灰阶超声多切面扫描,系统记录结节大小、位置、内部结构、回声、边缘、形态、纵横比、强回声灶。

1.2.3 细针穿刺活检 FNA操作于超声实时引导下完成:嘱患者仰卧,垫高肩、颈,暴露穿刺区,常规消毒铺巾,在超声引导下以10 mL注射器连接21 G针头穿刺结节,依据结节位置选择经峡部或侧颈部进针路径,于结节内部做3次不同方向抽吸,所获样本立即置于载玻片涂片,更换10 mL注射器对结节核心区域重复穿刺2次,术后加压包扎并监测30 min排除出血等并发症。

1.3 分类标准

1.3.1 ACR-TIRADS(美国放射学会,2017版)^[5]

ACR-TIRADS采用五维量化赋分法,即根据结构(囊性/海绵状0分;囊实性1分;实性2分)、回声(无回声0分;等/高回声1分;低回声2分;极低回声3分)、形态(水平位0分;垂直位3分)、边缘(光滑/模糊0分;分叶/不规则2分;甲状腺外侵犯3分)和局灶性强回声(大彗星尾征0分;粗钙化1分;周边钙化2分;点状强回声3分)5个超声特征独立进行评分,再根据总分进行分类:总分0分判定为ACR-TIRADS 1类(良性病变),无需临床干预与穿刺活检;总分2分判定为ACR-

TIRADS 2类(无恶性可疑征象),同样排除FNA指征;总分3分判定为ACR-TIRADS 3类(低度恶性风险,恶性概率<5%),仅当结节最大径 ≥ 2.5 cm时建议超声引导下穿刺;总分4~6分判定为ACR-TIRADS 4类(中度可疑恶性),其活检干预阈值为最大径 ≥ 1.5 cm;总分 ≥ 7 分则判定为ACR-TIRADS 5类(高度可疑恶性),需对最大径 ≥ 1.0 cm的病灶实施FNA操作,见表2。

表2 ACR-TIRADS分类恶性风险与FNA阈值
Table 2 Malignancy risk and FNA thresholds of ACR-TIRADS categories

总分	ACR-TIRADS分类	恶性风险	FNA 阈值
0	ACR-TIRADS 1	$\leq 2\%$	无需FNA
2	ACR-TIRADS 2	$\leq 2\%$	无需FNA
3	ACR-TIRADS 3	$< 5\%$	≥ 2.5 cm
4~6	ACR-TIRADS 4	5%~20%	≥ 1.5 cm
≥ 7	ACR-TIRADS 5	$> 20\%$	≥ 1.0 cm

1.3.2 K-TIRADS(韩国甲状腺放射学会,2016版)^[6]

K-TIRADS采用以恶性征象驱动的风险分层逻辑,其核心是通过识别5项典型恶性声像图标识(实性低回声微钙化灶、垂直位生长、边缘毛刺/分叶征),结合结节基础形态学特征实施动态分级。超声评估无结节判定为K-TIRADS 1类(恶性风险0%);具有海绵状结构或囊性伴彗星尾征等明确良性表现者判定为K-TIRADS 2类(风险<3%);K-TIRADS 3类限定于部分囊性或等回声且无任何恶性标识的结节(风险3%~15%),其FNA干预阈值为最大径 ≥ 1.5 cm;对于部分囊性或等回声结节叠加1个恶性特征者,或实性低回声但无明确恶性征象者判定为K-TIRADS 4类(中度可疑,风险15%~50%),需对 ≥ 1.0 cm结节实施穿刺;而实性低回声合并 ≥ 1 个恶性特征则归为K-TIRADS 5类(高度可疑,风险>60%),同样以1.0 cm作为FNA临界值,见表3。

1.3.3 C-TIRADS(中国版,2020版)^[9]

C-TIRADS核心是采用动态加减分系统实现精准量化:垂直生长、实性、极低回声、微钙化灶、边缘模糊/不规则/腺外侵犯为恶性征象,每项+1分;典型“彗星尾征”的强回声灶-1分。依据总分生成五级风险分类;无结节归为C-TIRADS 1类,不赋分,-1分归为C-TIRADS 2类(恶性风险0%,无需FNA);0分归为C-TIRADS 3类(风险<2%,无需FNA);1分归为C-TIRADS 4A(风险2%~10%, ≥ 1.5 cm行FNA);2分归为C-TIRADS 4B(风险10%~

表3 K-TIRADS分类恶性风险与FNA阈值

Table 3 Malignancy risk and FNA thresholds of K-TIRADS categories

超声征象	K-TIRADS分类	恶性风险	FNA阈值
无结节	K-TIRADS 1	0	无需FNA
海绵样结构或囊性伴彗尾	K-TIRADS 2	<3%	无需FNA
部分囊性或等回声无恶性特征	K-TIRADS 3	3%~15%	≥1.5 cm
部分囊性+1个恶性特征/实性低回声无恶性特征	K-TIRADS 4	15%~50%	≥1.0 cm
实性低回声+恶性特征	K-TIRADS 5	>60%	≥1.0 cm

50%，≥1.0 cm行FNA）；3~4分归为C-TIRADS 4C（风险50%~90%，≥1.0 cm行FNA）；5分归为C-TIRADS 5类（风险>90%，

表4 C-TIRADS分类恶性风险与FNA阈值

Table 4 Malignancy risk and FNA thresholds of C-TIRADS categories

分值	C-TIRADS分类	恶性风险	FNA阈值
无	C-TIRADS 1	0%	无结节
-1	C-TIRADS 2	0%	良性,无需FNA
0	C-TIRADS 3	<2%	良性可能,无需FNA
1	C-TIRADS 4A	2%~10%	低度可疑恶性,≥1.5 cm行FNA
2	C-TIRADS 4B	10%~50%	中度可疑恶性,≥1.0 cm行FNA
3~4	C-TIRADS 4C	50%~90%	高度可疑恶性,≥1.0 cm行FNA
5	C-TIRADS 5	>90%	高度提示恶性,≥1.0 cm行FNA
-	C-TIRADS 6	-	活检证实的恶性

1.4 观察指标 由2位具有10年以上甲状腺超声经验的医师，在未知病理结果的情况下，独立审查每个结节的静态超声图像，并分别依据ACR-TIRADS、K-TIRADS及C-TIRADS标准进行分类。基于最终病理或细针穿刺抽吸活检结果，计算各分类系统中不同类别结节的恶性比率，并分析其与分类系统的相关性。同时，比较3种TIRADS分类系统在鉴别甲状腺结节良恶性方面的诊断效能，以及各系统推荐的FNA数量及其对应病例的恶性检出率。

1.5 统计学方法 应用SPSS 27.0统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数(%)表示，比较采用 χ^2 检验；应用Cochran's Q检验比较各系统不同分类间FNA恶性比率的差异；通过受试者工作特性(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估各系统的诊断效能，计算ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)及其95%CI，并确定最佳诊断截断值及相应的准确度、敏感度、特异度；3种系统AUC的两两比较采用DeLong检验，并经Bonferroni法校正(校正后 $P < 0.017$ 为差异有统计学意义)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 3种TIRADS分类系统恶性风险分层与FNA效能比较 本研究共纳入551个甲状腺结节(恶性率70.42%)，2位高年资超声医师在盲法下独立评估了所有结节的超声图像，并分别依据ACR-TIRADS、K-TIRADS及C-TIRADS标准进行分类(图1~6)。在ACR-TIRADS系统中，ACR-TIRADS 2类、3类、4类和5类结节的恶性率分别为8.33%、6.25%、25.00%和86.05%，76.77%的结节被归为5类，但仅61.93%的5类结节接受FNA，其FNA恶性检出率为84.73%。ACR-TIRADS 4类结节的实际恶性率为25.00%，略高于其推荐的5%~20%，FNA恶性检出率(23.91%)与理论预期不一致。K-TIRADS系统的恶性率表现为：K-TIRADS 3类6.67%，4类11.54%，5类78.72%，将87.84%的结节划分为5类，其FNA执行率(60.12%)与恶性检出率(76.98%)均低于ACR-TIRADS 5类结节，4类结节的恶性率(11.54%)及FNA恶性检出率(7.31%)均低于其推荐范围(15%~50%)。C-TIRADS因细分子类别(4A/4B/4C/5类)显示出更精准的风险分层：4C类(占比35.03%)和5类(占比23.23%)恶性率分别达87.05%与

95.31%，其 FNA 恶性检出率（85.42% 和 95.15%）与理论推荐值（50%~90% 和 >90%）高度吻合；但 4A 类实际恶性率（22.86%）超出推荐范围（2%~10%）。整体上，C-TIRADS 的 FNA 实施率最高（73.50%），其恶性检出率（71.11%）与总体恶性率最为接近。3 种系统的 FNA 率和恶性率差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。见表 5。

2.2 3 种 TIRADS 系统诊断效能比较（ROC 分析） ROC 曲线分析和效能对比显示，3 种甲状腺结节风险分层系统的诊断效能存在显著差异。C-TIRADS 表现出最优的诊断效能，AUC 值为 0.847（95%CI: 0.811~0.883），其最佳截断值为 4C 类，敏感度 87.11%，特异度 73.01%，总体准确度达 82.94%；ACR-TIRADS 的 AUC 值为

0.753（95%CI: 0.703~0.803），最佳截断值为 5 类，敏感度虽达到 91.24%，但特异度明显偏低，仅为 57.67%，导致其准确度（81.27%）低于 C-TIRADS；与之相似的 K-TIRADS 的最佳截断值也为 5 类，呈高敏感度和低特异度的特点，其敏感度最高，为 98.20%，但特异度仅 36.81%，故其效能最低，AUC 值也仅为 0.675（95%CI: 0.621~0.730）。见图 7、表 6。

3 讨 论

本研究通过系统比较 ACR-TIRADS、K-TIRADS 和 C-TIRADS 对甲状腺结节的恶性风险分层效能，揭示了 3 种系统在临床实践中的差异化价值。研究^[11]表明，C-TIRADS 凭借其精细化的亚分类架构（尤其是 4B/4C/5 类）展现出显著的

表 5 3 种 TIRADS 的恶性预测效能

Table 5 Malignancy prediction performance of the three TIRADS

分类	结节数(个,%)	恶性数(个,%)	标准推荐恶性率(%)	细针穿刺数(个,%)	细针穿刺恶性数(个,%)
ACR-TIRADS	551(100.00)	388(70.42)	—	316(57.35)	234(74.05)
1	0(0.00)	0(0.00)	≤2%	0(0.00)	0(0.00)
2	12(2.18)	1(8.33)	≤2%	0(0.00)	0(0.00)
3	32(5.81)	2(6.25)	<5%	15(46.87)	1(6.67)
4	84(15.24)	21(25.00)	5%~20%	46(54.76)	11(23.91)
5	423(76.77)	364(86.05)	>20%	262(61.93)	222(84.73)
K-TIRADS	551(100.00)	388(70.42)	—	345(62.61)	228(66.09)
2	0(0.00)	0(0.00)	<3%	0(0.00)	0(0.00)
3	15(2.72)	1(6.67)	3%~15%	13(86.67)	1(7.69)
4	52(9.44)	6(11.54)	15%~50%	41(78.85)	3(7.31)
5	484(87.84)	381(78.72)	>60%	291(60.12)	224(76.98)
C-TIRADS	551(100.00)	388(70.42)	—	405(73.50)	288(71.11)
2	0(0.00)	0(0.00)	0%	0(0.00)	0(0.00)
3	13(2.36)	1(7.69)	<2%	0(0.00)	0(0.00)
4A	35(6.35)	8(22.86)	2%~10%	27(77.14)	4(14.81)
4B	182(33.03)	89(48.90)	10%~50%	131(71.98)	58(44.27)
4C	193(35.03)	168(87.05)	50%~90%	144(74.61)	123(85.42)
5	128(23.23)	122(95.31)	>90%	103(80.47)	103(95.15)
Q 值	—	—	—	30.213	6.142
P 值	—	—	—	<0.001	0.046

采用 Cochran's Q 检验进行比较

表 6 3 种 TIRADS 诊断甲状腺恶性结节的效能

Table 6 Diagnostic performance of the three TIRADS for thyroid malignant nodules

分类系统	最佳截断值	AUC	95%CI	准确性(%)	敏感度(%)	特异度(%)
ACR-TIRADS	5 类	0.753	0.703~0.803	81.27	91.24	57.67
K-TIRADS	5 类	0.675	0.621~0.730	80.04	98.20	36.81
C-TIRADS	4C 类	0.847	0.811~0.883	82.94	87.11	73.01

结果是相对于金标准计算的平均值。AUC 比较采用 DeLong 检验，两两比较结果：C-TIRADS 与 ACR-TIRADS 相比， $Z=3.223$ ， $P=0.001$ ；C-TIRADS 与 K-TIRADS 相比， $Z=5.674$ ， $P<0.001$ ；ACR-TIRADS 与 K-TIRADS 相比， $Z=2.161$ ， $P=0.031$ 。经 Bonferroni 校正后，显著性阈值设定为 0.017

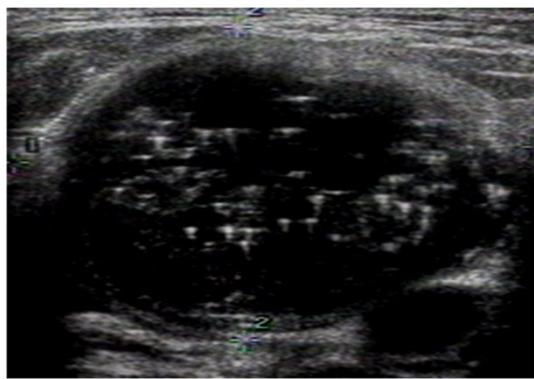


图1 左叶囊性结节,形态规则,纵横比 <1 ,点状强回声伴彗尾,ACR-TIRADS 1类,K-TIRADS 2类,C-TIRADS 2类,细胞病理为见大量胶质

Figure 1 A cystic nodule in the left lobe, with regular morphology and an A/T ratio <1 , showing punctate echogenic foci with comet-tail artifacts. It is classified as ACR - TIRADS 1, K - TIRADS 2, and C - TIRADS 2. Cytopathology revealed abundant colloid



图2 右叶囊实性结节,等回声,形态规则,纵横比 <1 ,ACR-TIRADS 2类,K-TIRADS 3类,C-TIRADS 3类,组织活检病理为右叶结节性甲状腺肿伴囊性变

Figure 2 A cystic-solid nodule in the right lobe is echoic, with regular morphology and an A/T ratio <1 . It is classified as ACR - TIRADS 2, K - TIRADS 3, and C - TIRADS 3. Histopathology of the core needle biopsy indicated nodular goiter with cystic degeneration in the right lobe

综合诊断优势。从风险分层合理性看,C-TIRADS的4C类(恶性率87.05%)和5类(恶性率95.31%)的实际恶性率与理论推荐范围(50%~90%和 $>90\%$)高度吻合,且其FNA恶性检出率(85.42%和95.15%)精准匹配预期,这反映了该系统的合理性^[12]。相比之下,K-TIRADS在低危结节的判定上较为可靠,5类实际恶性率(78.72%)也符合其推荐值($>60\%$),但其局限性也很突出,其4类恶性率(11.54%)及FNA恶性检出率(7.31%)均低于其推荐范围(15%~50%),导致大量恶性结节被分至5类,

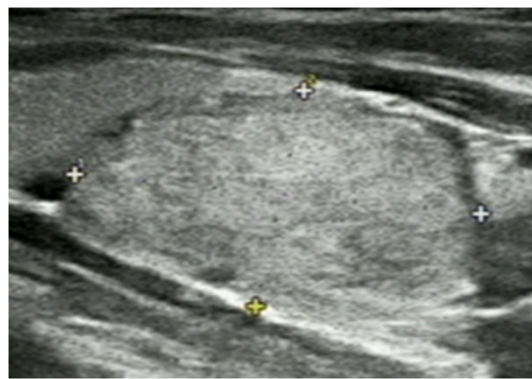


图3 右叶结节,实性,等回声,边缘规则,纵横比 <1 ,ACR-TIRADS 3类,K-TIRADS 3类,C-TIRADS 4A类,术后组织病理为右叶甲状腺滤泡性腺瘤

Figure 3 A solid, echoic nodule in the right lobe, with regular margins and an A/T ratio <1 . It is classified as ACR - TIRADS 3, K - TIRADS 3, and C - TIRADS 4A. Postoperative histopathology confirmed a follicular adenoma in the right lobe

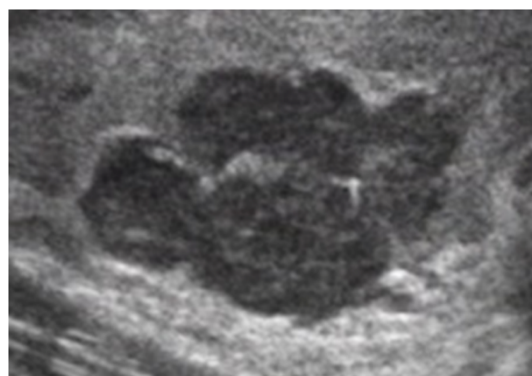


图4 左侧结节,实性,低回声,分叶状,纵横比 <1 ,ACR-TIRADS 4类,K-TIRADS 5类,C-TIRADS 4B类,组织活检病理为左叶良性滤泡性结节伴腺瘤样变

Figure 4 A solid, hypoechoic nodule in the left lobe, with a lobulated shape and an A/T ratio <1 . It is classified as ACR - TIRADS 4, K - TIRADS 5, and C - TIRADS 4B. Histopathology of the core needle biopsy indicated a benign follicular nodule with adenomatoid changes in the left lobe

ACR-TIRADS系统具有同样的问题,这削弱了中危分层的临床意义。ACR-TIRADS和K-TIRADS在关键类别上存在明显偏差:ACR-TIRADS的4类结节实际恶性率(25%)超出推荐阈值(5%~20%),其可能低估了甲状腺中危结节的恶性风险,这一结果与之前研究^[13-15]的结果一致。而ACR-TIRADS和C-TIRADS系统对其低危结节(分别为2~3类和3~4A类)的判定不甚可靠,这可能是由于本次研究中低危结节样本量较少的缘故。

进一步结合诊断效能指标,C-TIRADS展现出显著优势,以0.847(95%CI: 0.811~0.883)

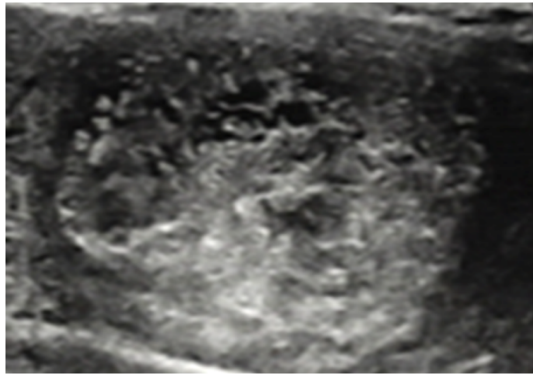


图5 右叶结节实性,等回声,边缘不规则,纵横比 <1 ,微钙化,ACR-TIRADS 5类,K-TIRADS 5类,C-TIRADS 4C类,细胞病理为右叶甲状腺乳头状癌

Figure 5 A solid, echogenic nodule in the right lobe, with irregular margins, an A/T ratio <1 , and microcalcifications. It is classified as ACR-TIRADS 5, K-TIRADS 5, and C-TIRADS 4C. Cytopathology confirmed papillary thyroid carcinoma in the right lobe

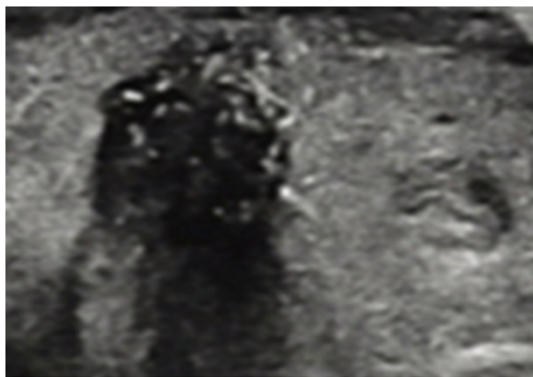


图6 左叶结节,极低回声,边缘模糊,纵横比 >1 ,微钙化,ACR-TIRADS评估5类,K-TIRADS 5类,C-TIRADS 5类,细胞病理为左叶甲状腺乳头状癌

Figure 6 A markedly hypoechoic nodule in the left lobe, with ill-defined margins, an A/T ratio >1 , and microcalcifications. It is classified as ACR-TIRADS 5, K-TIRADS 5, and C-TIRADS 5. Cytopathology confirmed papillary thyroid carcinoma in the left lobe

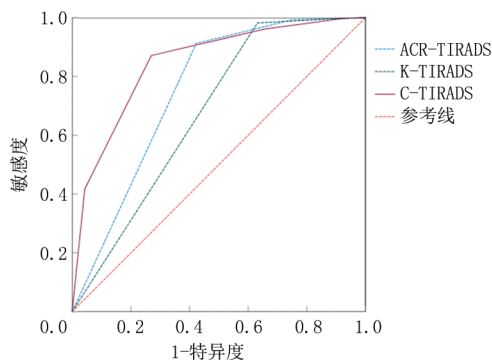


图7 3种TIRADS预测恶性甲状腺结节的ROC曲线

Figure 7 ROC curves of the three TIRADS for predicting malignant thyroid nodules

的AUC值显著优于ACR-TIRADS (0.753) 和K-TIRADS (0.675) ($P<0.001$), 此优势源于C-TIRADS在敏感度 (87.11%) 与特异度 (73.01%) 间的优化平衡, 这一结果说明C-TIRADS在区分良恶性结节的能力上更为优越, 与前人的研究^[16-18]相符。3类系统虽均以超声特征为核心构建分层逻辑, 但在分类阈值设定、特征权重分配及风险分层逻辑上存在显著差异^[19-20]。尽管K-TIRADS敏感度高达98.20%, 但其特异度仅36.81%, 这意味着其在避免漏诊恶性结节方面具有优势, 但是也增加良性结节的误诊率; 而ACR-TIRADS虽特异度 (57.67%) 优于K-TIRADS, 但因中高危分层模糊限制了整体效能。值得注意的是, C-TIRADS选择4C类而非5类作为最佳截断值, 说明其通过4C类 (占比35.03%) 有效识别了大部分潜在恶性结节, 避免了将诊断压力集中于最高危类别。

从临床实践角度, 3类系统的FNA决策逻辑差异尤为关键^[21]。C-TIRADS的总体FNA实施率 (73.50%) 显著高于ACR-TIRADS (57.35%) 和K-TIRADS (62.61%), 且其FNA恶性检出率 (71.11%) 最接近总体恶性率 (70.42%), 表明该系统能更有效地引导穿刺资源投向高危结节。反观ACR-TIRADS, 尽管5类结节恶性率达86.05%, 但仅61.93%接受FNA, 提示其分类标准可能导致部分高危结节管理不足; 而K-TIRADS的5类结节虽占比更高 (87.84%), 但其FNA恶性检出率 (76.98%) 低于ACR-TIRADS (84.73%), 进一步凸显了过度宽泛分类对医疗资源的消耗, 这与Angelopoulos等^[14]研究结果是一致的。

ROC曲线分析为上述结论提供了可视化验证: C-TIRADS曲线左上方偏移最显著, 表明其在相同假阳性率下能捕获更多真阳性病例; 而K-TIRADS曲线接近对角线, 印证其诊断分辨力有限。这种差异的深层机制可能源于分类逻辑的本质区别——C-TIRADS的4A/4B/4C亚类设计实现了对“中间风险”结节的精准解构, 避免了ACR-TIRADS和K-TIRADS将异质性结节强行归入单一4类的弊端, 对微钙化、极低回声等恶性相关特征的权重强化, 以及对“可疑淋巴结”纳入诊断体系的整合等, 这些调整在不牺牲敏感度的前提下显著提升了其特异度^[3, 22]。

综上所述, C-TIRADS在诊断效能及FNA指导价值上均展现显著优势, 但3种系统的差异本质

上反映了不同指南对“风险-收益”权衡的差异：K-TIRADS以敏感度为代价确保高危人群筛查安全，ACR-TIRADS以规范化流程支撑广泛临床推广，而C-TIRADS则通过分级创新在过度诊疗与漏诊风险间建立了更精细的平衡点，为个体化决策提供最优框架。各系统也均存在其局限性：C-TIRADS依赖操作者对超声特征的更细微的判读，且分类的细化可能导致分类难度的增加，诊断的主观性更大^[23]；而K-TIRADS的低特异度和FNA的低恶性率在医疗资源有限场景下易引发不必要的活检负担；ACR-TIRADS则因严格的形态学标准可能遗漏部分非典型恶性结节^[24]。未来研究方向应结合分子标志物或人工智能辅助诊断，以进一步提升甲状腺癌的早期诊断效能。

[参考文献]

- [1] Siegel RL, Kratzer TB, Giaquinto AN, et al. Cancer statistics, 2025[J]. CA Cancer J Clin, 2025, 75(1):10-45.
- [2] Kobaly K, Kim CS, Mandel SJ. Contemporary management of thyroid nodules[J]. Annu Rev Med, 2022, 73:517-528.
- [3] Liu J, Luo T, Zhang H, et al. Markedly hypoechoic: A new definition improves the diagnostic performance of thyroid ultrasound[J]. Eur Radiol, 2023, 33(11):7857-7865.
- [4] Majety P. Thyroid nodules: Need for a universal risk stratification system[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14:1209631.
- [5] Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White paper of the ACR TI-RADS committee [J]. J Am Coll Radiol, 2017, 14(5):587-595.
- [6] Shin JH, Baek JH, Chung J, et al. Ultrasonography diagnosis and imaging-based management of thyroid nodules: Revised Korean society of thyroid radiology consensus statement and recommendations[J]. Korean J Radiol, 2016, 17(3):370-395.
- [7] Ha EJ, Na DG, Baek JH. Korean thyroid imaging reporting and data system: Current status, challenges, and future perspectives[J]. Korean J Radiol, 2021, 22(9):1569-1578.
- [8] Russ G, Bonnema SJ, Erdogan MF, et al. European Thyroid Association guidelines for ultrasound malignancy risk stratification of thyroid nodules in adults: The EU-TIRADS [J]. Eur Thyroid J, 2017, 6(5):225-237.
- [9] 中华医学会超声医学分会浅表器官和血管学组, 中国甲状腺与乳腺超声人工智能联盟. 2020甲状腺结节超声恶性危险分层中国指南:C-TIRADS[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(3):16.
- [10] Cibas ES, Ali SZ. The 2017 Bethesda system for reporting thyroid cytopathology[J]. Thyroid, 2017, 27(11):1341-1346.
- [11] Cai Y, Yang R, Yang S, et al. Comparison of the C-TIRADS, ACR-TIRADS, and ATA guidelines in malignancy risk stratification of thyroid nodules[J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(7):4514-4525.
- [12] Jin Z, Pei S, Shen H, et al. Comparative study of C-TIRADS, ACR-TIRADS, and EU-TIRADS for diagnosis and management of thyroid nodules [J]. Acad Radiol, 2023, 30(10):2181-2191.
- [13] 刘健, 谢尚宏, 席雪华, 等. BRAF V600E 基因及 ACR TI-RADS 分类对 Bethesda Ⅲ 类甲状腺结节风险评估价值[J]. 中华医学超声杂志, 2024, 21(1):57-62.
- [14] Angelopoulos N, Androulakis I, Askitis DP, et al. Integrating clinical parameters into thyroid nodule malignancy risk: A retrospective evaluation based on ACR TI-RADS [J]. J Clin Med, 2025, 14(15):5352.
- [15] 王桂霞, 陆启勇, 刘灿灿, 等. C-TIRADS 与 ACR TIRADS 对判断甲状腺结节良恶性的诊断效能比较[J]. 重庆医科大学学报, 2022, 47(11):1278-1281.
- [16] Topcuoglu OM, Uzunoglu B, Orhan T, et al. A real-world comparison of the diagnostic performances of six different TI-RADS guidelines, including ACR-/Kwak-/K-/EU-/ATA-/C-TIRADS [J]. Clin Imaging, 2025, 117:110366.
- [17] Cai M, Chen L, Shui L, et al. Explore the diagnostic performance of 2020 Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data Systems by comparing with the 2017 ACR-TIRADS guidelines: A single-center study[J]. Endocrine, 2023, 80(2):399-407.
- [18] 林宇, 成一鸣, 张艳, 等. ACR-TIRADS 和 C-TIRADS 单独及联合 BRAF(V600E) 基因检测 Bethesda Ⅲ/Ⅳ/V 类甲状腺结节的诊断效能比较[J]. 解放军医学院学报, 2024, 45(2):118-123, 129.
- [19] Li Q, Yang L, Yang L, et al. Utility of six ultrasound-based risk stratification systems in the diagnosis of AUS/FLUS thyroid nodules[J]. Acad Radiol, 2023, 31(1):131-141.
- [20] Li HJ, Yang YP, Liang X, et al. Comparison of the diagnostic performance of three ultrasound thyroid nodule risk stratification systems for follicular thyroid neoplasm: K-TIRADS, ACR-TIRADS and C-TIRADS [J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2023, 85(4):395-406.
- [21] 隋洋, 王兵, 孙医学. 三种甲状腺结节风险分层系统 C-TIRADS、ACR-TIRADS 和 KTA/KSThR-TIRADS 的比较研究[J]. 蚌埠医学院学报, 2024, 49(3):381-385.
- [22] 张卫兵, 陈天奕, 刘华, 等. 五种不同甲状腺结节超声恶性危险分层系统的比较[J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(2):132-136.
- [23] Huang GL, Su JY, Liang RQ, et al. The impact of echogenicity grading on the diagnostic performance of C-TIRADS [J]. Int J Gen Med, 2025, 18:5509-5517.
- [24] Jiang L, Zhu HB, Liang ZW, et al. Comparison of the diagnostic performance and clinical role of different ultrasound-based thyroid malignancy risk stratification systems for medullary thyroid carcinoma [J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(6):3776-3788.

(本文编辑:何祯)