

# 远红外联合超声C-TIRADS对甲状腺结节良恶性诊断

吕晨曦\*, 杨见明#

安徽医科大学第二附属医院耳鼻喉头颈外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2024年5月28日; 录用日期: 2024年6月23日; 发布日期: 2024年6月30日

## 摘要

目的: 探讨利用远红外热成像(far infrared thermal imaging, FITI)联合中国版甲状腺影像报告和数据系统(C-TIRADS)对于甲状腺结节良恶性鉴别结果及准确性分析。方法: 选择114例接受甲状腺手术或超声引导下细针穿刺的患者, 术前留取FITI、超声C-TIRADS报告, 分析单应用及联合应用对诊断甲状腺结节的良恶性诊断效能。结果: 在114例病例中, 良性结节53例(46.5%), 其中单纯性甲状腺肿37例, 腺瘤9例, 囊性肿物6例; 恶性结节61例(53.5%), 其中乳头状癌60例(98.4%), 未分化癌1例(1.6%)。单纯C-TIRADS及FITI的灵敏度、特异度、准确度分别为62.30%, 86.79%, 73.7%和73.77%, 71.70%, 72.8%。联合诊断灵敏度、特异度、准确度分别为80.33%, 92.45%, 86.0%, C-TIRADS、FITI、联合诊断的AUC曲线下面积分别为0.745, 0.727, 0.864。C-TIRADS和FITI对比联合诊断 $P < 0.05$ , 具有显著差异。结论: C-TIRADS和FITI联合诊断对比单独超声C-TIRADS和FITI可显著提高诊断甲状腺恶性结节的效能。

## 关键词

甲状腺结节, 远红外成像, C-TIRADS, 联合诊断

# Far Infrared Combined with Ultrasound C-TIRADS for the Diagnosis of Benign and Malignant Thyroid Nodules

Chenxi Lyu\*, Jianming Yang#

Department of Otolaryngology, Head and Neck Surgery, Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: May 28<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2024; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2024

\*第一作者。

#通讯作者。

## Abstract

**Objective:** To explore the use of far infrared thermal imaging (FITI) combined with the Chinese version of the thyroid imaging report and data system (C-TIRADS) for the differentiation of benign and malignant thyroid nodules and its accuracy analysis. **Method:** 114 patients who underwent thyroid surgery or ultrasound-guided fine-needle aspiration were selected. FITI and ultrasound C-TIRADS reports were collected before surgery, and the diagnostic efficacy of single and combined use in the diagnosis of benign and malignant thyroid nodules was analyzed. **Results:** Among 114 cases, 53 were benign nodules (46.5%), including 37 cases of simple goiter, 9 cases of adenoma, and 6 cases of cystic mass; there were 61 cases (53.5%) of malignant nodules, including 60 cases (98.4%) of papillary carcinoma and 1 case (1.6%) of undifferentiated carcinoma. The sensitivity, specificity, and accuracy of C-TIRADS and FITI alone were 62.30%, 86.79%, 73.7%, and 73.77%, 71.70%, and 72.8%, respectively. The sensitivity, specificity, and accuracy of combined diagnosis were 80.33%, 92.45%, and 86.0%, respectively. The area under the AUC curve for C-TIRADS, FITI, and combined diagnosis was 0.745, 0.727, and 0.864, respectively. The combined diagnosis of C-TIRADS and FITI showed a significant difference ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The combination of C-TIRADS and FITI can significantly improve the diagnostic efficacy of thyroid malignant nodules compared to ultrasound alone.

## Keywords

Thyroid Nodules, Far-Infrared Imaging, C-TIRADS, Combined Diagnosis

---

Copyright © 2024 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. 引言

甲状腺癌发病率在世界范围内逐渐上升，已成为美国女性的五大常见癌症，而发病率升高的原因可能包括仪器精密度逐渐升高、定期体检等，既往遗漏的甲状腺微小结节，现可早期识别并作出诊断[1]。随着体检普及率的升高以及超声仪器发展精进，甲状腺微小结节的检出率也在逐渐升高[2] [3]。定期体检使得甲状腺微小结节可早期发现。依据甲状腺癌诊疗指南，甲状腺微小癌的早期发现，超声作为强烈推荐方法[4]，鉴别于 CT、MRI，超声具有安全、无放射、成本低等优点，因此临床诊疗方案制定中，辅助检查一般首选超声。超声对于结节的类型的判定主要依赖于 TIRADS 评分[5]，国际上 TIRADS 版本较多[6]，不同国家使用的 TIRADS 不尽相同，因此我国甲状腺超声更多使用的是中国版甲状腺影像报告和数据系统(C-TIRADS) [7]。临床工作中，若甲状腺微小结节的良恶性在术前能进行更加准确的鉴别，则后续的治疗方式以及病人的生活质量都会有显著不同[8]。因此，为了提高术前甲状腺良恶性结节判定的准确率，通过比较 FITI 联合超声 C-TIRADS 评分与单独 C-TIRADS 评分、FITI 用于甲状腺结节良恶性的诊断效能。本研究的目的是单独应用的 FITI 和 C-TIRADS 对比联合应用的诊断性能，并评估 FITI 对 C-TIRADS 的辅助诊断价值，以区分恶性结节和良性结节。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 对象

选取 2022 年 7 月至 2023 年 7 月就诊于安徽医科大学第二附属医院的 114 例甲状腺患者，所有患者

均有超声引导下穿刺结果或术后病理, 术前均行超声及 FITI 检查, 其中男性 61 例; 女性 53 例; 组间性别采用卡方检验  $\chi^2$ ; 年龄采用独立样本 t 检验。入选标准: 1) 已行超声检查且单侧发现结节, 准备行手术或超声引导下穿刺检查; 2) 受试前 3 日内体温正常; 3) 颈部无气管切开术史; 4) 基础代谢率正常; 5) 甲状腺病史, 经保守治疗后体温 4 周内保持正常患者; 6) 患者及家属自愿参加临床研究并签署知情同意书。排除标准: 1) 自主体位困难; 2) 颈部炎症活动期; 3) 颈部手术史。

## 2.2. 仪器

使用医用短焦距非制冷远红外热成像仪(简称远红外)(合肥晶杰医疗器械有限公司), 标准温度设置为 25°C。使用黑体进行标准温度校准。

## 2.3. 操作方法

提前 30 分钟打开远红外, 进行温度校准。软件使用甲状腺筛查辅助系统 1.0 系统中系统自动设置温窗及温宽(亦可人工调试至图像出现白色成像前 0.1°C)。检查前嘱患者摘除颈部物品, 于 25°C 环境中保持颈部、下颌缘、胸骨上窝及锁骨上窝区干燥暴露 20 分钟[9], 正坐于红外摄像仪前方 1 米处, 将颈部完全暴露于红外摄像仪的摄像范围内, 摄像采取患者颈部温度图谱。

## 2.4. 超声检查及 C-TIRADS 分类

我院使用韩国 Samsung RS80A、日本 Hitachi Preirus 等超声诊断仪器, 常规使用的探头频率分别为 3~12 MHz, 5~12 MHz。检查时, 告知患者采用仰卧位且颈部处于暴露状态, 探头平扫甲状腺及颈部淋巴结的各个层面, 标记高度怀疑的甲状腺结节纵横比、结节形态、钙化等特征, 依据 C-TIRADS 评分标准进行评分、分类。依据 C-TIRADS 评分指南, 将结节垂直位、实性、极低/低回声、可疑微钙化、边缘模糊/不规则及侵犯外层被膜认定为可疑恶性超声征象, 予以赋值 1 分, 将彗星尾伪象认为是良性征象, 予以赋值-1 分。之后进行总分进行分类, 没有结节认定为 1 类、-1 分认定为 2 类、0 分认定为 3 类、1 分认定为 4A 类、2 分认定为 4B 类、3~4 分认定为 4C 类、5 分认定为 5 类[10]。分别将 2 类、3 类、4A 类、4B 类、4C 类、5 类记作 0、1、2、3、4、5, 得出最佳诊断界值后以该界值将该分类变量转化为二分类变量, 再与 FITI 进行联合诊断分析。

## 2.5. FITI 分类

热成像中以锁骨上窝为辨识点, 通过测距向上平移 1.0 cm 认定为甲状腺下界, 以甲状软骨为甲状腺上界, 以甲状软骨长轴作直线, 将甲状腺分为左右两叶, 比较双侧甲状腺的温度变化及平均温差[11]。见图 1。

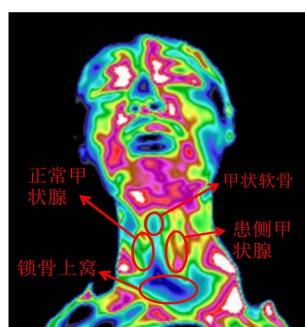


Figure 1. Far infrared results

图 1. 远红外结果

## 2.6. 统计学分析

将数据引入 SPSS22.0 进行统计学分析。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 法；分类变量采用卡方检验  $\chi^2$ ；呈正态分布的连续性变量采用独立样本 t 检验。金标准为术后病理或超声引导下穿刺病理结果，分析单纯 C-TIRADS、远红外热成像及联合诊断 ROC 曲线下面积(AUC)。组间比较采用  $\chi^2$  检验，以  $P < 0.05$  认为有统计学差异。

## 3. 结果

### 3.1. 基线数据比较

本研究共纳入 114 例患者，我们以病理结果将全体样本分为良性组及恶性组。良性组 53 例(46.5%)，其中单纯性甲状腺肿 37 例，腺瘤 9 例，囊性肿物 6 例；恶性组 61 例(53.5%)，其中乳头状癌 60 例(98.4%)，未分化癌 1 例(1.6%)。良性组男性 12 例(22.64%)，恶性组男性 20 例(32.78%)，卡方检验提示  $\chi^2 > 0.05$ ，考虑组间性别差异无统计学意义。良性组平均年龄  $49.12 \pm 11.408$ ，恶性组平均年龄  $44.15 \pm 10.621$ ，独立样本 t 检验提示  $P = 0.522 > 0.05$ ，差异无统计学意义。

### 3.2. C-TIRADS、FITI 及联合应用诊断甲状腺癌的效能

C-TIRADS 诊断恶性 45 例，良性 69 例，正确 84 例，错误 30 例；FITI 诊断恶性 60 例，良性 54 例，正确 83 例，错误 31 例；联合诊断恶性 53 例，良性 61 例，其中正确 98 例，错误 16 例。我们通过初步 ROC 分析得出 C-TIRADS 评分的最佳截断值为 2(见图 2)，并以此将 C-TIRADS 评分转化为二分类变量。我们将通过 C-TIRADS 评分转化的二分类变量与 FITI 及二者联合诊断同时纳入 ROC 分析，得出 C-TIRADS 的灵敏度、特异度、准确度分别为 62.30%，86.79%，73.7%；FITI 的灵敏度、特异度、准确度分别为 73.77%，71.70%，72.8%；而联合诊断灵敏度、特异度、准确度分别为 80.33%，92.45%，86.0%。C-TIRADS、FITI、联合诊断的 AUC 曲线下面积分别 0.745，0.727，0.864。C-TIRADS 和 FITI 对比联合诊断  $P$  值均小于 0.05，详细分析结果见表 1、图 3。

Table 1. Diagnostic efficacy of each group

表 1. 各组诊断效能

	AUC	灵敏度/%	特异度/%	准确度/%
C-TIRADS	74.5	62.30	86.79	73.7
FITI	72.7	73.77	71.70	72.8
联合诊断	86.4	80.33	92.45	86.0

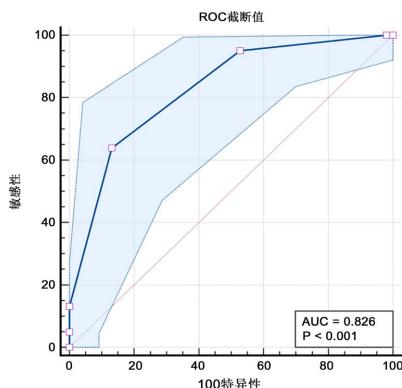
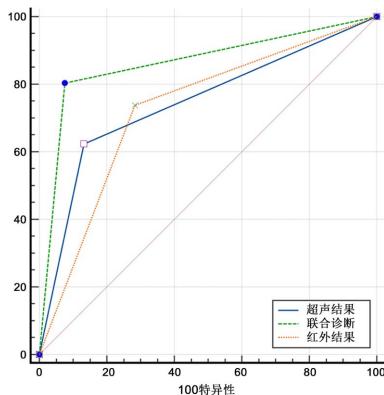


Figure 2. ROC curve of C-TIRADS

图 2. C-TIRADS 的 ROC 曲线



**Figure 3.** C-TIRADS ROC curve of FITI and joint diagnosis  
**图 3.** C-TIRADS、FITI 及联合诊断的 ROC 曲线

**Table 2.** Paired comparison of ROC curves between groups  
**表 2.** 各组间 ROC 曲线成对对比

	C/R	C/联合	R/联合
Z	0.302	2.613	3.760
P	0.7625	0.0090	0.0002

#### 4. 讨论

甲状腺癌虽然预后较好,但是仍属于恶性肿瘤范畴,具有转移及扩散的风险,因此早期诊断、治疗是十分重要的。常规超声检查分辨率高,价格相对适中,因此甲状腺结节现阶段主要通过体检超声发现[12],依据 C-TIRADS 评分评判继续随访或超声引导下穿刺、手术治疗,然而临床医生的经验以及各地医院使用的超声评分标准不同,导致患者就诊时所接受后续处理不同,因此部分患者会造成过度诊疗[13]。评分过高时,一般要求患者行超声引导下穿刺,穿刺组织行病理检查。若结节较小,可能造成初次病理结果与超声形态描述矛盾,一般建议患者二次穿刺检查。然而穿刺会造成部分创伤,导致患者配合意愿降低,不愿行二次穿刺。相比较穿刺而言, FITI 检查安全、无创、效率高、易接受等优点,既往该方法被用于乳腺癌[14]的辅助检查,对乳腺疾病诊断的准确率为 75% [15]。现将 FITI 用于甲状腺部位,可发现甲状腺癌患者病区出现异常高温,高温可能是由恶性肿瘤生长迅速,周围血管血供丰富所致,尤其以侵及被膜的病例表现更为明显,丰富的血供产生的热量通过颈前肌群、脂肪、皮肤被 FITI 采集。因此恶性结节一般表现为对应部位及周围热量升高。

方明娣等回顾行分析 91 个囊实性结节,得出 C-TIRADS 诊断甲状腺结节的灵敏度、特异度、准确度分别为 45.5%、95.7%、86.8% [16]。王琰娟等回顾行分析 100 个甲状腺结节,得出 C-TIRADS 诊断甲状腺结节的灵敏度、特异度、准确度分别为 81.71%、77.78%、81.00% [17]。由此可见,使用不同诊断标准、不同医师均会对评分判断产生影响。因此将 C-TIRADS 与 FITI 相结合,将 FITI 双侧甲状腺温度对比,若单侧或双侧温度升高,甲状腺区域呈红色、黄色、白色,则认为存在可疑病灶,认定该结果为恶性,将 C-TIRADS 结果上升一级;甲状腺区域为蓝色、绿色、黑色认为温度正常,认定为正常甲状腺,将 C-TIRADS 结果下降一级。如果 FITI 结果与 C-TIRADS 结果相同,则使用 C-TIRADS 结果。

通过表 2 分析得出,单纯 C-TIRADS 用于诊断甲状腺癌灵敏度较低,仅为 62.30%,单纯 FITI 的诊断判定特异度为 71.70%,且无法具体定位病变位置。分析特异度较低的原因可能为颈前脂肪因个体 BMI 存在差异,导致甲状腺产生的热量不能均匀分布体表,因此捕捉局部温度时一般呈片状分布,无法确定

病变的具体位置。我们通过 ROC 分析对比，发现联合诊断的灵敏度、特异度均显著提高。因此，可以将该检测方法用于辅助提高超声诊断恶性肿瘤的阳性率。

本次研究尚存在一些局限性：第一，该研究为单中心试验，样本量较为局限，以后研究中，需要进一步扩大样本量。第二，只采用远红外辅助诊断，未加入颈部 CT 等辅助方法纳入研究。

综上所述，C-TIRADS 诊断甲状腺微小癌的灵敏度低，特异度高，与 FITI 结合可提高甲状腺微小癌的准确度，具有极其重要的临床价值。

## 参考文献

- [1] Cabanillas, M.E., McFadden, D.G. and Durante, C. (2016) Thyroid Cancer. *The Lancet*, **388**, 2783-2795. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30172-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30172-6)
- [2] 张文雅, 聂宏伟, 钱志远, 等. 甲状腺彩超在健康体检中的应用研究[J]. 现代预防医学, 2014, 41(6): 1150-1152.
- [3] 宋宇. 甲状腺超声体检 1009 例体检者结果分析[J]. 医药论坛杂志, 2023, 44(9): 67-69.
- [4] Haugen, B.R., Alexander, E.K., Bible, K.C., Doherty, G.M., Mandel, S.J., Nikiforov, Y.E., et al. (2016) 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid*, **26**, 1-133. <https://doi.org/10.1089/thy.2015.0020>
- [5] Russ, G., Bonnema, S.J., Erdogan, M.F., Durante, C., Ngu, R. and Leenhardt, L. (2017) European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS. *European Thyroid Journal*, **6**, 225-237. <https://doi.org/10.1159/000478927>
- [6] Qi, Q., Zhou, A., Guo, S., Huang, X., Chen, S., Li, Y., et al. (2021) Explore the Diagnostic Efficiency of Chinese Thyroid Imaging Reporting and Data Systems by Comparing with the Other Four Systems (ACR TI-RADS, Kwak-TIRADS, KSThR-TIRADS, and EU-TIRADS): A Single-Center Study. *Frontiers in Endocrinology*, **12**, Article 763897. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.763897>
- [7] 周建桥, 詹维伟. 2020 年中国超声甲状腺影像报告和数据系统(C-TIRADS)指南解读[J]. 诊断学理论与实践, 2020, 19(4): 350-353.
- [8] 翁艳翎, 陈晓侠, 宋文静, 等. 甲状腺癌术后病人生活质量的研究进展[J]. 护理研究, 2022, 36(9): 1616-1619.
- [9] 唐伟伟, 吴士明, 吴悦维, 等. 远红外热成像技术在慢性踝关节炎患者踝关节疼痛定位诊断中的应用价值[J]. 保健医学研究与实践, 2017, 14(6): 51-55.
- [10] 田猛, 吴秀艳, 蔡雪珍, 等. 甲状腺结节超声恶性危险分层中国指南(C-TIRADS)对甲状腺乳头状癌的诊断价值[J]. 解放军医学院学报, 2022, 43(8): 823-829.
- [11] 金超, 黄硕, 刘静. 人体远红外医学影像数据库构建及其医学诊断学意义[J]. 中国医疗器械信息, 2010, 16(2): 22-26, 71.
- [12] 张彩霞, 延常姣, 郭丝锦. 甲状腺乳头状癌患者发现方式与临床病理特征的相关性[J]. 现代肿瘤医学, 2022, 30(20): 3683-3687.
- [13] 戴旭. 甲状腺微小乳头状癌的诊疗过度与不足——基于专家共识的再思考[J]. 医学与哲学, 2019, 40(16): 31-34.
- [14] 刘跃华, 李戎, 王先明. 远红外线热像图对乳腺疾病的诊断价值(附 11200 例分析) [J]. 临床和实验医学杂志, 2007(1): 34-35.
- [15] 王觉, 张颖. 钨靶和远红外热图对乳腺疾病的诊断的对比研究[J]. 第三军医大学学报, 2010, 32(19): 2149-2150.
- [16] 方明娣, 彭梅, 毕玉, 等. C-TIRADS 结合超声弹性成像诊断甲状腺囊实性结节良恶性的价值[J]. 生物医学工程与临床, 2023, 27(4): 460-463.
- [17] 王琰娟, 焦华杰, 韩涛, 等. 超声 C-TIRADS 联合 BRAFV600E 检测对 AUS/FLUS 甲状腺结节良恶性的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2023, 39(4): 369-372.