

人工智能计算机辅助系统联合超声造影诊断 TI-RADS 5 类结节的价值

杨晓云 王丹 康琦 田野 周琦

摘要 目的 比较人工智能计算机辅助系统(AI-CAD)、超声造影及其联合对甲状腺影像报告和数据系统(TI-RADS)5类结节的诊断价值。**方法** 选取经病理证实的TI-RADS 5类结节患者93例(141个结节),均行AI-CAD和超声造影检查,比较AI-CAD、超声造影及其联合应用对TI-RADS 5类结节的诊断效能。**结果** 141个甲状腺结节中,超声造影检出恶性结节100个,良性结节41个,其诊断甲状腺恶性结节的敏感性89.7%、特异性59.2%、准确率78.0%;AI-CAD检出恶性结节76个,良性结节65个,其诊断甲状腺恶性结节的敏感性78.2%、特异性85.2%、准确率80.9%;两种方法联合应用检出恶性结节102个,良性结节39个,其诊断甲状腺恶性结节的敏感性94.3%、特异性63.0%、准确率82.3%。两种方法联合应用的诊断敏感性和准确率均高于其单独应用(均 $P<0.05$)。**结论** AI-CAD联合超声造影对TI-RADS 5类结节有较好的鉴别诊断价值。

关键词 超声检查;造影剂;人工智能;甲状腺结节,良恶性

[中图法分类号]R445.1;R736.1

[文献标识码]A

Value of artificial intelligence computer-aided system combined with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of ACR TI-RADS 5 thyroid nodules

YANG Xiaoyun, WANG Dan, KANG Qi, TIAN Ye, ZHOU Qi

Department of Ultrasound, Xuefu Hospital, Shaanxi Normal University, Xi'an 710061, China

ABSTRACT Objective To compare the diagnostic value of artificial intelligence computer-aided diagnosis (AI-CAD) system, contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and their combination in the thyroid nodules with the category 5 of American college of radiology thyroid imaging reporting and data system (ACR TI-RADS 5). **Methods** A total of 141 thyroid nodules scored as ACR TI-RADS 5 from 93 patients who were underwent the AI-CAD and CEUS examination were selected. All nodules were confirmed by histopathological results, the diagnostic efficacy of AI-CAD, CEUS and their combination were evaluated. **Results** Of the 141 thyroid nodules, there were 100 malignant and 41 benign nodules diagnosed by the CEUS, and the malignant-nodules diagnostic sensitivity, specificity and accuracy were 89.7%, 59.2% and 78.0%, respectively. There were 76 malignant and 65 benign nodules diagnosed by the AI-CAD, and the malignant-nodules diagnostic sensitivity, specificity and accuracy were 78.2%, 85.2% and 80.9%, respectively. And there were 102 malignant and 39 benign nodules diagnosed by the combination of CEUS with AI-CAD, and the malignant-nodules diagnostic sensitivity, specificity and accuracy were 94.3%, 63.0% and 82.3%, respectively. The results showed that the sensitivity and accuracy of the AI-CAD combined with the CEUS were higher than those of single method (both $P<0.05$). **Conclusion** AI-CAD combined with CEUS has high value in the differential diagnosis of TI-RADS 5 nodules in clinic.

KEY WORDS Ultrasonography; Contrast agent; Artificial intelligence; Thyroid nodule, benign and malignant

超声是目前筛查甲状腺结节并对其进行恶性风险分层的首选方法,其中超声造影能清晰显示甲状腺结节内微循环的灌

注情况,提高了鉴别诊断甲状腺结节良恶性的准确性^[1]。但由于甲状腺结节病理变化过程复杂,良恶性结节的常规超声图像

和超声造影动态图像存在一定重叠。人工智能辅助系统(artificial intelligence computer aided system, AI-CAD)可协助临床医师鉴别甲状腺结节的良恶性^[2]。本研究旨在比较超声造影、AI-CAD及其联合对甲状腺影像报告和数据系统(TI-RADS) 5类结节的鉴别诊断价值。

资料与方法

一、临床资料

选取2019年6~12月西安交通大学第二附属医院经组织病理学证实的TI-RADS 5类结节患者93例(共141结节),男31例,女62例,年龄21~70岁,平均 (46.3 ± 12.3) 岁,结节直径3~51 mm,平均 (11.3 ± 8.3) mm。其中良性结节54个,包括结节性甲状腺肿39个,腺瘤型甲状腺肿5个,肉芽肿性甲状腺炎4个,甲状腺滤泡性肿瘤3个,滤泡上皮乳头状增生、纤维脂肪组织增生、炎症改变纤维增生各1个;恶性结节87个,包括甲状腺乳头状癌80个,滤泡癌3个,淋巴瘤2个,甲状腺未分化癌和髓样癌各1个。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 仪器与试剂:使用日立Hi Vision Ascendus彩色多普勒超声诊断仪,15L8W线阵探头,频率8~15 MHz;EUP-L52线阵探头,频率3~7 MHz;造影剂使用意大利博莱科公司生产的SonoVue;AI-CAD为德尚韵兴公司研发的DEMETICS超声甲状腺结节辅助诊断系统。

2. 方法:所有患者均先行常规超声检查,储存横切和纵切水平最佳显示切面图像,同步导入AI-CAD系统,系统自动给出结节良恶性评分;然后调整切面及仪器深度,选择病灶最大切面,且能同时显示周围正常甲状腺切面为佳,切换至超声造影模式,经外周静脉注射造影剂,随即5 ml生理盐水冲管,观察结节灌注情况。超声图像纳入标准:①超声图像中甲状腺结节显示清晰;②包含整个结节;③结节周围有正常甲状腺组织;④超声图像中无血流信号叠加。

3. 诊断标准:①AI-CAD系统:评分 ≤ 0.5 判为良性,评分0.5~1.0判为恶性^[3];②超声造影:恶性结节晚于正常甲状腺增强或存在不均匀增强,超声造影时边界模糊、早于正常甲状腺实质消退;良性结节与甲状腺等增强,快于甲状腺实质增强或病灶周边呈环状高增强、慢于甲状腺实质消退^[4];③联合应用标准:当AI-CAD系统或超声造影任一方法判定为恶性该结节即为恶性。

三、统计学处理

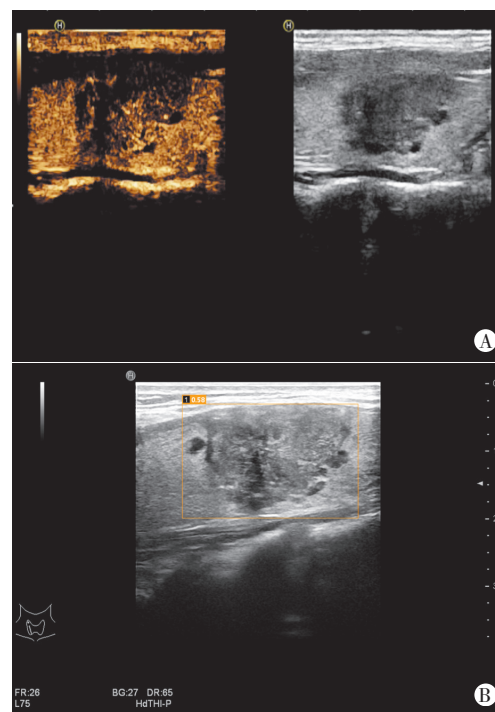
应用SPSS 18.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以频数表示,行 χ^2 检验。以病理结果为金标准,绘制四格表计算超声造影、AI-CAD及其联合诊断甲状腺恶性结节的敏感性、特异性、准确率、阳性预测值及阴性预测值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、超声造影检查结果及诊断效能分析

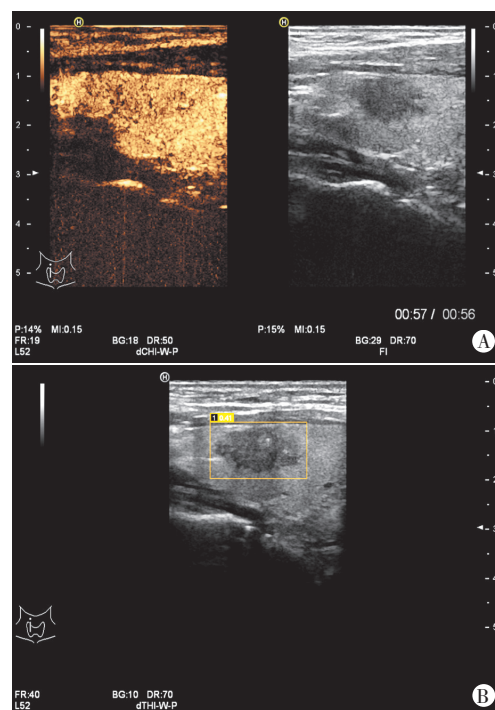
141个甲状腺结节中,超声造影检出恶性结节100个,均

表现为不均匀性弱增强(图1A),检出良性结节41个,其中28个表现为均匀性高增强(图2A),13个表现为均匀性等增强。超声造影诊断甲状腺恶性结节的敏感性89.7%、特异性59.2%、准确率78.0%、阳性预测值79.6%,阴性预测值79.1%。见表1。



A: 超声造影显示不均匀性弱增强,提示恶性;B: AI-CAD评分0.58,提示恶性

图1 甲状腺乳头状癌超声造影图和AI-CAD图



A: 超声造影显示均匀性高增强,提示良性;B: AI-CAD评分0.41,提示良性

图2 结节性甲状腺肿超声造影图和AI-CAD图

表 1 超声造影对甲状腺良恶性结节的诊断情况 个

超声造影	病理结果		合计
	恶性	良性	
恶性	78	22	100
良性	9	32	41
合计	87	54	141

二、AI-CAD 检查结果及诊断效能分析

141 个甲状腺结节中, AI-CAD 检出恶性结节 76 个(图 1B), 良性结节 65 个(图 2B)。AI-CAD 诊断甲状腺恶性结节的敏感性 78.2%、特异性 85.2%、准确率 80.9%、阳性预测值 89.5%、阴性预测值 79.1%。见表 2。

表 2 AI-CAD 对甲状腺良恶性结节的诊断情况 个

AI-CAD	病理结果		合计
	恶性	良性	
恶性	68	8	76
良性	19	46	65
合计	87	54	141

三、超声造影联合 AI-CAD 检查结果及诊断效能分析

141 个甲状腺结节中, 超声造影联合 AI-CAD 检出恶性结节 102 个, 良性结节 39 个。超声造影联合 AI-CAD 诊断甲状腺恶性结节的敏感性 94.3%、特异性 63.0%、准确率 82.3%、阳性预测值 80.4%、阴性预测值 87.2%。见表 3。两种方法联合应用的诊断敏感性和准确率均高于其单独应用(均 $P < 0.05$)。

表 3 超声造影联合 AI-CAD 对甲状腺良恶性结节的诊断情况 个

超声造影联合 AI-CAD	病理结果		合计
	恶性	良性	
恶性	82	20	102
良性	5	34	39
合计	87	54	141

讨 论

根据美国放射协会制定的 TI-RADS 诊断标准^[5], 5 类甲状腺结节恶性概率 $> 20\%$, 建议进行长期随访、穿刺检查甚至手术治疗, 但临床实践发现部分 TI-RADS 5 类结节病理结果为良性。目前超声造影已广泛应用于甲状腺结节良恶性的鉴别诊断, 避免了部分 TI-RADS 5 类良性结节患者因误诊导致的过度治疗, 但甲状腺良恶性结节的超声造影增强模式会出现重叠, 容易误诊。本研究结果显示, 141 个 TI-RADS 5 类结节中超声造影准确诊断 110 个, 误诊 31 个, 其中 22 个结节性甲状腺肿均误诊为恶性结节, 分析原因为结节性甲状腺肿病理过程复杂, 结节内组织反复增生和不均匀修复, 故不同增生时期结节血供特点不相同, 造影增强模式呈多样性; 另外, 甲状腺弥漫性病变也可能影响超声医师的诊断。另有 9 个恶性结节误诊为良性, 其中 7 个位于甲状腺峡部, 主要原因为峡部结节易受甲状软骨

和筋膜的影响, 且病灶周围腺体组织较少。

生物医学工程领域的最新进展使医学图像分析成为最热门的研究和开发领域之一, 计算机深度学习技术模仿人类大脑中由多层转换组成的深层体系结构, 实现对超声图像的分割、特征学习和分类, 已逐渐应用于肺脏、乳腺、眼底病变及甲状腺疾病的影像学诊断中^[6]。本研究结果显示, AI-CAD 诊断 TI-RADS 5 类恶性结节的特异性为 85.2%, 高于超声造影的特异性 59.2%, 表明 AI-CAD 对 TI-RADS 5 类结节有较高的鉴别诊断价值。本研究中 AI-CAD 对 TI-RADS 5 类结节的诊断准确率为 80.9%, 低于王洪杰等^[7]研究结果(98.43%), 可能与 AI-CAD 采用不同深度学习模型及甲状腺诊断数据收集差异有关。本研究 AI-CAD 误诊甲状腺结节 27 个, 其中 8 个良性结节误诊为恶性, 分析原因可能为良性结节合并出血, 发生机化和玻璃样变, 部分结节内可见粗大钙化及环状钙化后方常伴有声影; 19 个恶性结节误诊为良性, 分析原因可能为 AI-CAD 分析的是静态图像, 同一结节不同切面显示的特征有所不同, 系统给出的概率值不同, 操作者可能在留存图像时未将恶性征像显示出来, 导致系统评分偏低。

另外, 本研究将超声造影和 AI-CAD 联合应用于 TI-RADS 5 类结节的鉴别诊断, 结果显示其敏感性和准确率均高于单一技术, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 表明两者联合应用具有较高的临床诊断价值。与以往研究^[8]结论一致。本研究的不足: ①样本量较少; ②试验为单中心研究, 结果可能存在入院率偏倚; ③所用超声仪器单一, 研究对象中恶性结节病理组织类型较单一。

综上所述, 超声造影和 AI-CAD 在诊断 TI-RADS 5 类结节中均有重要价值, 两者联合应用诊断价值更高。

参考文献

- [1] 张隽, 陈辽, 胡伟, 等. 二维超声、超声造影及细针穿刺针感赋值评分在 TI-RADS 3~4 级甲状腺微小结节鉴别诊断中的应用[J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20(3): 161-164.
- [2] Nguyen DT, Pham TD, Batchuluun G, et al. Artificial intelligence-based thyroid nodule classification using information from spatial and frequency domains[J]. J Clin Med, 2019, 8(11): 1976.
- [3] 郭芳琪, 赵佳琦, 刘晟, 等. 人工智能自动检测系统在甲状腺结节术前超声诊断中的应用[J]. 第二军医大学学报, 2019, 40(11): 1183-1189.
- [4] 周琦, 姜珏, 杜晓鹏, 等. 超声造影在甲状腺乳头状癌中的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2011, 27(7): 595-597.
- [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] Anwar SM, Majid M, Qayyum A, et al. Medical image analysis using convolutional neural networks: a review[J]. J Med Syst, 2018, 42(11): 226.
- [7] 王洪杰, 于霞, 高强. 基于深度学习的甲状腺结节自动识别方法在超声图像中的应用[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(10): 72-74, 78.
- [8] 陈晨, 孙鹏飞, 郭君, 等. 人工智能在甲状腺结节良恶性中的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(7): 585-588.

(收稿日期: 2020-04-24)