

本文引文格式:苏淇琛,叶冯颖,苏珊珊,等.计算机辅助诊断系统和超声医师诊断甲状腺肿瘤的对比分析[J].右江民族医学院学报,2021,43(4):524-527.

【论著与临床报道】

计算机辅助诊断系统和超声医师诊断甲状腺肿瘤的对比分析

苏淇琛¹,叶冯颖¹,苏珊珊¹,林文杰¹,徐晚虹¹,吕国荣^{1,2}

(1. 福建医科大学附属第二医院超声医学科,福建 泉州 362000;

2. 泉州医学高等专科学校,福建 泉州 362011)

摘要:目的 研究计算机辅助诊断(CAD)系统在甲状腺单发结节和多发结节不同情况下的诊断价值。方法 前瞻性纳入甲状腺患者279例(共515个甲状腺结节),分为单结节组和多结节组。分析比较CAD和各级不同水平超声医师对于两组病例的诊断效能。结果 CAD诊断甲状腺单结节病例的敏感性与高级超声医师相当(88.52% vs. 89.41%, $P > 0.05$),诊断多结节组的敏感性与中级超声医师相当(81.61% vs. 82.39%, $P > 0.05$),CAD对于单结节病例组的诊断效能优于多结节病例组;CAD诊断的敏感性较高,但特异度低于超声医师。超声医师自身比较,对于单结节组和多结节组其诊断效能无明显差异。结论 计算机辅助诊断具有良好的临床应用价值,诊断特异度偏低,对于甲状腺多发结节的病例超声医师审核至关重要。

关键词:超声;计算机辅助诊断;甲状腺结节;诊断价值

中图分类号:R736.1;R445.1

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2021)04-0524-04

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2021.04.017

Comparative analysis of computer aided diagnosis system and sonographers in diagnosis of thyroid tumor

Su Qichen¹, Ye Fengying¹, Su Shanshan¹, Lin Wenjie¹, Xu Wanhong¹, Lyu Guorong^{1,2}

(1. Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou 362000, Fujian, China; 2. Quanzhou Medical College, Quanzhou 362011, Fujian, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the diagnostic value of computer aided diagnosis (CAD) system in different cases with single and multiple thyroid nodules. **Methods** A total of 279 patients with thyroid nodules (a total of 515 thyroid nodules) were prospectively enrolled, and they were divided into the single-nodule group and the multi-nodule group. We compared and analyzed the diagnostic efficiency of CAD and that of different levels of sonographers for the cases in both groups. **Results** CAD had sensitivity similar to that of senior sonographers in the diagnosis of thyroid nodules (88.52% vs. 89.41%, $P > 0.05$), and had sensitivity similar to that of intermediate sonographers in the diagnosis of multiple nodules (81.61% vs. 82.39%, $P > 0.05$). The diagnostic efficiency of CAD for single nodule was better than that for multiple nodules. The sensitivity of CAD diagnosis was high, but its specificity was lower than that of sonographers. For sonographers' diagnosis, there was no significant difference in the diagnostic efficacy between the single-nodule group and the multi-nodule group. **Conclusion** CAD has good clinical application value with low diagnostic specificity. It is of great importance for sonographer's review of cases with multiple thyroid nodules.

Key words: ultrasound; computer-aided diagnosis; thyroid nodule; diagnostic value

基金项目:泉州市科技计划项目(2019C076R)

第一作者简介:苏淇琛(1981-),男,硕士,副主任医师,研究方向:超声医学,E-mail:sqc0595@163.com

医学人工智能在医学影像、辅助诊断和机器人手术等方面的应用越来越广泛^[1-4]。其中智能化的计算机辅助诊断(computer-aided diagnosis, CAD)系统可以辅助医师,提供诊断和治疗建议^[5]。目前超声医学 CAD 较为成熟的是甲状腺结节的诊断,甲状腺 CAD 系统与超声医师诊断效能的对比是研究的热点,均采用的是总体甲状腺结节的诊断效能对比,未见甲状腺单发结节和多发结节情况下的分类对比研究。本研究旨在探讨 CAD 系统在甲状腺单发结节和多发结节不同情况下的诊断价值,并与超声医生比较,以期协助超声医师更有效地临床应用 CAD 系统。

1 资料与方法

1.1 研究对象

前瞻性纳入于 2020 年 1 月—2020 年 10 月在福建医科大学附属第二医院进行甲状腺超声检查,并行甲状腺手术或结节细针穿刺的患者 279 例(共 515 个甲状腺结节),其中女 202 例,男 77 例,年龄 12~77 岁,平均(46.1±12.0)岁;手术治疗结节 322 个,细针穿刺结节 193 个;良性结节 220 个(结节性甲状腺肿 148 个、甲状腺腺瘤 21 个、亚急性甲状腺炎 1 个、桥本甲状腺结节 16 个、滤泡性结节 34 个);恶性结节 295 个(包含甲状腺乳头状癌 268 个、滤泡癌 21 个、髓样癌 5 个、间变性癌 1 个)。其中甲状腺单结节组 115 例,多结节组 164 例。病例纳入标准:①甲状腺结节性质经超声引导下细针穿刺活检或手术病理的证实;②甲状腺双侧叶结节数量≤5 个;③结节超声图像标准清晰;④结节图像需以高清格式保存在超声设备上;⑤结节图像为灰阶图,无影响图像识别的测量痕迹。排除标准:①结节无明确病理结果者;②结节图像不够清晰。本研究由我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器

所用超声仪器包括:DC-8、Resona 8(迈瑞,中国);LogicE9、Voluson E10、Voluson E8(通用电气,美国);HI Vision Preiru(日立,日本);Aixplorer(声科,法国)。采用 7.5~12 兆赫高频线阵探头进行甲状腺扫查。使用的 CAD 软件为台湾安克生医公司研发的安克侦(AmCAD-UTDetection),该软件已获得美国食品药品监管总局、中国食品药品监管总局批准。

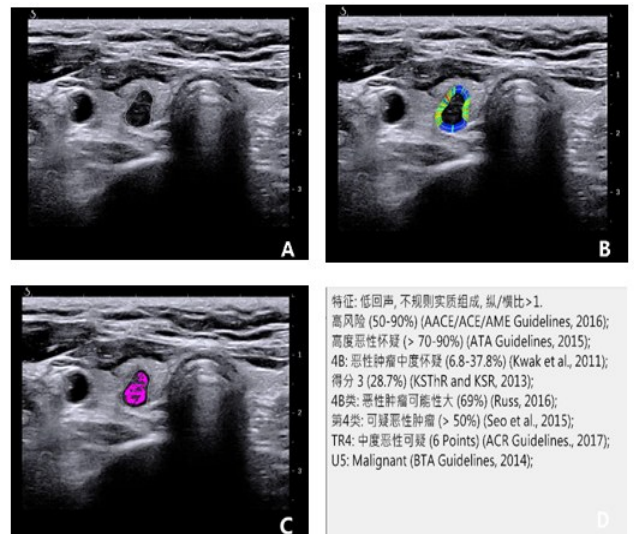
1.2.2 超声图像采集方法

图像采集由 2 位具有 15~20 年临床经验的超声医师完成,均具有高级职称。先进行 CAD 软件的应用培训,每个甲状腺结节至少采集 3 张规范的图像,包括最大径线切面和具有特征性的切面。并将病例分为甲状腺多结节病例组和单结节病例组。

1.2.3 CAD 图像分析

将图像导入 CAD 软件,软件

可自动勾勒结节边界,形成感兴趣区域(ROI)并分析其超声特征,包括结节的大小、回声、形态、边缘、纵横比、内部成分等。根据这些特征,CAD 得出检测报告(见图 1)。



注:A:CAD 软件自动勾勒结节边界;B:CAD 软件对结节的大小、边缘、形态、纵横比进行分析;C:CAD 软件对结节的回声、内部成分进行分析;D:CAD 软件给出检测报告。

图 1 CAD 软件分析结节特征并得出检测报告

1.2.4 超声医师图像分析

选取 3 位分别有 5 年、15 年和 30 年超声诊断经验医师(以下分别称为初级、中级和高级医师),根据 1.2.2 所采集的结节图像独立分析,得出良恶性的判断。3 位超声医师对病例的临床信息不知情。

1.2.5 诊断效能的分析比较

分析比较 CAD 和各级医师对于甲状腺多结节病例组和单结节病例组的诊断效能。

1.3 统计学方法

应用 MedCalc 15.2.2 统计软件,以病理结果为金标准,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC)。分别计算 CAD 和 3 位超声医师的 AUC、敏感性、特异性、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV)。组间敏感度、特异度的比较采用 McNemar's 检验。组间 AUC 比较采用 DeLong 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

以甲状腺手术或结节细针穿刺的病理结果为标准,比较 CAD 和各级超声医师对甲状腺结节良恶性的诊断效能,其中 CAD 组诊断出单结节 85 例,多结节 104 例;初级医师组诊断出单结节 88 例,多结节 122 例;中级医师组诊断出单结节 98 例,多结节 139 例;高级医师组诊断出单结节 104 例,多结节 145 例;分别计算其敏感性、特异性、PPV、NPV 和 AUC,见表 1。

表1 CAD和各级超声医师对甲状腺结节的诊断效能对比

组别	敏感	特异	阳性预	阴性预	曲线
	性/%	性/%	测值/%	测值/%	下面积
CAD(单结节)	88.52	58.62	74.15	79.14	0.74
CAD(多结节)	81.61	43.53	63.63	80.33	0.67
初级医师(单结节)	73.42 ^a	76.11 ^c	76.82	83.51	0.75
初级医师(多结节)	71.68 ^b	73.34 ^c	74.39	81.59	0.71
中级医师(单结节)	83.22 ^a	81.19 ^c	85.51	85.42	0.82 ^d
中级医师(多结节)	82.39	80.13 ^c	84.77	84.17	0.79 ^d
高级医师(单结节)	89.41	86.54 ^c	90.34	87.71	0.89 ^d
高级医师(多结节)	88.53 ^b	84.27 ^c	88.62	87.62	0.85 ^d

注:a表示相较于CAD(单结节), $P < 0.05$ (其中初级医师组 $P < 0.001$, $Z = 6.29$;中级医师组 $P = 0.004$, $Z = 2.04$);b表示相较于CAD(多结节), $P < 0.05$ (其中初级医师组 $P < 0.001$, $Z = 4.79$;高级医师组 $P = 0.004$, $Z = 2.90$);c表示相较于两组CAD, P 均 < 0.05 (其中初级医师组单结节 $P < 0.001$, $Z = 6.53$;初级医师组多结节 $P < 0.001$, $Z = 8.59$;中级医师组单结节 $P < 0.001$, $Z = 6.52$;中级医师组多结节 $P < 0.001$, $Z = 9.04$;高级医师组单结节 $P < 0.001$, $Z = 7.83$;高级医师组多结节 $P < 0.001$, $Z = 8.96$);d表示相较于两组CAD, P 均 < 0.05 (其中中级医师组单结节 $P < 0.001$, $Z = 2.59$;中级医师组多结节 $P < 0.001$, $Z = 2.95$;高级医师组单结节 $P < 0.001$, $Z = 4.79$;高级医师组多结节 $P < 0.001$, $Z = 5.55$)。

超声医师和CAD之间诊断效果的比较见表1和图2。

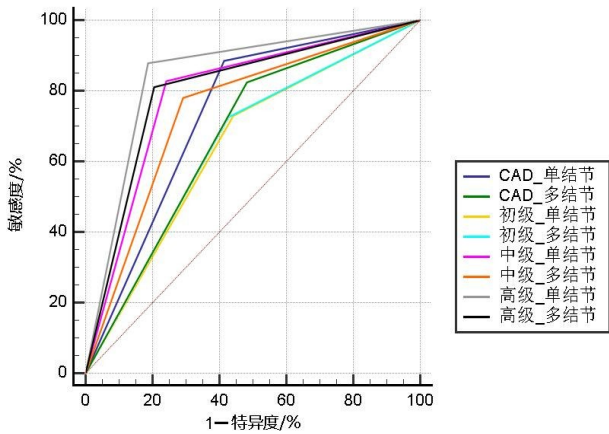


图2 CAD和各级超声医师的诊断敏感性、特异性ROC曲线对比

CAD诊断甲状腺单结节病例的敏感性与高级超声医师相当(88.52% vs. 89.41%, $P > 0.05$), 优于初级或中级超声科医师(88.52% vs. 73.42%, 88.52% vs. 83.22%, P 均 < 0.05)。CAD诊断甲状腺多结节病例的敏感性与中级超声医师相当(81.61% vs. 82.39%, $P > 0.05$), 优于初级超声医师(81.61% vs. 71.68%, $P < 0.05$), 但低于高级超声科医师

(81.61% vs. 88.53%, $P < 0.05$)。两组CAD的AUC与初级超声科医生相当, 小于高级或中级超声科医师。但特异度均低于3位超声医师(P 均 < 0.05)。CAD对于甲状腺单结节病例组和多结节病例组的诊断指标(敏感性、特异性、PPV、NPV、AUC)有差异(P 均 < 0.05), 单结节病例组的诊断效能优于多结节病例组。3位超声医师自身对比, 诊断甲状腺单结节病例和多结节病例的诊断指标(敏感性、特异性、PPV、NPV、AUC)均无差异(P 均 > 0.05)。

3 讨论

随着医学水平的进步和健康意识的提高, 甲状腺结节的检出率逐渐提高。超声是甲状腺结节最常用的检查手段^[6]。据以往学者的研究报道, AmCADUT软件对于甲状腺结节的良恶性分类具有良好的诊断效果^[7-8], 但均无细分单结节病例和多结节病例的情况。本研究结果表明, CAD软件对单结节病例的诊断效能要明显优于多结节病例。其主要原因分析如下: ①多发结节病例, 相邻结节的边缘区域会在图像上产生相互干扰影响, 这对于执行特征识别的CAD软件来说, 可能会造成不同程度的误判、错判。②对于质地较软的结节, 可能存在结节间的相互挤压而变形, 而目前的CAD无法对结节的硬度进行判别, 可能导致对结节形态的误判而误诊。③多发结节甲状腺病例多合并有弥漫性的甲状腺回声的改变, 这可引起甲状腺背景回声的改变, 可能会影响CAD对于结节整体回声的判定。

本研究对于不同水平的超声科医生诊断效能进行比较, 发现与医师的专业水平呈正相关, 但与CAD组的不同之处在于对医师来说, 不论是单结节病例或多结节病例, 其诊断指标(敏感性、特异性、PPV、NPV、AUC)均无明显的自身差异, 也就是说单结节和多结节对于同一医师来说并不会引起诊断效能上的差异, 而CAD却表现出了明显的差异。

通过比较CAD软件与超声医师的诊断效能, 发现高级超声医师的绩效指标(敏感性、特异性、AUC、PPV、NPV)最好, 其次是中级超声医师和初级超声医师。绩效指标的差异主要是由于经验的影响, 这与先前研究的结论一致^[9-11]。CAD的诊断敏感性也很高, 甚至可以与高级超声科医生相媲美。因此, 它可以用于大规模癌症筛查以提高效率, 但由于其相对较低的特异性, 特别是对于多结节的情况下, 应避免给患者造成不必要的活检或手术。以往的研究表明, 人工智能辅助诊断可以减轻医生的工作量, 有助于向需要帮助的患者提供高质量的医疗服务^[12-13]。因此, 在临床实践中, 当试图提高诊断效率时, 可以使用CAD辅助, 但超声医师的人工审核至关重要。

本研究有局限性, 首先, 本研究的恶性结节多为乳

头状癌。滤泡癌、髓样癌和间变性癌的超声特征不同于乳头状癌^[14-15]。因此,AmCAD-UT 对这三种病理类型的诊断效果有待进一步研究。其次,FNA 细胞学结果可能包括假阴性结果,可能会影响结果的准确性。总之,计算机辅助诊断具有良好的临床应用价值,但也应该认识到这种技术还存在许多不足。目前诊断特异度仍较低,特别是对于甲状腺多发结节的病例更应慎重应用,临床应用上超声医师的人工审核至关重要。

参考文献:

[1] Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs[J]. JAMA, 2016, 316(22): 2402-2410.

[2] Kim DH, Kim H, Kwak S, et al. The settings, pros and cons of the new surgical robot da Vinci Xi system for transoral robotic surgery (TORS): a comparison with the popular da Vinci Si system[J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2016, 26(5): 391-396.

[3] Curioni-Fontecedro A. A new era of oncology through artificial intelligence[J]. ESMO Open, 2017, 2(2): e000198.

[4] Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine[J]. Metabolism, 2017, 69S: S36-S40.

[5] Somashekhar SP, Sepulveda MJ, Puglielli S, et al. Watson for oncology and breast cancer treatment recommendations: agreement with an expert multidisciplinary tumor board[J]. Ann Oncol, 2018, 29(2): 418-423.

[6] 汪慧芸. 血清 TgAb、TPOAb、TSH 检测在良恶性甲状腺结节鉴别诊断中的临床意义[J]. 右江民族医学院学报, 2021, 43(1): 96-98, 116.

[7] 叶冯颖, 杨文敏, 李尚青, 等. 计算机辅助诊断软件联合多学科建立甲状腺结节恶性风险预测模型[J]. 中国医学物理学杂志, 2021, 38(1): 54-60.

[8] 叶冯颖, 李尚青, 苏淇琛, 等. 计算机辅助诊断系统基于不同指南诊断甲状腺良恶性结节的对比分析[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(9): 694-696.

[9] Ye FY, Lyu GR, Li SQ, et al. Diagnostic Performance of Ultrasound Computer-Aided Diagnosis Software Compared with That of Radiologists with Different Levels of Expertise for Thyroid Malignancy: A Multicenter Prospective Study[J]. Ultrasound Med Biol, 2021, 47(1): 114-124.

[10] Seo H, Na DG, Kim JH, et al. Ultrasound-based risk stratification for malignancy in thyroid nodules: a four-tier categorization system[J]. Eur Radiol, 2015, 25(7): 2153-2162.

[11] Russ G. Risk stratification of thyroid nodules on ultrasonography with the French TI-RADS: description and reflections [J]. Ultrasonography, 2016, 35(1): 25-38.

[12] Curioni-Fontecedro A. A new era of oncology through artificial intelligence [J]. ESMO Open, 2017, 2(2): e000198.

[13] Castaneda C, Nalley K, Mannion C, et al. Clinical decision support systems for improving diagnostic accuracy and achieving precision medicine[J]. J Clin Bioinforma, 2015, 5: 4.

[14] Liu J, Zheng D, Li Q, et al. A predictive model of thyroid malignancy using clinical, biochemical and sonographic parameters for patients in a multi-center setting [J]. BMC Endocr Disord, 2018, 18(1): 1-7.

[15] Lu Y, Shi XQ, Zhao X, et al. Value of computer software for assisting sonographers in the diagnosis of thyroid imaging reporting and data system grade 3 and 4 thyroid space-occupying lesions[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(12): 3291-3300.

收稿日期: 2021-05-31; 修回日期: 2021-06-24

(上接第 511 页)

[17] Wang GN, Sun K, Hu DL, et al. Serum cystatin C levels are associated with coronary artery disease and its severity[J]. Clin Biochem, 2014, 47(16-17): 176-181.

[18] 吕良冬, 宋瑞芳, 王永光, 等. 血肌酐正常冠心病患者危险因素分析及血清胱抑素 C 检测意义[J]. 中华全科医学, 2017, 15(9): 1626-1628.

[19] 张诗吟, 廖海红, 李国栋. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者急性期冠状动脉病变评分与血清胱抑素 C 水平的关联性[J]. 中国医药导报, 2019, 16(8): 131-135.

[20] Zhang JJ, Wu XH, Gao PZ, et al. Correlations of serum cystatin C and glomerular filtration rate with vascular lesions and severity in acute coronary syndrome [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017, 17(1): 4755.

[21] Pan JQ, Sun XF, Zhang PJ, et al. Relationship between serum cystatin-c and coronary lesion severity in coronary artery disease patients with a normal glomerular filtration rate[J]. J Int Med Res, 2021, 49(1): 3000605209-85639.

收稿日期: 2020-09-27; 修回日期: 2020-12-16