

论 著

定量SPECT/CT联合超声在甲状腺“非热”结节良恶性鉴别诊断中的价值探索*

谭祖稳* 靳琮旻 彭 东

李 希 王 杰 段绍信

重庆市荣昌区人民医院(重庆医科大学附属第一医院医疗集团医院)核医学科
(重庆 402460)

【摘要】目的 探索SPECT/CT标准化摄取值(standard uptake value, SUV)联合超声在预测甲状腺结节良恶性中的价值。**方法** 选取2022年4月至2024年5月经超声诊断为非囊性、甲状腺显像诊断为“非热结节”的92例甲状腺结节患者,择期行甲状腺甲氧基异丁基异腈(^{99m}Tc -MIBI)亲肿瘤显像及定量SPECT/CT检查,采用定参数自动勾画方式分别勾画感兴趣区(ROI)获得SUV值,以病理结果为“金标准”。采用ROC曲线对SUV在对甲状腺结节良恶性进行评估时的灵敏度和特异度进行分析,获得诊断界值。采用配对 χ^2 检验比较分析定量SPECT/CT SUV值、超声及联合诊断对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断效能。**结果** 92例患者中甲状腺恶性结节32例,良性结节60例,甲状腺恶性组平均标准化摄取值(SUVmean)和最大标准化摄取值(SUVmax)高于良性组,差异有统计学意义;ROC曲线结果提示SUVmean、SUVmax的诊断界值、曲线下面积(AUC)分别为2.57g/mL、0.840和5.17g/mL、0.892, SUVmax的诊断效能更高。SUVmax组、超声组及联合组诊断灵敏度分别为53.12%、75.00%、87.5%,特异度分别为88.33%、78.33%、83.33%,准确度分别为76.09%、77.17%、84.78%。配对 χ^2 检验结果表明,超声和SUVmax组诊断的准确性有显著性差异($\chi^2=20.488, P<0.01$),联合诊断的准确性优于SUVmax和超声($\chi^2=46.142, P<0.01$; $\chi^2=58.536, P<0.01$)。ROC曲线结果显示三组的AUC分别为0.707、0.767、0.854,联合诊断效能最高。**结论** 精准定量SPECT/CT SUVmax值尤其是与超声联合诊断可以在穿刺活检或手术确诊前提高甲状腺恶性结节的检出率和诊断效能,其单独鉴别诊断甲状腺结节良恶性的诊断界值为5.17g/mL。

【关键词】 标准化摄取值; 超声; 甲状腺结节; 甲氧基异丁基异腈

【中图分类号】 R445.5; R736.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 重庆市卫生健康委医学科项目(2023WSJK123)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.014

Exploring the Value of Quantitative Spect/CT Combined with Ultrasound in the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Thyroid Nodules*

TAN Zu-wen*, JIN Cong-min, PENG Dong, LI Xi, WANG Jie, DUAN Shao-xin.

Department of Nuclear Medicine, The People's Hospital of Rongchang District(First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University Medical Group Hospital), Chongqing 402460, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of SPECT/CT standardized uptake value (SUV) combined with ultrasound in predicting benign and malignant thyroid nodules. **Methods** A total of 92 patients with thyroid nodules diagnosed as non cystic by ultrasound and non thermal nodules by thyroid imaging from April 2022 to May 2024 were selected. After undergoing thyroid imaging, ^{99m}Tc -MIBI tumor imaging and quantitative SPECT/CT examination were performed at an appropriate time. The region of interest (ROI) was delineated using a fixed parameter automatic delineation method to obtain SUV values, with pathological results as the gold standard. Using ROC curves to analyze the sensitivity and specificity of SUVmean and SUVmax in evaluating benign and malignant thyroid nodules, and get the diagnostic cut-off value of SUVmax. Comparative analysis of quantitative SPECT/CT SUVmax, ultrasound, and combined diagnosis in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules using χ^2 test. **Results** Among the 92 patients, there were 32 cases of malignant thyroid nodules and 60 cases of benign thyroid nodules. The SUVmax and SUVmean values in the malignant thyroid group were higher than those in the benign group, and the differences were statistically significant. The ROC curve results indicated that the SUVmean and SUVmax diagnostic thresholds, as well as the area under the curve (AUC) of tumor imaging were 2.57g/mL, 0.840 and 5.17g/mL, 0.892 respectively. The diagnostic efficiency of SUVmax was higher. The diagnostic sensitivity of the SUVmax group, ultrasound group, and combination group were 53.12%, 75.00%, and 87.5%, respectively, with specificity of 88.33%, 78.33%, and 83.33%, and accuracy of 76.09%, 77.17%, and 84.78%, respectively. The χ^2 test results showed that there was a significant difference in the accuracy of diagnosis between the ultrasound and SUVmax groups ($\chi^2=20.488, P<0.01$), and the accuracy of combined diagnosis was better than that of the SUVmax group and the ultrasound group ($\chi^2=46.142, P<0.01$; $\chi^2=58.536, P<0.01$). The ROC curve results showed that the AUC of the three groups were 0.707, 0.767, and 0.854, respectively and the combined group had higher diagnostic efficiency. **Conclusion** Accurate quantification of SPECT/CT SUVmax values, especially in combination with ultrasound diagnosis, can improve the detection rate and diagnostic efficiency of thyroid malignant nodules before diagnosis through puncture biopsy or surgery. The diagnostic cut-off value for distinguishing benign and malignant thyroid nodules is 5.17g/mL.

Keywords: Standardized Uptake Value; Ultrasound; Thyroid Nodules; MIBI

甲状腺是人体最大的内分泌器官,当细胞出现异常增生后会产生结节。结节根据病理结果分为良性和恶性,良性包括滤泡性腺瘤、囊肿、结节性甲状腺肿等,恶性包括乳头状癌、滤泡状癌、髓样癌、未分化癌、嗜酸性细胞癌等。其中仅有7%-15%为恶性结节,良恶性不同其诊疗方法不同,故其诊疗的核心是良恶性鉴别^[1]。目前鉴别诊断甲状腺结节良恶性的方法主要包括超声、计算机断层扫描(CT)、磁共振(MRI)、单光子发射型计算机断层显像(SPECT/CT)、正电子发射型计算机断层显像(PET/CT)和穿刺活检。术前行穿刺活检细胞学检查是确诊良恶性的“金标准”,但是在临床工作中,很多患者因为穿刺属于有创操作,有可能引起种植转移,且抱有一种侥幸心理,拒绝有创检查,故关于穿刺活检或手术确诊前提高甲状腺恶性结节的检出率成为临床研究的热点。超声不仅灵敏度和准确度较高,而且方便、快捷、无辐射,是甲状腺结节良恶性鉴别诊断的首选检查^[2],但无论单独采用哪种方法都无法在穿刺活检或术前准确鉴别诊断甲状腺结节的良恶性,故目前已有许多研究者尝试将超声与其他方法(如多普勒血流成像图、血流动力学参数、弹性成像技术、微血管技术、超声造影技术、萤火虫超声技术、CT、双能CT(DECT)、MRI、弥散系数、亲肿瘤显像、PET/CT等^[3-7])进行联合诊断,都明显提高了甲状腺结节的鉴别诊断准确度或灵敏度。标准化摄取值既往仅用于PET/CT,临床中使用最广泛的SPECT/CT显像对肿瘤或病变组织的诊断以定性或者半定量(靶/本比值)为主^[8],无法对病情进行精准定量诊断和疗效评估,进而无法达到个体化精准治疗的目的。近年来,随着成像设备及图像重建算法的不断完善,衰减和散射的复杂补偿技术的进步,该项技术开始用于SPECT/CT,使其不仅能获取病变的解剖、代谢信息,而且能对代谢情况进行客观量化评估,目前主要应用于骨转移瘤的疗效评估^[9]以及甲状腺功能亢进症等疾病的研究^[10]。甲状腺结节按照与周围正常甲状腺组织放射性分布对比分为“热结节”“温结节”“冷结节”“凉结节”,“热结节”基本都是良性结节^[11],故本研究主要针对“非热结节”。

【第一作者】 谭祖稳,男,主治医师,主要研究方向:分子影像与靶向治疗。E-mail: 724871843@qq.com

【通讯作者】 谭祖稳

本课题拟利用最新技术精准定量SPECT/CT标准化摄取值首先确定其在鉴别诊断甲状腺“非热”结节良恶性的诊断界值,然后探索定量SPECT/CT与超声联合鉴别诊断甲状腺“非热”结节良恶性的价值,国内外尚无相关报道。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择于2022年4月至2024年5月在重庆市荣昌区人民医院就诊的经过超声诊断为甲状腺非囊性结节的92例患者(男15例,女77例),年龄24~73(48.77±10.38)岁。

纳入标准:超声印象诊断为非囊性、甲状腺显像为“非热结节”的甲状腺结节患者。排除标准:资料不全:未完成甲状腺显像、亲肿瘤显像或无明确病理资料的病例;甲状旁腺来源:血钙或甲状旁腺激素异常病例;感染引起的一过性病变:血WBC、淋巴细胞、超敏C-反应蛋白、红细胞沉降率异常病例。本课题经重庆市荣昌区人民医院医学伦理委员会批准,受试者均签署知情同意。

1.2 仪器与显像剂 精准定量SPECT/CT型号为美国GE NM/CT 860 SPECT/CT,双探头,LEHRs平行孔准直器。显像剂 $^{99m}\text{TcO}_4$ 和 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 由重庆原子高科股份有限公司或重庆东诚安迪科药业有限公司提供,放化纯均大于95%。

1.3 甲状腺显像及图像分析 经静脉“弹丸”注射185MBq $^{99m}\text{TcO}_4$,20分钟后行甲状腺静态显像。采集条件为:前后位采集,采集计数200kcts,能峰140.5keV,矩阵128×128,放大倍数2.57,窗宽20%。视觉分析甲状腺结节的放射性分布,将其高于、相近、低于周围正常组织,或者无放射性分布分别定义为“热结节”“温结节”“凉结节”“冷结节”^[12]。图像分析由3名经验丰富的核医学医师共同完成,意见不一致时协商解决。

1.4 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 亲肿瘤显像及图像分析与判定 选取甲状腺显像为“温结节”“凉结节”“冷结节”患者,于至少24小时后行 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 亲肿瘤显像。经静脉注射740MBq $^{99m}\text{Tc-MIBI}$,分别于20分钟、120分钟进行早期和延迟显像。采集条件为:前后位采集,采集计数1500kcts,能峰140.5keV,矩阵256×256,放大倍数1.0,窗宽20%。延迟显像采集结束后接着行融合显像,SPECT采集条件为:矩阵256×256,Zoom 1.0,20s/帧,1帧/3°,能峰140.5keV;CT螺旋扫描参数:层厚2.5mm,管电压120kV,管电流120mA。图像分析:视觉分析甲状腺结节部位是否存在异常 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 摄取,放射性分布高于周围正常甲状腺组织则为阳性,低于周围正常组织则为阴性。图像分析由3名经验丰富的核医学医师共同完成,意见不一致时协商解决。

1.5 标准化摄取值(SUV)测定 采用定参数(采用有序子集最大期望值迭代法重建图像,迭代次数:40;设置SUV的70%作为自动化分割阈值)自动勾画方式勾画感兴趣区(ROI)获得亲肿瘤显像的SUV值,SUV值计算公式为: $\text{SUV}=\text{ROI放射性总活度}/[\text{注射放射性活度}/\text{患者体质量}](\text{g}/\text{mL})$ ^[13]。采用受试工作者特征(ROC)曲

线对SUVmean、SUVmax在对甲状腺结节良恶性进行评估时的灵敏度和特异度进行分析,获得最佳诊断界值,如果结节部位SUVmax值≥最佳诊断界值,则为阳性,小于则为阴性。

1.6 超声检查及图像分析与判定 采用日立(型号:ARIETTA 70)彩色多普勒超声诊断仪,L12-2探头,频率7-10MHz,条件选择甲状腺模式。进行灰阶超声检查,观察记录甲状腺结节的位置、方位、边缘、声晕、结构、回声、回声质地、局灶性强回声、大小、后方回声特点,参考中华医学会超声医学分会发布的《2020年中国甲状腺结节恶性肿瘤超声风险分层指南:C-TIRDS》进行分级。按照有关指南^[14]及参考其他研究^[15-17],本课题以C-TIRDS 4b类为恶性结节的截断值,即1、2、3、4a类甲状腺结节定义为阴性,4b、4c、5类甲状腺结节定义为阳性,超声信息由3名有丰富甲状腺超声经验的主治及以上医师分析(意见不一致时协商解决)。

1.7 SUVmax与超声联合图像分析与判定 甲状腺1、2、3、4a、4b、4c、5类结节的恶性概率分别为0%、0%、<2%、2%-10%、10%-50%、50%-90%、>90%,按照有关指南及参考其他研究^[14-17],本课题组将甲状腺结节按照良恶性可能性分为以下4类,即1-3类结节属于良性结节,4a类属于良性可能性大,4b、4c属于恶性可能性大,5类基本属于恶性结节。因定量SPECT SUVmax在该领域无相关研究,本课题组参考了亲肿瘤显像和其他影像学检查方法与超声联合的相关研究^[14-17],定义联合诊断分析与判定标准为:SUVmax阴性,超声诊断为1、2、3、4a类时,则为良性;SUVmax阴性,超声诊断5类时为阴性;SUVmax为阳性,超声诊断为阳性时则为阳性;SUVmax诊断为阳性,超声诊断为4a、4b类时为阳性;SUVmax诊断为阳性,超声诊断为1-3类结节时为恶性。“金标准”判定方法:穿刺活检:恶性为VI类,良性为II类,I、III、IV、V类参考再次穿刺或术后病理结果;术后病理:恶性为甲状腺乳头状癌、滤泡状癌、髓样癌、未分化癌、嗜酸性癌;良性为滤泡性腺瘤、囊性变、结节性甲状腺肿、纤维化、腺瘤样甲状腺肿^[12]。

1.8 统计学方法 采用SPSS 27.0统计软件分析数据,对符合正态分布的计量资料采用Mean±SD表示,组间比较采用独立样本t检验。采用ROC曲线对SUVmean、SUVmax在对甲状腺结节良恶性进行评估时的灵敏度和特异度进行分析。计数资料比较用配对 χ^2 检验。以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 穿刺或术后病理及经典病例 病理结果如下:甲状腺恶性肿瘤32例,男女比例为5:27,年龄24~68(45.18±9.96)岁,其中乳头状30例,滤泡状1例,嗜酸性细胞癌1例;甲状腺良性结节60例,男女比例为10:50,年龄26~73(50.68±10.18)岁,其中滤泡性腺瘤5例,结节性甲状腺肿55例。甲状腺结节患者亲肿瘤显像及定量SPECT/CT经典病例见图1。

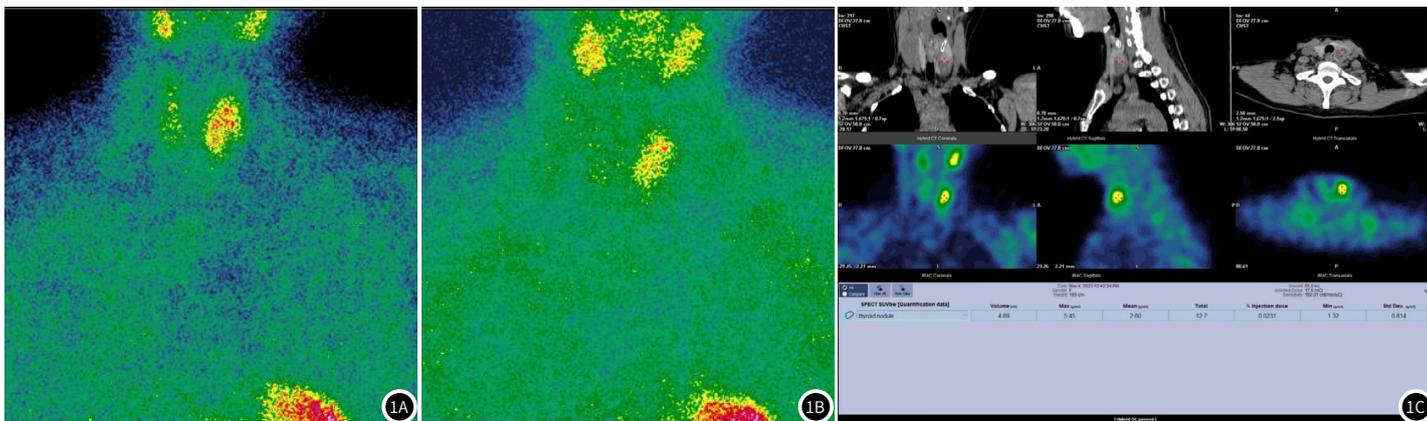


图1A-图1C 女,52岁,甲状腺左乳头状癌。1A: $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 双时相显示结节部位放射性明显浓聚(早期相);1B: 延迟相;1C: SPECT/CT断层显像显示结节部位明显放射性浓聚。

2.2 甲状腺良恶性结节间SUV值比较和传统亲肿瘤显像的诊断效能分析 利用传统亲肿瘤显像诊断甲状腺结节的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值分别为59.38%(19/32)、73.33%(44/60)、68.48%(63/92)、54.29%(19/35)和77.19%(44/57)。甲状腺恶性组SUVmax、SUVmean值均高于良性组，差异有统计学意义($P<0.05$)(表1)。

2.3 SUV值的ROC曲线分析 采用ROC曲线对SUVmean、SUVmax在对甲状腺结节良恶性进行评估时的灵敏度和特异度进行分析，SUVmean、SUVmax曲线下面积(area under curve, AUC)分别为0.842、0.890，它们的诊断界值分别为2.57g/mL和5.17g/mL。本课题选用了诊断效能更好的SUVmax作为甲状腺良恶性鉴别诊断的参数(见图2、表2)。

2.4 SUVmax、超声图像分析 以SUVmax 5.17g/mL为诊断界值，在亲肿瘤显像中甲状腺结节的浓聚灶SUVmax值 ≥ 5.17 g/mL为阳性，相反则为阴性。统计后发现，阳性结节24例，其中恶性结节17例，良性结节7例，阴性结节68例，其中真阴性结节53

例，假阴性结节15例，利用SUVmax诊断界值排除了亲肿瘤显像9例真阴性结节，但同时有2例真阳性结节误诊为阴性结节(见表3)。超声诊断甲状腺恶性结节37例，良性结节55例，根据病理真阳性结节24例，假阴性结节8例，真阴性结节47例，假阳性结节13例。联合诊断阳性结节38例，阴性结节54例，根据病理真阳性结节28例，真阴性结节50例，假阳性结节10例(见表4-5)。

2.5 SUVmax组、超声组及联合组对甲状腺结节良恶性鉴别的诊断效能分析 SUVmax组、超声组及联合组诊断灵敏度分别为53.12%、75.00%、87.5%，特异度分别为88.33%、78.33%、83.33%，准确度分别为76.09%、77.17%、84.78%，阳性预测值分别为70.83%、64.86%、73.68%，阴性预测值分别为77.94%、85.45%、92.59%。配对 χ^2 检验结果表明，超声和SUVmax组诊断的准确性有显著性差异($\chi^2=20.488, P<0.01$)，联合诊断的准确性较SUVmax和超声有显著性差异($\chi^2=46.142, P<0.01$ ； $\chi^2=58.536, P<0.01$)。三组的ROC曲线图及AUC值分别为0.707、0.767、0.854(见图3)。

表1 甲状腺良恶性结节亲肿瘤显像标准化摄取值比较

项目	恶性组(n=19)	良性组(n=16)	t值	P值
SUVmax(g/mL)	5.51±0.28	5.04±0.27	5.044	<0.01
SUVmean(g/mL)	2.80±0.33	2.44±0.19	3.849	<0.01

表2 ^{99m}Tc-MIBI 标准化摄取值SUVmax、SUVmean ROC曲线表

参数	AUC	渐近95%置信区间		最佳临界值 (g/mL)	灵敏度 (%)	特异度 (%)
		下限	上限			
^{99m} Tc-MIBI SUVmean	0.842	0.709	0.976	2.57	73.70	87.50
^{99m} Tc-MIBI SUVmax	0.890	0.784	0.995	5.17	89.50	75.00

表3 ^{99m}Tc-MIBI SUVmax值与病理结果比较

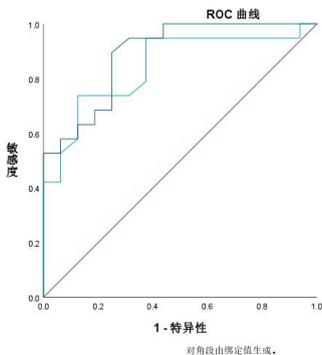
定量SPECT/CT SUVmax值	病理结果		合计
	恶性	良性	
	阳性	17	
阴性	15	53	68
合计	32	60	92

表4 超声与病理结果比较

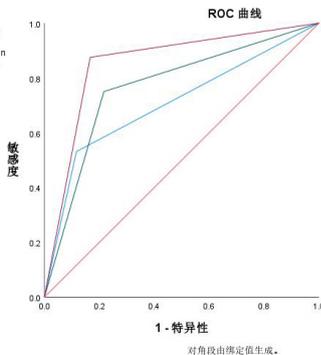
超声	病理结果		合计
	恶性	良性	
	阳性	24	
阴性	8	47	55
合计	32	60	92

表5 ^{99m}Tc-MIBI SUVmax与超声联合诊断病理结果比较

^{99m} Tc-MIBI 标准化摄取值与超声联合	病理结果		合计
	恶性	良性	
	阳性	28	
阴性	4	50	54
合计	32	60	92



2



3

图2 ^{99m}Tc-MIBI 标准化摄取值SUVmax、SUVmean ROC曲线图。

图3 定量SPECT SUVmax组、超声组、联合组鉴别诊断甲状腺结节ROC曲线图。

3 讨论

甲状腺结节诊断的关键是良恶性鉴别^[16]，穿刺活检是我们首选确诊方法^[17]，但因为穿刺活检为有创检查，有可能引起种植转移等原因某些患者不愿意行该检查。因此如何在穿刺活检或术前可以提高甲状腺结节患者良恶性鉴别的阳性率、降低漏诊率，同时降低因各种因素不愿意有创检查而耽误疾病治疗的患者率成为当下研究的热点。^{99m}Tc-MIBI是一种良好的亲肿瘤显像剂，其中

90%进入线粒体，恶性病变的摄取明显高于良性病变，临时中常用来辅助诊断和鉴别诊断甲状腺“非热结节”^[18]。在本研究中，传统亲肿瘤显像诊断甲状腺结节的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值分别为59.38%、73.33%、68.48%、54.29%和77.19%，提示亲肿瘤显像对辅助诊治甲状腺结节有一定帮助，与既往研究大致相同^[19]，其中部分恶性结节亲肿瘤显像表达为阴性，原因可能为：(1)细胞膜上的P糖蛋白影响了MIBI显

像剂的排泄, P糖蛋白含量多显像剂排泄得越快^[20]; (2)甲状腺的分化程度影响了对^{99m}Tc-MIBI的摄取; (3)^{99m}Tc-MIBI阳性的恶性肿瘤, 肿瘤细胞处于细胞周期的G1或G2期, 属于细胞快速增殖的阶段^[12], 其他细胞周期可能导致假阴性; (4)肿瘤组织低血管化、低氧代谢以及肿瘤细胞密度低等等。部分良性结节在亲肿瘤显像中表现为阳性, 可能因为病变血供丰富、代谢旺盛、增殖水平高、生长快, 按照某些研究结论该结节应该及时手术治疗, 因此亲肿瘤显像的假阳性不影响下一步治疗方案的选择^[12,21]。另外, 甲状腺恶性组的SUVmax和SUVmean值高于良性组($P<0.05$), 表明精准定量SPECT/CT SUVmax、SUVmean可以很好地对甲状腺结节的良恶性进行鉴别。

ROC曲线是一种应用广泛的数据统计方法, 曲线下面积可作为评价某一诊断方法准确性指标, 通过对同一基本的多种诊断试验进行比较, 可帮助我们筛选出最佳诊断方法^[22]。AUV值介于0到1之间, 小于0.5不符合实际情况, 预测价值比随机猜测还差; AUV=0.5, 说明完全没有预测价值, 预测准确性和猜测效果一样; $0.5<AUC<0.7$, 预测诊断价值较低; $0.7\leq AUC<0.9$, 说明预测价值很高; $AUC\geq 0.9$ 说明预测价值极高; $AUC=1$, 是完美预测没有瑕疵, 但绝大多数情况下, 不存在完美的预测诊断^[23]。本研究显示SUVmean、SUVmax的AUC分别为0.842、0.890, SUVmax诊断效能更高, 且诊断界值分别为2.57g/mL和5.17g/mL, 这里计算的样本总数为亲肿瘤显像阳性结节, 不能反应总样本的预测价值。本课题选用了诊断效能更好的SUVmax作为甲状腺良恶性鉴别诊断的参数。利用SUVmax诊断界值排除了亲肿瘤显像9例真阳性结节, 但同时有2例真阳性结节误诊为阴性结节, 其鉴别诊断甲状腺结节良恶性的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值分别为53.12%、88.33%、76.09%、70.83%、77.94%。较传统亲肿瘤显像, 定量SPECT/CT SUVmax鉴别诊断甲状腺结节的准确度升高, 其原因为诊断界值很好地区别了甲状腺结节的良恶性, 准确度没有明显升高的可能原因是亲肿瘤显像剂为非特异性显像剂所致。

本研究中, 联合组的灵敏度、准确度、阳性预测值、阴性预测值高于超声和SUVmax组, 提示联合诊断提高了甲状腺恶性结节的检出率, 但特异度较SUVmax低。三组的AUC分别为0.707、0.767、0.854, 均大于0.7, 说明预测诊断价值高, 三种方法都可以供临床选择用以鉴别诊断甲状腺结节良恶性。另外 χ^2 检验结果显示超声组、SUVmax组和联合组之间诊断的准确性均有显著性差异($\chi^2=20.488, 46.142, 58.536, P$ 均 <0.05), 表明在鉴别诊断甲状腺结节良恶性效能方面, 超声优于SUVmax, 但联合诊断又优于SUVmax和超声。

本研究存在如下不足: 首先, 本研究类似于回顾性研究, 可能存在选择偏移。其次, 因为费用高、检查时间长等原因使定量SPECT/CT SUVmax检查不同于CT、MRI等其他影像学检查, 研究样本量偏少。

综上所述, 精准定量SPECT/CT SUVmax值尤其是与超声联合诊断可以在穿刺活检或手术确诊前提高甲状腺恶性结节的检出率和诊断效能, 其单独鉴别诊断甲状腺结节良恶性的诊断界值为5.17g/mL。它可以为甲状腺结节患者提供一个有效但无创的检查方法, 提高良恶性鉴别的阳性率、降低漏诊率, 降低因各种因素

不愿意有创检查而耽误疾病治疗的患者率, 值得临床推广。

参考文献

- [1] 蒋波, 周晓红, 章小龙, 等. 国内外指南诊断甲状腺结节良恶性的对比分析[J]. 浙江医学, 2023, 45(13): 1411-1415, 1419.
- [2] 曹海艳, 张文, 荣新, 等. 常规超声和超声造影鉴别诊断甲状腺皱缩结节与乳头状癌[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(9): 1302-1306.
- [3] 杨艳, 胡金花, 夏群, 等. 超微血管成像技术与彩色多普勒血流成像分别联合甲状腺影像报告与数据系统在甲状腺结节鉴别诊断中的应用[J]. 中国医药导报, 2023, 20(7): 165-168.
- [4] 黄玲. 二维超声联合萤火虫成像及超微血管成像技术鉴别甲状腺结节良恶性的价值[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(29): 4223-4225.
- [5] 杜刚. 常规超声联合超声造影诊断甲状腺结节良恶性的价值[J]. 中国冶金工业医学杂志, 2023, 40(3): 332-333.
- [6] 叶丽丽, 何祥发, 韦玉新, 等. 探讨640层螺旋CT对甲状腺单发良、恶性结节的鉴别诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2024, 43(4): 528-531.
- [7] 杨佳. 甲状腺结节超声弹性成像与超声造影联合诊断价值及其相关性分析[J]. 河南医学高等专科学校学报, 2024, 36(2): 177-180.
- [8] 刘金红, 袁嘉. ^{99m}Tc-MDP-MDP SPECT/CT骨显像半定量分析评估骨质疏松症的临床价值[J]. 标记免疫分析与临床, 2023, 30(2): 293-297.
- [9] 贾明胜, 郑修竹, 刘佳, 等. SPECT/CT骨定量标准化摄取值分析脊柱骨转移瘤的价值[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(5): 408-412.
- [10] 万良荣, 黄干, 刘建军. ^{99m}TcO₄-SPECT/CT定量显像在测定毒性弥漫性甲状腺肿患者SUV值和甲状腺体积中的应用[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2020, 40(12): 1637-1640.
- [11] 黄振东, 钟春燕, 黄莲英, 等. ^{99m}TcO₄-SPECT/CT融合显像联合超声造影在鉴别甲状腺良恶性结节中的价值分析[J]. 右江民族医学院学报, 2022, 44(5): 729-734.
- [12] 魏莉, 胡煜麟, 肖汉, 等. ^{99m}Tc-MIBI亲肿瘤显像对甲状腺结节的诊断价值[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(8): 1030-1034.
- [13] 余丰文, 冯彦林, 黄克敏, 等. ^{99m}Tc-MDP骨显像腰椎标准摄取值与骨密度的相关性[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(07): 1070-1074.
- [14] Zhou J, Yin L, Wei X, et al. 2020 Chinese guidelines for ultrasound malignancy risk stratification of thyroid nodules: the C-TRADS[J]. Endocrine, 2020, 70(2): 256-279.
- [15] 李楠, 毛少保, 薛宁娟, 等. (99m)TcO₄与(99m)Tc-MIBI显像联合彩色多普勒超声评分法对甲状腺结节良恶性的诊断价值[J]. 中国癌症杂志, 2016, 26(5): 434-440.
- [16] 刘蕊. 超声、MSCT鉴别甲状腺良恶性结节效能的临床研究[J]. 中国CT和MR杂志, 2020, 18(10): 23-25.
- [17] 张琼月, 刘凯. 甲状腺肿物超声、CT与超声引导下穿刺活检结果对照分析[J]. 中国CT和MR杂志, 2020, 18(5): 89-91, 95.
- [18] 马春旭, 袁卫红, 赵艳花, 等. ^{99m}Tc-MIBI显像联合超声鉴别诊断甲状腺结节良恶性的临床研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(4): 326-329.
- [19] 宋青, 康林立, 兰雨, 等. 微血流成像模式鉴别甲状腺结节良恶性的价值[J]. 中国医学科学院学报, 2022, 44(1): 40-44.
- [20] Park J W, Hong S P, Lee J H, et al. ^{99m}Tc-MIBI uptake as a marker of mitochondrial membrane potential in cancer cells and effects of MDR1 and verapamil[J]. PLoS One, 2020, 15(2): e0228848.
- [21] 张纯海, 高识, 朱灏宇, 等. ^{99m}Tc-MIBI显像在甲状腺结节诊断中的应用研究[J]. 中国实验诊断学, 2008, 12(12): 1560-1561.
- [22] 吕静, 朱永琪, 朱彦芳, 等. CMR影像组学联合临床因素预测肥厚型心肌病并发室性心律失常的价值[J]. 磁共振成像, 2024, 15(4): 63-71, 87.
- [23] 薛淋淋. 丙型肝炎肝硬化失代偿期患者发生细菌感染的列线图预测模型构建及评价[D]. 大理大学, 2023.

(收稿日期: 2024-05-29)

(校对编辑: 江丽华)