

三维超微血管成像测量的血管指数鉴别诊断腮腺多形性腺瘤与 Warthin 瘤的价值探讨

陈明明 江 姝 张 剑 卢叶君 张津楠 邢 伟

摘 要 **目的** 应用三维超微血管成像(3D-SMI)测量腮腺多形性腺瘤(PA)与 Warthin 瘤的血管指数(VI),探讨其在二者鉴别诊断中的价值。**方法** 选取我院经手术病理证实的腮腺肿瘤患者 88 例,其中 PA 51 例,Warthin 瘤 37 例,均行 CDFI、二维超微血管成像(2D-SMI)、3D-SMI、超声造影(CEUS)检查,比较 PA 与 Warthin 瘤上述超声图像特征及定量参数的差异。分别建立基于 CDFI 参数、2D-SMI 参数、CEUS 参数鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的回归模型;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 VI、CDFI 模型、2D-SMI 模型、CEUS 模型鉴别 PA 与 Warthin 瘤的诊断效能。**结果** PA 与 Warthin 瘤 CDFI 和 2D-SMI 血流方式及血流分级比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。PA 与 Warthin 瘤 CEUS 增强程度、是否均匀增强、峰值强度、峰值减半时间、120 s 强度、曲线下面积、半下降斜率比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示,VI、CDFI 模型、2D-SMI 模型、CEUS 模型鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的曲线下面积分别为 0.924、0.750、0.806 及 0.883,其中 VI 与 CDFI 模型、2D-SMI 模型的曲线下面积比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),VI 与 CEUS 模型的曲线下面积比较差异无统计学意义。**结论** 3D-SMI 测量的 VI 在鉴别诊断腮腺 PA 与 Warthin 瘤中有一定价值,其诊断效能与 CEUS 相当,且显著优于 2D-SMI 和 CDFI。

关键词 超声检查;造影剂;超微血管成像,三维,二维;血管指数;腮腺多形性腺瘤;Warthin 瘤

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Value of the vascular index measured by three-dimensional superb microvascular imaging in the differential diagnosis of parotid pleomorphic adenoma and Warthin tumor

CHEN Mingming, JIANG Shu, ZHANG Jian, LU Yejun, ZHANG Jinnan, XING Wei

Department of Ultrasound Medicine, Changzhou First People's Hospital, the Third Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu 213003, China

ABSTRACT **Objective** To explore the value of vascular index(VI) measured by three-dimensional superb microvascular imaging(3D-SMI) in the differential diagnosis of parotid pleomorphic adenoma(PA) and Warthin tumor.**Methods** A total of 88 patients with parotid gland tumor confirmed by surgery and pathology in our hospital were selected, including 51 patients with PA and 37 patients with Warthin tumor, all patients were examined by CDFI, two-dimensional superb microvascular imaging(2D-SMI), 3D-SMI and contrast-enhanced ultrasound(CEUS). The differences of the above ultrasonic image features and quantitative parameters between PA and Warthin tumor were compared. The regression models were established based on CDFI parameters, 2D-SMI parameters and CEUS parameters for the differential diagnosis of PA and Warthin tumors. Receiver operating characteristic(ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficiency of VI, CDFI model, 2D-SMI model and CEUS model in distinguishing PA from Warthin tumor.**Results** There were significant differences in vascular distribution type and blood flow grading of CDFI and 2D-SMI between PA and Warthin tumors(both $P < 0.001$). There were statistically significant

作者单位:213003 江苏省常州市,苏州大学附属第三医院 常州市第一人民医院超声医学科(陈明明、张剑、卢叶君、张津楠),心功能科(江姝),影像科(邢伟)

通讯作者:邢伟,Email:suzhxingwei@126.com

differences in enhancement degree, uniform enhancement, peak intensity, half time to descent, 120 s intensity, area under the curve and semi-descent slope between PA and Warthin tumors (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of VI, CDFI model, 2D-SMI model and CEUS model in distinguishing PA from Warthin tumors were 0.924, 0.750, 0.806 and 0.883, respectively. There were statistically significant differences in the area under the curve between VI and CDFI model and 2D-SMI model (both $P < 0.05$), while there was no statistically significant differences in the area under the curve between VI and CEUS model. **Conclusion** VI measured by 3D-SMI has certain clinical value in the differential diagnosis of parotid PA and Warthin tumor, and its diagnostic efficiency is comparable to CEUS, and significantly better than 2D-SMI and CDFI.

KEY WORDS Ultrasonography; Contrast agent; Superb microvascular imaging, three-dimensional, two-dimensional; Vascular index; Parotid pleomorphic adenoma; Warthin tumor

唾液腺肿瘤占有头颈部肿瘤的 2%~6%^[1]。多形性腺瘤 (pleomorphic adenoma, PA) 和 Warthin 瘤是最常见的唾液腺肿瘤, 占有唾液腺肿瘤的 75%~90%^[2]。PA 有 2%~25% 的恶性转化风险, 局部切除的复发率更高, 至少应进行部分腮腺切除术^[3-4]。相反, Warthin 瘤通常不复发, 也无恶变可能, 手术方式为肿块剥除术, 对于一些不能耐受手术的老年患者可以不进行手术治疗, 仅需密切随访^[5]。PA 与 Warthin 瘤在二维超声图像特征上有许多相似之处, 难以鉴别。既往研究^[5]显示, PA 组织病理学表现为大量的黏液样基质, 上皮成分罕见, 微血管计数低。而大多数 Warthin 瘤的微血管计数高。鉴于两种肿瘤的组织病理学差异, 肿瘤中微血管的可视化可以帮助区分 PA 与 Warthin 瘤。目前可以显示肿瘤内血流的超声技术主要包括 CDFI、二维超微血管成像 (two-dimensional superb microvascular imaging, 2D-SMI)、超声造影 (contrast-enhanced ultrasound, CEUS)、三维超微血管成像 (three-dimensional superb microvascular imaging, 3D-SMI), 其中 3D-SMI 可以通过线性阵列探头从二维图像中重建三维图像, 在三维模式下可视化低速血流, 测量血管指数 (VI) 来定量评估肿瘤血管分布。鉴于 PA 与 Warthin 瘤在组织病理学中的微血管分布不同^[6], 本研究应用 3D-SMI 测量的 VI 鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤, 并与 CDFI、2D-SMI、CEUS 的诊断效能进行比较, 旨在探讨 3D-SMI 在鉴别腮腺常见良性肿瘤中的价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 12 月至 2023 年 6 月我院经手术病理证实的腮腺肿瘤患者 88 例, 均为单发病灶, 其中 PA 51 例, 男 17 例, 女 34 例, 年龄 18~80 岁, 平均 (48.92±14.91) 岁; Warthin 瘤 37 例, 男 31 例, 女 6 例, 年龄 30~80 岁, 平均

(63.14±11.37) 岁。纳入标准: ①术前 1 周内均行 CDFI、2D-SMI、3D-SMI 超声及 CEUS 检查; ②均经手术病理确诊, 且相关资料齐全; ③无腮腺肿瘤放化疗等病史。排除标准: 严重基础疾病及超声造影剂过敏者。本研究经我院医学伦理委员会批准 [批准号: (2021) 教第 020 号], 所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. CDFI、2D-SMI、3D-SMI 检查: 使用东芝 Aplio 800 彩色多普勒超声诊断仪, i18LX5 探头, 频率 5~18 MHz。患者取仰卧位, 完全暴露腮腺区域, 依次启动 CDFI、2D-SMI 观察肿瘤内部及周围的血流信号, 血流分级及血流方式参考文献 [6-7], 调整彩色增益 (设置为 40), 避免所有伪像, 仅清晰显示小血管。2D-SMI 的速度标尺为 0.8~1.2 cm/s。取样框包含肿瘤及其周围正常腮腺组织 (约 1 cm)。扫查时不加压肿瘤, 嘱患者平静呼吸, 避免吞咽。在对肿瘤进行二维定位的基础上, 启动 3D-SMI 多角度、多平面扫查腮腺肿瘤, 以腮腺肿瘤血供最丰富的切面为感兴趣区 (ROI), 人工追踪 ROI 区域边缘, 系统自动计算该区域的 VI。每个肿瘤均重复测量 3 次取平均值。以上操作均由 3 名具有 8 年以上工作经验且接受过 SMI 专业培训, 至少应用 3 年的超声医师完成。

2. CEUS 检查: 使用迈瑞 Resona 7 彩色多普勒超声诊断仪, L9-3U 探头, 频率 3~9 MHz。经 CDFI 选取腮腺肿瘤血流信号最丰富切面, 同时显示出部分周围正常腺体组织进行对照, 切换至 CEUS 模式; 将 SonoVue (意大利 Bracco 公司) 与 5.0 ml 氯化钠注射液配制成微泡混悬液。经肘部浅静脉快速推注 4.8 ml 微泡混悬液, 随后推注 5.0 ml 氯化钠注射液冲管。同步开启定时器, 持续至少 120 s 并记录动态图像。软件自动描述时间-强度曲线 (time-intensity curve, TIC) 并记录 CEUS 图像特征, 包括增强强度、是否均匀增强、增强后有无坏死。各选取病灶及正常腮腺内的血流灌注区为

ROI, 尽量确保两者间的ROI深度和面积相似, 软件自动分析获取造影剂到达时间(AT)、基准强度(BI)、峰值时间(TTP)、峰值强度(PI)、峰值减半时间(DT/2)、120 s造影强度、上升斜率(AS)、下降斜率(DS)、半下降斜率(DS/2)、曲线下面积(AUC)等, 其中AS、DS、DS/2根据直线斜率公式计算获得。以上超声检查及图像分析均由3名具有5年以上工作经验的主治医师完成, 如有分歧协商一致。

三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件, 正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 两组比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数或率表示, 组间比较采用 χ^2 检验。应用多因素Logistic回归分析筛选鉴别PA与Warthin瘤的独立影响因素, 并基于此构建CDFI、2D-SMI、CEUS模型。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各模型及VI鉴别PA与Warthin瘤的

诊断效能; 曲线下面积比较采用 Z 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、PA与Warthin瘤CDFI、2D-SMI、3D-SMI检查结果比较

PA与Warthin瘤CDFI和2D-SMI血流方式及血流分级、VI比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。见表1和图1、2。

二、PA与Warthin瘤CEUS检查结果比较

1. PA与Warthin瘤在增强强度、是否均匀增强方面比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 二者在增强后有无坏死方面比较差异无统计学意义。见表2。

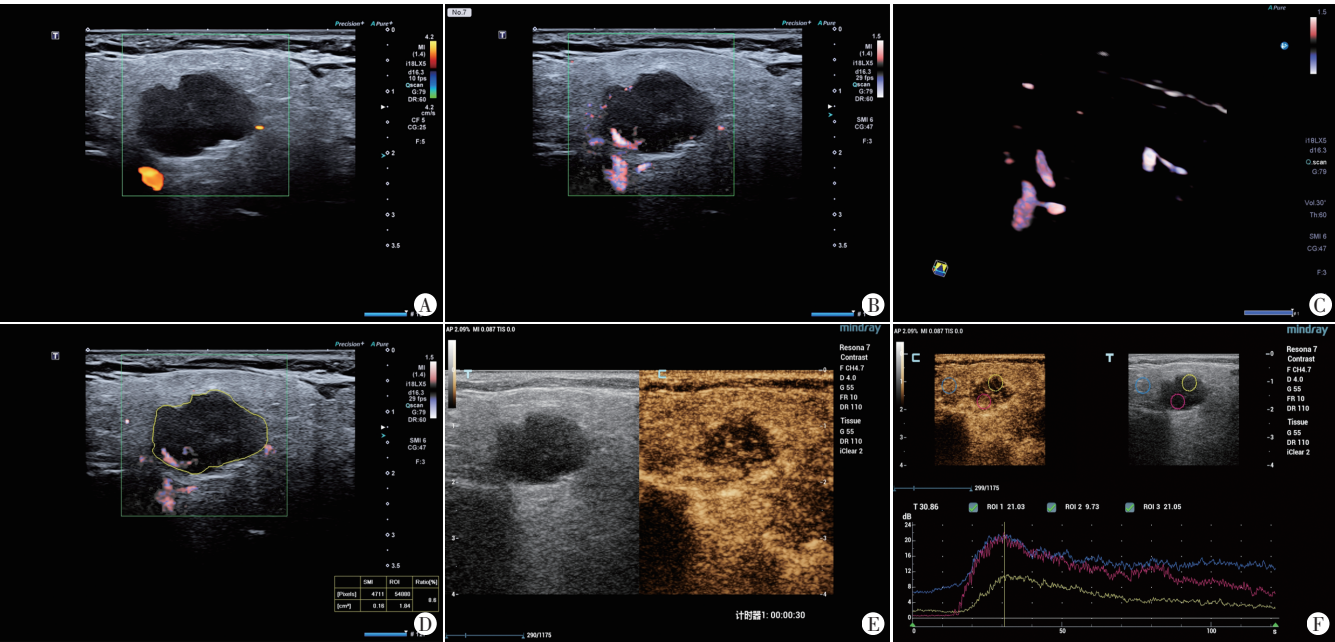
2. PA与Warthin瘤PI、DT/2、120 s强度、AUC、DS/2比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 二者AT、BI、TTP、AS、DS比较差异均无统计学意义。见表3。

三、VI、CDFI、2D-SMI、CEUS鉴别PA与Warthin

表1 PA与Warthin瘤CDFI、2D-SMI、3D-SMI检查结果比较

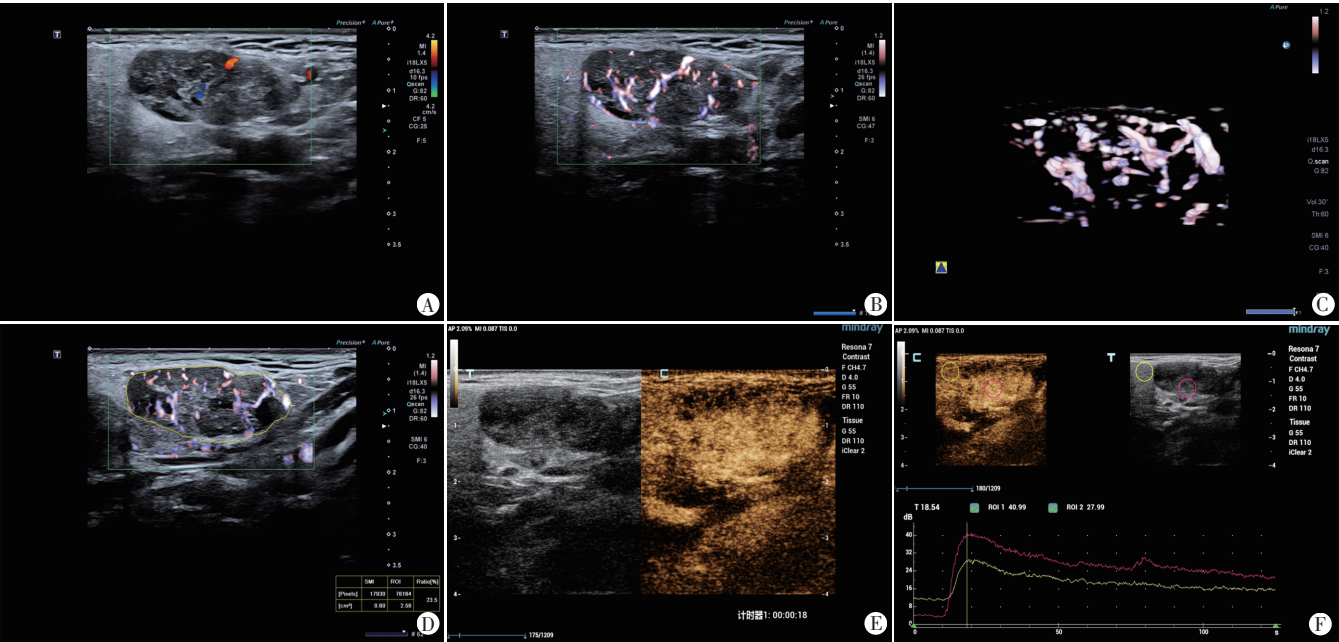
分类	CDFI血流方式(例)				2D-SMI血流方式(例)			CDFI血流分级(例)		2D-SMI血流分级(例)		VI(%)
	无血流	周围为主型	中央为主型	混合型	周围为主型	中央为主型	混合型	≤ I级	> II级	≤ I级	> II级	
PA(51)	19	18	12	2	25	12	14	33	18	22	29	9.00(3.23, 15.67)
Warthin瘤(37)	2	9	25	1	4	10	23	5	32	2	35	20.90(9.10, 30.57)
Z/χ^2 值		19.94				15.75		22.90		15.39		16.43
P 值		<0.001				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001

2D-SMI: 二维超微血管成像; VI: 血管指数



A: CDFI显示肿瘤内未探及血流信号, 血流分级0级; B: 2D-SMI显示肿瘤血流以周围为主型; C、D: 3D-SMI确定肿瘤血流信号最丰富的切面, 并测得VI为8.6%; E: CEUS显示肿瘤呈不均匀等增强, 内部有坏死; F: TIC定量分析显示, PI为21.03 dB, DT/2为72.03 s, 120 s强度为6.10 dB, AUC为1304.57, DS/2为0.26

图1 PA患者(女, 69岁)腮腺声像图



A: CDFI显示肿瘤内见点状血流信号,血流分级Ⅰ级;B:2D-SMI显示肿瘤内部及周围均有血流信号;C、D:3D-SMI确定肿瘤块血流信号最丰富的切面,并测得VI为23.5%;E:CEUS显示肿瘤呈均匀高增强,内部未见坏死;F:TIC定量分析显示PI为36.33 dB,DT/2为78.86 s,120 s强度为20.51 dB,AUC为3020.00,DS/2为0.31

图2 Warthin瘤患者(男,74岁)腮腺声像图

表2 PA与Warthin瘤CEUS图像特征比较

分类	增强程度			是否均匀增强		增强后有无坏死	
	低增强	等增强	高增强	均匀	不均匀	无	有
PA(51)	14	22	15	7	44	15	36
Warthin瘤(37)	1	2	34	13	24	18	19
χ^2 值	33.932			5.597		3.386	
P值	<0.001			0.018		0.212	

表3 PA与Warthin瘤CEUS定量参数比较

分类	AT(s)	BI(dB)	TTP(s)	PI		DT/2	
				≤36.16 dB	>36.16 dB	≤65.42 s	>65.42 s
PA(51)	8.29 (6.21, 11.60)	1.71(1.13, 2.82)	17.92(14.71, 22.27)	43	8	35	16
Warthin瘤(37)	7.77 (6.58, 8.91)	1.63(1.11, 2.42)	16.16(14.92, 19.73)	8	29	12	25
Z/ χ^2 值	0.040	0.512	0.042	34.587		11.289	
P值	0.221	0.452	0.216	<0.001		0.001	
分类	120 s强度		AUC		DS/2		AS
	≤11.91 dB	>11.91 dB	≤2493.55	>2493.55	≤0.42	>0.42	
PA(51)	36	15	45	6	45	6	0.78(0.27, 3.53)
Warthin瘤(37)	5	32	9	28	21	16	0.37(0.32, 3.62)
Z/ χ^2 值	28.071		36.943		11.332		1.145
P值	<0.001		<0.001		0.001		0.255

AT:造影剂到达时间;BI:基准强度;TTP:峰值时间;PI:峰值强度;DT/2:峰值减半时间;AUC:曲线下面积;DS/2:半下降斜率;AS:上升斜率;DS:下降斜率

瘤的诊断效能比较

将两组比较差异有统计学意义的超声图像特征及参数作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示CDFI血流分级、2D-SMI血流分级及DS/2均为

鉴别诊断PA与Warthin瘤的独立影响因素。基于此分别构建鉴别诊断PA与Warthin瘤的CDFI模型、2D-SMI模型、CEUS模型,方程式分别为:①CDFI模型, $\text{Logit}(P) = -2.511 + 1.818 \times \text{CDFI血流分级}$; ②2D-SMI

模型, $\text{Logit}(P) = -1.288 + 1.784 \times \text{2D-SMI 血流分级}$; ③CEUS 模型, $\text{Logit}(P) = -4.403 + 2.15 \times \text{DS/2}$ 。ROC 曲线分析显示, VI、CDFI 模型、2D-SMI 模型、CEUS 模型鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的曲线下面积分别为 0.924、

0.750、0.806 及 0.883, VI 与 CDFI 模型、2D-SMI 模型的曲线下面积比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); VI 与 CEUS 模型的曲线下面积比较差异无统计学意义。见表 4 和图 3。

表 4 VI、CDFI 模型、2D-SMI 模型、CEUS 模型鉴别 PA 与 Warthin 瘤的诊断效能

方法	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值	阴性预测值	准确率(%)	曲线下面积及其 95% 可信区间	P 值	截断值
VI	89.2	84.3	0.805	0.914	86.4	0.924(0.847~0.970)	<0.001	17.73%
CDFI 模型	67.6	76.5	0.676	0.765	72.7	0.750(0.647~0.837)	0.002	-
2D-SMI 模型	67.6	88.2	0.806	0.789	79.5	0.806(0.707~0.882)	<0.001	-
CEUS 模型	78.4	90.2	0.853	0.852	85.2	0.883(0.797~0.942)	<0.001	-

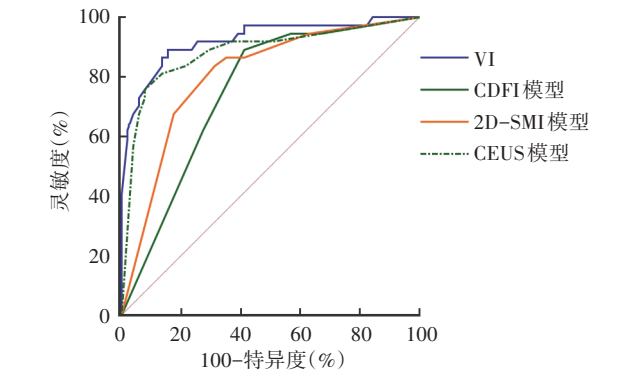


图 3 VI、CDFI 模型、2D-SMI 模型、CEUS 模型鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的 ROC 曲线图

讨 论

PA 是腮腺最常见的良性肿瘤,其次是 Warthin 瘤,不同类型的腮腺肿瘤生物学行为不同,手术方式也不同,术前区分肿瘤类型对于治疗至关重要。虽然 MRI、CT 等检查也可用于腮腺疾病的诊断,但超声检查操作简便、数据更易获取,且无电离辐射,检查费用更低。CDFI 是常见的可显示肿瘤内血管分布的检查方法^[7],能显示直径为 0.2 mm 的血管和血流速度较高的血流信号,但其仅提供肿瘤的一般血供情况。2D-SMI 技术采用自适应算法来区分运动伪影和低速血流,可以清晰显示直径>0.1 mm 血管的血流信号,突出低速血流信号,提高灵敏度^[6]。本研究结果显示,PA 与 Warthin 瘤的 CDFI 和 2D-SMI 在血流方式及血流分级方面比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),其中 Warthin 瘤的 CDFI 和 2D-SMI 血流分级多为 II 级以上(86.5%、94.6%);Warthin 瘤 CDFI 血流方式多表现为中央为主型(67.6%),SMI 多表现为混合型(62.2%),与既往研究^[8-9]结论一致。分析原因与其病理结构有关,大部分 Warthin 瘤间叶细胞比例接近上皮细胞,微血管中有丰富的淋巴样间质^[10],而间叶细胞含量越高,间叶和包膜内外的微血管分布越丰富,使得 Warthin 瘤在血流

方式及血流分级方面与腮腺其他良性肿瘤有显著差异^[11]。本研究结果显示,PA 的 CDFI 血流方式多表现为无血流(37.3%)及周围为主型(35.3%),2D-SMI 多表现为周围为主型(49.0%),分析原因为 PA 常受到边缘血流的限制,血流信号不丰富,故血流分级多为 0、I 级,一般表现为无血流和外周血流,少数 PA 血流信号丰富可达到 III 级,其原因与局部肿瘤包膜浸润或局部肿瘤包膜生长有关^[12]。本研究后期通过建立方程式发现, CDFI 模型、2D-SMI 模型鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的曲线下面积分别为 0.750、0.806,诊断效能佳。但 CDFI 和 2D-SMI 均无法定量分析血管分布情况。

CEUS 可提供肿瘤内微血管灌注,其定量分析曲线可分析相关参数,提高肿瘤的诊断准确性^[13]。本研究结果显示,PA 与 Warthin 瘤在增强强度、是否均匀增强方面比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);且二者 PI、DT/2、120 s 强度、AUC、DS/2 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与蒋丽萍等^[14]研究结果一致。后期通过建立回归方程式: $\text{Logit}(P) = -4.403 + 2.15 \times \text{DS/2}$,其中 DS/2 是鉴别诊断 PA 与 Warthin 瘤的独立影响因素,考虑与 Warthin 瘤多生长速度缓慢,内含有丰富的淋巴样组织及毛细血管网,微循环速度慢有关;本研究 ROC 曲线分析显示,CEUS 模型鉴别 PA 与 Warthin 瘤的曲线下面积为 0.883,高于 CDFI 模型、2D-SMI 模型的诊断效能。考虑是由于 CEUS 能够实时动态地观察肿瘤的滋养血管及血流灌注状态。然而 CEUS 需静脉注射造影剂,成本相对较高,耗时较长,且其应用可能受到患者所处医疗条件的限制。

3D-SMI 可以准确检测腮腺肿瘤中血流信号的像素比,真实反映肿瘤中低速血流信号的分布密度,从而直观地反映肿瘤的微血管状况。Zhao 等^[15]研究结果表明,PA、Warthin 瘤的 VI 和病理微血管密度

(microvascular density, MVD)依次升高,VI与MVD呈显著正相关($r=0.792, P<0.001$),提示VI能够准确且定量反映腮腺肿瘤的微血管情况。Park等^[16]研究发现VI与MVD相关($r=0.634, P<0.05$),当其截断值为8.9%时诊断乳腺恶性肿瘤的灵敏度为80.5%,高于CEUS任一定量参数(PI为58.5%、AS为63.3%、AUC为73.2%)。本研究结果显示,PA的VI较Warthin瘤低($P<0.05$);ROC曲线分析显示,当VI截断值为17.73%时,其鉴别诊断PA与Warthin瘤的灵敏度为89.2%,特异度为84.3%,曲线下面积为0.924,与上述研究结论一致。表明VI鉴别诊断PA与Warthin瘤的价值较高。且VI与CDFI模型、2D-SMI模型的曲线下面积比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),而VI与CEUS模型的曲线下面积比较差异无统计学意义,表明3D-SMI在识别血流细节和微小血管方面与CEUS具有同等优势,且能够更加便捷地评估肿瘤的血流特征。

本研究的局限性:①样本量较小,今后需扩大样本量评估其他腮腺肿瘤的血流模式,包括恶性肿瘤;②本研究三维重建是基于二维数据,对操作者的依赖性大,超声医师在检查过程中必须保持稳定的速度和压力,以避免三维图像的失真,今后的实际临床应用中需加强对检查者的培训。

综上所述,3D-SMI测量的VI在鉴别诊断腮腺PA与Warthin瘤中有一定价值,其诊断效能与CEUS相当,且显著优于CDFI和2D-SMI。

参考文献

- [1] Lee DH, Jung EK, Lee JK, et al. Comparative analysis of benign and malignant parotid gland tumors: a retrospective study of 992 patients [J]. *Am J Otolaryngol*, 2023, 44(2): 103690.
- [2] He SN, Lu RC, Zhou JL, et al. Semiquantitative magnetic resonance imaging parameters for differentiating parotid pleomorphic adenoma from Warthin tumor [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(9): 6152-6163.
- [3] Yu Q, Ding A, Chen Q, et al. Diagnostic value of shear wave elastography quantification combined with conventional ultrasound in salivary gland tumors [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(9): 5863-5876.
- [4] Stoia S, Lenghel M, Dinu C, et al. The value of multiparametric magnetic resonance imaging in the preoperative differential diagnosis of parotid gland tumors [J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(4): 1325.
- [5] Su HZ, Yang JJ, Li ZY, et al. A nomogram incorporating clinical, conventional ultrasound and shear wave elastography findings for distinguishing pleomorphic adenoma from Warthin's tumor of the major salivary glands [J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2023, 52(7): 20230051.
- [6] Welkoborsky HJ, Albers M, Küstermeyer J. Perfusion analysis of benign parotid gland tumors by contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022, 279(8): 4137-4146.
- [7] Aziz MU, Eisenbrey JR, Deganello A, et al. Microvascular flow imaging: a state-of-the-art review of clinical use and promise [J]. *Radiology*, 2022, 305(2): 250-264.
- [8] Miao LY, Xue H, Ge HY, et al. Differentiation of pleomorphic adenoma and Warthin's tumour of the salivary gland: is long-to-short diameter ratio a useful parameter? [J]. *Clin Radiol*, 2015, 70(11): 1212-1219.
- [9] Rong X, Zhu Q, Ji H, et al. Differentiation of pleomorphic adenoma and Warthin's tumor of the parotid gland: ultrasonographic features [J]. *Acta Radiol*, 2014, 55(10): 1203-1209.
- [10] Sučić M, Ljubić N, Perković L, et al. Cytopathology and diagnostics of Warthin's tumour [J]. *Cytopathology*, 2020, 31(3): 193-207.
- [11] Lee JY, Kim HJ, Kim YK, et al. Basal cell adenoma and myoepithelioma of the parotid gland: patterns of enhancement at two-phase CT in comparison with Warthin tumor [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2019, 25(4): 285-290.
- [12] Matsumiya-Matsumoto Y, Morita Y, Uzawa N. Pleomorphic adenoma of the salivary glands and epithelial-mesenchymal transition [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(14): 4210.
- [13] Kratzer W, Güthle M, Dobler F, et al. Comparison of superb microvascular imaging (SMI) quantified with ImageJ to quantified contrast-enhanced ultrasound (qCEUS) in liver metastases—a pilot study [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2022, 12(3): 1762-1774.
- [14] 蒋丽萍, 周爱云, 吴开志. 腮腺混合瘤、腺淋巴瘤及恶性肿瘤的超声造影弥散特征 [J]. *实用医学杂志*, 2019, 35(19): 3090-3093.
- [15] Zhao L, Mu J, Mao Y, et al. Diagnostic value of superb microvascular imaging in parotid tumors [J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26(1): e921813.
- [16] Park AY, Kwon M, Woo OH, et al. A prospective study on the value of ultrasound microflow assessment to distinguish malignant from benign solid breast masses: association between ultrasound parameters and histologic microvessel densities [J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(5): 759-772.

(收稿日期: 2024-02-03)