

论 著

MRI影像组学鉴别腮腺基底细胞腺瘤与多形性腺瘤的临床应用价值*

李 东^{1,*} 荆利民¹ 郭子祺¹
张 岩¹ 马明辉¹ 杨世贤²

1.新乡市第一人民医院影像中心
2.新乡市第一人民医院耳鼻咽喉头颈外科
(河南 新乡453000)

【摘要】目的 探讨基于磁共振成像(MRI)影像组学在腮腺多形性腺瘤(PA)和基底细胞腺瘤(BCA)中的鉴别诊断价值。方法 回顾性分析2019年1月至2023年6月于新乡市第一人民医院就诊的190例PA和66例BCA患者的临床资料与影像资料,所有患者术前均行颈部MRI增强检查。将所有患者根据7:3比例随机分为训练集(179例)和验证集(77例)。选择3D-slicer软件对所有患者术前T1加权增强图像手动绘制病灶区域并提取影像组学特征,最后采用最大相关最小冗余(mRMR)算法以及最小绝对收缩与选择算子(LASSO)回归分析进行降维、筛选后建立影像组学模型。一致性根据观察者间组内相关系数(ICC)判定。计算受试者工作特征曲线(ROC)的曲线下面积(AUC)评估预测模型的诊断效能。结果 在训练集和验证集中,PA与BCA之间年龄、ADC值、TIC类型的差异具有统计学意义($P<0.05$),其他临床特征差异无统计学意义($P>0.05$);与临床特征、影像组学特征模型相比较,临床-影像组学联合预测模型在训练集(AUC: 0.907, 95% CI: 0.805~1.000)和验证集中(AUC: 0.916, 95% CI: 0.795~1.000)预测PA的AUC最高。结论 基于MRI影像组学联合临床特征在术前鉴别PA与BCA方面具有较好的临床应用价值,可以指导临床个性治疗决策并有望改善患者预后。

【关键词】磁共振成像;影像组学;腮腺;基底细胞腺瘤;多形性腺瘤;鉴别诊断
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】河南省医学科技攻关计划项目(LHGJ20210888)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.05.014

Clinical Application Value of MRI Radiomics in Differentiating Parotid Basal Cell Adenoma and Pleomorphic Adenoma*

Li Dong^{1,*}, JING Li-min¹, GUO Zi-qi¹, ZHANG Yan¹, MA Ming-hui¹, YANG Shi-xian².
1.Imaging Center, Xinxiang First People's Hospital, Xinxiang 453000, Henan Province, China
2.Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Xinxiang First People's Hospital, Xinxiang 453000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of magnetic resonance imaging (MRI) based imaging in the differential diagnosis of parotid pleomorphic adenoma (PA) and basal cell adenoma (BCA). **Methods** The clinical data and imaging data of 190 patients with PA and 66 patients with BCA who were admitted to the Xinxiang First People's Hospital from January 2019 to June 2023 were retrospectively analyzed. All patients underwent enhanced MRI examination of the neck before operation. All patients were randomly divided into a training set (179 cases) and a validation set (77 cases) according to a 7:3 ratio. 3D-slicer software was selected to manually draw the lesion area and extract the image omics features from the T1-weighted enhanced images of all patients before surgery. Finally, maximum correlation minimum redundancy (mRMR) algorithm and minimum absolute contraction and selection operator (LASSO) regression analysis were used to reduce dimension and establish the image omics model after screening. Consistency was determined by inter-observer intra-group correlation coefficient (ICC). The area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic curve (ROC) was calculated to evaluate the diagnostic efficacy of the predictive model. **Results** In the training set and validation set, the differences in age, ADC value and TIC type between PA and BCA were statistically significant ($P<0.05$), while the differences in other clinical characteristics were not statistically significant ($P>0.05$). Compared with clinical and imaging model, the combined clinical-imaging model predicted the highest AUC of PA in the training set (AUC: 0.907, 95%CI: 0.805 ~ 1.000) and validation set (AUC: 0.916, 95%CI: 0.795 ~ 1.000). **Conclusion** The combination of MRI radiomics and clinical features has good clinical application value in preoperative differentiation of PA and BCA, which can guide clinical personalized treatment decisions and have the potential to improve patient prognosis.
Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Radiomics; Parotid; Basal Cell Adenoma; Pleomorphic Adenoma; Differential Diagnosis

目前多形性腺瘤(PA)是颈部腮腺肿瘤中最常见的良性肿瘤^[1],具有恶变可能且术后容易复发^[2];然而与基底细胞腺瘤(BCA)在影像及临床特征上易混淆,因此,准确的术前识别对患者的治疗选择和预后至关重要。目前,超声引导下的细针穿刺是术前鉴别腮腺肿瘤类型的主要方法,但存在面瘫、肿瘤移植转移等严重手术并发症的风险^[3]。磁共振成像(MRI)在腮腺肿瘤的术前定位、肿瘤侵袭诊断和鉴别诊断中应用广泛^[4],但传统的图像评价很大程度上依赖于形态特征,无法定量描述肿瘤异质性的信息^[5]。尽管多参数MRI在腮腺肿瘤中的应用有所增加,如弥散加权成像(DWI)和动态增强MRI,但其在鉴别腮腺肿瘤的良恶性方面仍存在争议^[6]。近年来,人工智能和数据挖掘技术的快速发展使医学图像分析取得了巨大突破。影像组学通过挖掘图像数据中的大量图像特征,间接反映了肿瘤组织的生理和病理信息,并显示了对肿瘤诊断、治疗和预后分析的潜在好处^[7]。因此,本研究旨在建立并验证基于MRI影像组学特征、临床特征以及两者联合的预测模型,并探讨其在腮腺PA与BCA鉴别中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2019年1月至2023年6月于新乡市第一人民医院就诊的190例PA和66例BCA患者的临床资料与影像资料进行回顾性研究。

纳入标准:所有患者术前均行颈部MRI增强检查;所有患者均经病理证实为BCA和PA。排除标准: MRI图像无法观察病灶;临床资料存在缺失项; MRI检查前存在穿刺或放化疗史;病理证实合并其他肿瘤。本研究经新乡市第一人民医院医学伦理委员会审查后批准,所有患者均知情同意。

1.2 仪器与方法 选择飞利浦 Achieva 1.5T MRI扫描仪及其配套的头颈部专用线圈(16通道相控阵线圈)。嘱患者仰卧于检查床,头先进,平静呼吸。扫描范围包含整个病灶,横轴位T1加权成像(T1WI)序列: TR 470ms, TE 20ms;横轴位和冠状位T2加权成像(T2WI)序列: TR 4200ms, TE 100ms,层厚/层间距均为3mm/0.3mm,视野(FOV)为26cm×26cm。弥散加权成像(DWI)序列: TR 4300ms, TE 96ms,视野(FOV)

【第一作者】李 东,男,副主任医师,主要研究方向:医学影像。E-mail: 15670508669@163.com
【通讯作者】李 东

为 $26\text{cm} \times 26\text{cm}$, b值取0、400、600、800、1000和1200s/ mm^2 , 层厚/层间距均为3mm/0.3mm,。动态增强(DCE)序列: TR 300ms, TE 16ms, 层厚/层间距1.0mm/0.2mm, 视野(FOV)为 $26\text{cm} \times 26\text{cm}$ 。经右肘正中静脉以3mL/s快速团注, 剂量为0.2mL/kg体重, 造影剂(钆双胺注射液, 15mL/瓶)购于通用电气药业(上海)有限公司。

1.3 图像分析 在不知病理结果情况下, 由2名具有5年及以上头颈部MRI诊断经验的放射科医师独立进行阅片, 结论不统一时进行协商一致, 观察内容包括: 病灶形态、最大直径、部位(浅/深叶/深浅叶)、分布(左/右侧)、T1WI/T2WI信号特点、同侧有无肿大淋巴结。使用ADW 4.6工作站中的Function tool软件包进行图像分析: (1)ADC值测量: 参考平扫及增强图像, 在高b值DWI中观察病灶信号强度并选取病灶的实性部分手动勾画感兴趣区(ROI, 单个ROI面积为 $25 \sim 35\text{mm}^2$), 邻近上下两个层面再次勾画ROI测量, 注意避开囊变坏死区域, 以3次测量的平均值作为ADC值的最终结果。(2)DCE-MRI: 同样参考平扫及增强图像, 选取病灶的实性部分手动勾画ROI(大小为 $20 \sim 30\text{mm}^2$), 注意避开囊变坏死区域和血管影, 自动生成时间-信号强度曲线(TIC), 主要分为4型: A型($\text{TTP} > 120\text{ s}$); B型($\text{TTP} \leq 120\text{ s}$, $\text{WR} > 30\%$); C型($\text{TTP} \leq 120\text{ s}$, $\text{WR} \leq 30\%$); D型(病灶无强化); 其中TTP为峰值时间, WR为180 s时的相对廓清率, WR计算公式为: $\text{WR} = (\text{SI}_{\text{峰值}} - \text{SI}_{180\text{s}}) / (\text{SI}_{\text{峰值}} - \text{SI}_{\text{增强前}}) \times 100\%$, SI为信号强度。

1.4 影像组学特征提取 将所有患者DICOM格式的图像导入至3D-slicer软件中, 由2名具有5年及以上头颈部MRI诊断经验的放射科医师在不知病理结果的情况下进行阅片, 意见不统一时协商一致。使用该软件在肿瘤的各个层面进行手动绘制ROI, 随后将所有层面的ROI合并, 构建肿瘤感兴趣体积区(VOI)。

1.5 影像组学特征筛选及组学标签构建 采用最大相关最小冗余(mRMR)算法、最小绝对收缩与选择算子(LASSO)算法对提取的影

像组学特征进行降维、筛选, 影像组学标签由系数非零的影像组学特征与其加权系数相乘构成^[8]。

1.6 临床特征筛选及联合模型构建 收集患者基本临床特征资料, 并采用单因素及多因素Logistic回归分析筛选出有差异的临床特征并构建临床预测模型; 以影像组学标签构建影像组学特征预测模型; 最后将筛选出有差异的临床特征联合影像组学标签共同构建多元逻辑回归模型。

1.7 统计分析 使用SPSS 26.0软件进行统计分析, 符合正态性的计量资料表示为($\bar{x} \pm s$), 采用t检验。计数变量采用[n(%)]表示, 采用 χ^2 或Fisher确切概率法检验。两位医师提取影像组学特征的一致性采用组间相关系数(ICC)评价, 以 $\text{ICC} \geq 0.90$ 定义一致性较好。采用受试者工作特征曲线(ROC)下面积(AUC)评估模型的诊断效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床特征比较 分别在训练集和验证集中, PA与BCA之间年龄、ADC值、TIC类型所占比例的具有显著差异, 且差异具有统计学意义($P < 0.05$), 其他临床特征差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表1。

2.2 影像组学特征提取及组学标签构建 两位医师对患者横断位T2WI增强图像提取的组学特征的ICC范围为0.912~0.976, 说明一致性较好($\text{ICC} \geq 0.9$), 共提取出1356个特征, 最终筛选出9个。流程图如图1所示。

2.3 模型的建立与诊断效能评估 将筛选出有差异的临床特征和影像组学特征结合, 建立临床-影像组学联合预测模型, 临床特征、影像组学特征、临床-影像组学联合预测模型的ROC曲线分别如图2所示。临床-影像组学联合预测模型在训练集(AUC: 0.907, 95% CI: 0.805~1.000)和验证集中(AUC: 0.916, 95% CI: 0.795~1.000)预测PA的AUC较高。

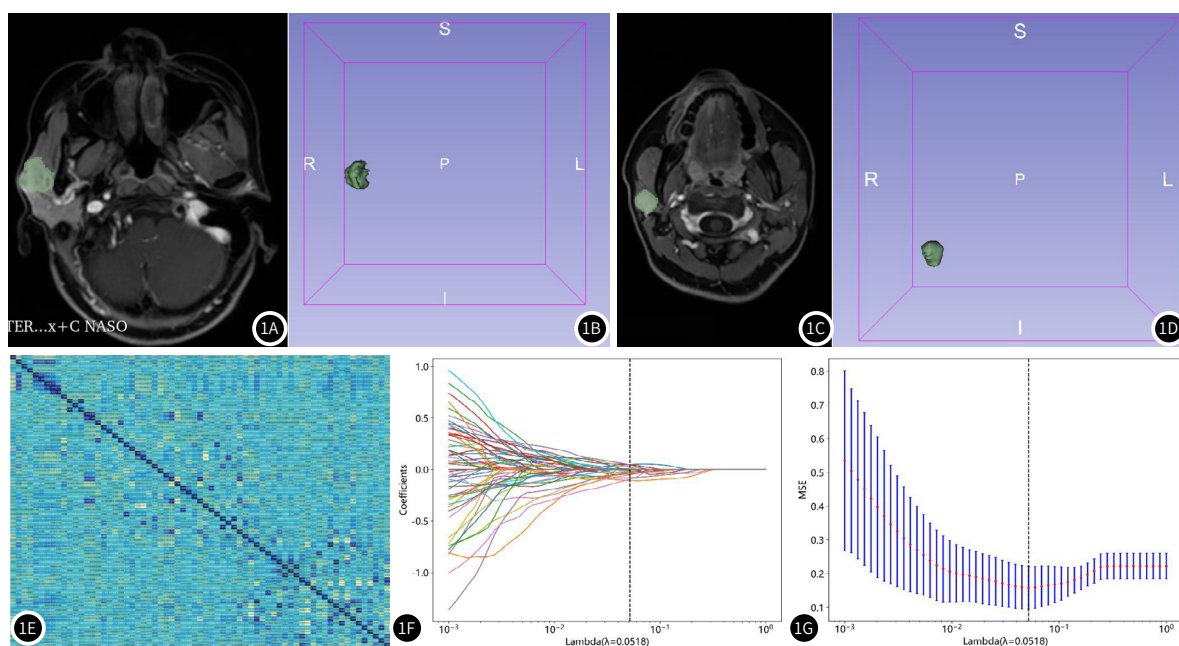


图1A-图1G 影像组学特征提取及组学标签构建。图1A: 多形性腺瘤图像分割, 图1B: 多形性腺瘤三维重建, 图1C: 基底细胞腺瘤图像分割, 图1D: 基底细胞腺瘤三维重建, 图1E: 特征筛选, 图1F: 特征降维, 图1G: 模型建立。

表1 训练集和验证集中PA与BCA的临床特征比较[n(%)]

项目		训练集(n=179)				验证集(n=77)			
		PA(n=133)	BCA(n=46)	t/ χ^2	P	PA(n=57)	BCA(n=20)	t/ χ^2	P
性别	男	54(40.60)	18(39.13)	0.021	1.000	23(40.35)	12(60.00)	2.305	0.201
	女	79(59.40)	28(60.87)			34(59.65)	8(40.00)		
年龄(岁)		47.39±11.26	58.43±12.37	-4.583	0.000	46.82±12.57	57.36±13.26	-3.175	0.000
饮酒史		29(21.80)	11(23.91)	0.088	0.838	10(17.54)	5(25.00)	0.525	0.518
吸烟史		35(26.32)	12(26.09)	0.001	0.976	11(19.30)	6(30.00)	0.986	0.356
最大直径(cm)		2.97±0.86	2.67±0.93	-0.876	0.415	2.91±0.87	2.72±0.91	-0.835	0.517
质地	偏软	17(12.78)	3(6.52)	1.629	0.443	7(12.28)	4(20.00)	1.021	0.600
	质中	90(67.67)	35(76.09)			35(61.40)	10(50.00)		
	偏硬	26(19.55)	8(17.39)			15(26.32)	6(30.00)		
部位	浅叶	89(66.92)	23(50.00)	4.193	0.123	39(68.42)	16(80.00)	2.791	0.248
	深叶	14(10.53)	7(15.22)			6(10.53)	3(15.00)		
	深浅叶	30(22.55)	16(34.78)			12(21.05)	1(5.00)		
分布	左侧	74(55.64)	30(65.22)	1.288	0.300	31(54.39)	14(70.00)	1.486	0.295
	右侧	59(44.36)	16(34.78)			26(45.61)	6(30.00)		
密度	实性	93(69.92)	40(86.96)	5.379	0.068	37(64.91)	15(75.00)	0.904	0.636
	囊性	2(1.51)	0			1(1.75)	0		
	囊实性	38(28.57)	6(13.04)			19(33.34)	5(25.00)		
同侧肿大淋巴结	有	120(90.23)	44(95.65)	1.311	0.360	53(92.98)	18(90.00)	0.183	0.647
	无	13(9.77)	2(4.35)			4(7.02)	2(10.00)		
ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)		1.81±0.56	1.45±0.27	5.172	0.000	1.76±0.49	1.39±0.37	4.981	0.000
TIC类型	A型	94(70.68)	3(6.52)	60.865	0.000	40(70.17)	1(5.00)	27.904	0.000
	B型	4(3.01)	11(23.91)			2(3.51)	6(30.00)		
	C型	35(26.31)	32(69.57)			15(26.32)	13(65.00)		

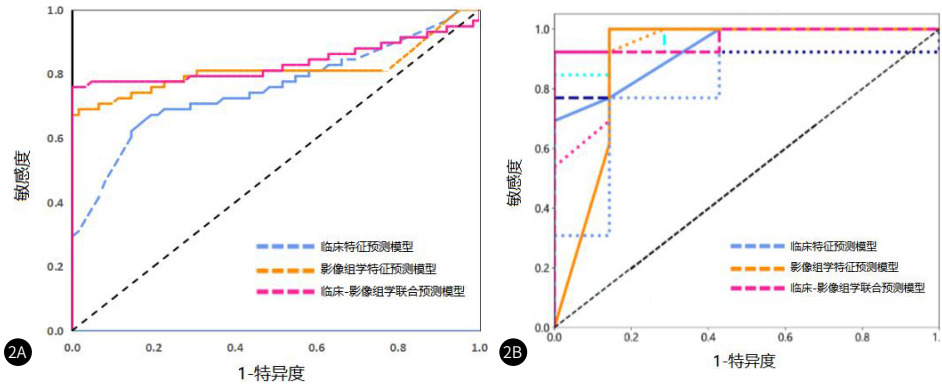


图2A-图2B 三种预测模型预测PA的ROC曲线分析。图2A：训练集，图2B：验证集。

3 讨论

多形性腺瘤(PA)和基底细胞腺瘤(BCA)均是唾液腺中的良性肿瘤^[9-10]。目前临床上对唾液腺肿瘤治疗的最有效方式是手术切除，其中PA会发生恶变，且术后复发率高达70%，因此常常选择根治性手术切除^[11]；然而与PA有所不同的是^[12]，BCA的复发率低，仅采用切除瘤体或进行部分腺叶切除就能达到预后好的效果。因此，术前精准判断BCA和PA对临床医生制订手术方案具有重要临床价值^[13]。由于腮腺肿瘤的组织结构十分复杂，临床表现相似，实验室指标无特异性，因此对于PA与BCA的鉴别诊断有时具有一定困难。尽管常规观察到的一些影像征象(如大小、形态、边缘、

密度/信号、强化特点等)可能有助于肿瘤的鉴别诊断，但是由于阅片者存在一定的主观性且具有差异性，部分征象有时存在重叠，从而导致难以鉴别^[14-15]。影像组学可以从大量的影像数据中大量提取影像特征，在肿瘤鉴别和预后评估方面具有重要临床价值^[16]。资欣月等^[17]基于增强CT筛选出8个影像组学特征并结合临床特征的联合模型，在训练集和测试集中鉴别PA的AUC分别为0.969和0.889；以上研究结果均证实影像组学对腮腺肿瘤的鉴别诊断具有良好的临床应用价值。但是增强CT对患者而言存在辐射问题，MRI检查具有无辐射、软组织分辨率高等特点，国内有学者^[18]基于

MRI T2 脂肪抑制序列筛选出7个影像组学特征鉴别筛选良性肿瘤的AUC为0.954,说明MRI在腮腺肿瘤鉴别方面具有一定的临床应用价值。而且,与既往研究不同的是:(1)本研究将影像组学应用于鉴别BCA与PA;(2)本研究将患者横断位T1WI增强影像特征纳入研究,能够间接反映腮腺肿瘤的血管信息;(3)本研究结合临床特征并建立联合模型,不局限于单纯的影像组学模型。

本研究结果显示分别在训练集和验证集中,PA与BCA之间年龄、TIC类型的差异具有统计学意义($P<0.05$),与既往研究^[13]证实PA比BCA患者的平均年龄小10岁左右较一致,进一步说明患者年龄有助于鉴别PA和BCA患者。本研究结果显示PA大部分表现为A型(70.43%),分析其主要原因可能与PA内含有大量的软骨基质及黏液样间质、血管分布稀疏有关,因此廓清较慢;PA少部分表现为C型,其主要原因可能与PA以细胞为主有关^[19];而BCA大部分表现为C型,分析其主要原因可能与BCA内含有较少间质、血管分布密集有关,因此廓清较快。ADC值可准确地定量反映肿瘤细胞密度程度^[20],目前在腮腺肿瘤的鉴别诊断中应用广泛。本研究发现BCA的平均ADC值显著低于PA($P<0.05$),有助于两者的鉴别诊断,分析其主要原因是BCA的肿瘤细胞密集程度高于PA,而且PA组织内含有大量的软骨样间质和黏液组织间质,其细胞外间隙大于BCA,导致BCA的ADC值明显低于PA^[21]。通过影像组分析并联合临床特征构建预测模型结果显示,与临床特征、影像组学特征模型相比较,临床-影像组学联合预测模型在训练集(AUC: 0.907, 95% CI: 0.805~1.000)和验证集中(AUC: 0.916, 95% CI: 0.795~1.000)预测PA的AUC最高,进一步说明临床-影像组学联合预测模型有助于提高PA的术前诊断效能,并指导术前临床决策。

综上所述,术前基于MRI影像组学、临床特征的联合预测模型对BCA与PA的鉴别诊断具有较好的临床应用价值,为临床个性化治疗决策提供更加可靠的影像学证据。本研究存在一定的局限性:(1)本研究为回顾性研究,PA与BCA两组数据样本可能存在不平衡,具有潜在偏倚可能;(2)本研究有待增加其他学习模型优化其鉴别诊断效能;在未来的研究中,可以探索多组学联合模型在腮腺肿瘤诊断和治疗中的应用。

参考文献

- [1] Kalwaniya DS, Meena R, Kumar D, et al. A review of the current literature on pleomorphic adenoma [J]. Cureus, 2023, 15 (7): e42311.
- [2] 孙煦明, 吴长松, 王刚, 等. 腮腺肿瘤患者行游离保留SMAS术后的复发及预后影响因素分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23 (12): 2296-2300.
- [3] Walsh E, Allan K, Brennan PA, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography-guided core needle biopsy of parotid gland neoplasms: a large, single-institution experience in United Kingdom [J]. J Oral Pathol Med, 2022, 51 (1): 1-4.

- [4] 赵沙沙, 安攀, 王鑫, 等. CT与MRI对腮腺多形性腺瘤的诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21 (8): 37-38, 52.
- [5] 车丹丹, 赫铁军, 娄雪峰, 等. 超声弹性成像及核磁共振成像的联合在乳腺恶性肿瘤的临床应用[J]. 锦州医科大学学报, 2023, 44 (1): 49-53.
- [6] Xu Z, Chen M, Zheng S, et al. Differential diagnosis of parotid gland tumours: application of SWI combined with DWI and DCE-MRI [J]. Eur J Radiol, 2022, 146: 110094.
- [7] 杜爽媚, 王欧成, 刘迎春, 等. 影像组学对原发性肝癌临床治疗预后评估的研究进展[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21 (4): 178-180.
- [8] Shan YN, Xu W, Wang R, et al. A Nomogram combined radiomics and kinetic curve pattern as imaging biomarker for detecting metastatic axillary lymph node in invasive breast cancer [J]. Front Oncol, 2020, 10: 1463.
- [9] Fayed A, Alrohaimi, Farhan M, et al. Basal cell adenoma of the parotid gland: a rare disease entity [J]. Cureus, 2023, 15 (3): e36841.
- [10] Almeslet AS. Pleomorphic adenoma: a systematic review [J]. Int J Clin Pediatr Dent, 2020, 13 (3): 284-287.
- [11] Zoccali F, Cialente F, Colizza A, et al. Clinico-histopathological review of 255 patients who underwent parotidectomy for pleomorphic adenoma: a 10-year retrospective study—a proposal for an optimal diagnostic and therapeutic algorithm for patients with recurrent pleomorphic adenoma [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2023, 280 (7): 3329-3335.
- [12] Psychogios G, Bohr C, Constantinidis J, et al. Review of surgical techniques and guide for decision making in the treatment of benign parotid tumors [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2021, 278 (1): 15-29.
- [13] 徐黄, 朱丹, 赵江民. MSCT增强检查对于腮腺常见良性肿瘤诊断及鉴别诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (8): 29-31, 36.
- [14] 李森, 邵硕, 闫小凡, 等. 3.0 T动态对比增强MRI联合扩散加权成像在鉴别唾液腺多形性腺瘤和基底细胞腺瘤中的诊断价值[J]. 磁共振成像, 2023, 14 (4): 34-40.
- [15] 巫超, 刘旦, 陈家骏. 双期增强CT对腮腺基底细胞腺瘤和多形性腺瘤的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (11): 1761-1764.
- [16] 余先超, 孙宇凤, 李鹏, 等. 影像组学在腮腺多形性腺瘤与腺淋巴瘤鉴别诊断中的应用[J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29 (5): 837-840.
- [17] 资欣月, 董林娟, 许俊峰, 等. 基于CT影像组学列线图鉴别腮腺多形性腺瘤与基底细胞腺瘤的价值[J]. 放射学实践, 2023, (8): 964-970.
- [18] 齐金博, 高安康, 白洁, 等. MR影像组学在鉴别腮腺恶性肿瘤中的临床应用价值[J]. 磁共振成像, 2022, 13 (5): 34-39.
- [19] 林明飞, 云昊, 陆裕富, 等. 3.0T磁共振动态增强成像与弥散加权成像对腮腺不同类型肿瘤的鉴别诊断[J]. 中华实验外科杂志, 2019, 36 (4): 765-767.
- [20] Jiang JS, Zhu LN, Chen W, et al. Added value of susceptibility-weighted imaging to diffusion-weighted imaging in the characterization of parotid gland tumors [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020, 277 (10): 2839-2846.
- [21] 程景凤, 郑宁, 邵硕, 等. 3.0T多参数MRI在鉴别腮腺基底细胞腺瘤和多形性腺瘤中的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36 (4): 550-553.

(收稿日期: 2024-06-03)

(校对编辑: 韩敏求)