

论 著

磁共振弥散加权成像及动态对比增强磁共振成像鉴别诊断腮腺肿瘤的临床观察

卫孟佳* 王嘉麟 王梦莹
张博文 吉小曦
北京大学第三医院秦皇岛医院影像科
(河北 秦皇岛 066000)

【摘要】目的 探讨腮腺肿瘤诊断应用磁共振弥散加权成像(DWI)及动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)的价值。方法 选取2021年5月至2024年5月在我院治疗的腮腺肿瘤患者70例,所有患者均给予DWI、DCE-MRI检查,以病理检查结果为“金标准”,分析DWI、DCE-MRI诊断腮腺肿瘤的价值。结果 70例患者,最终病理检查确诊恶性病变21例,良性病变49例。DWI、DCE-MRI与病理结果一致性Kappa值分别为0.371和0.613, $P<0.05$,可见DWI与病理结果一致性较差。DCE-MRI诊断恶性病变的灵敏性、特异性、准确率、阳性预测值和阴性预测值分别为80.95%、83.67%、82.86%、68.00%和91.11%,高于DWI检查,但差异比较无统计学意义($P>0.05$)。恶性病变表观扩散系数(ADC)值和相对表观扩散系数(rADC)分别为 $(0.95\pm0.27)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 和 (0.40 ± 0.15) ,低于良性病变($P<0.05$)。恶性病变TIC曲线C型比例较高,达到57.14%;恶性病变容积分数(V_e)为 (0.24 ± 0.09) ,低于良性病变($P<0.05$)。结论 相较于DWI, DCE-MRI鉴别诊断腮腺肿瘤的价值较好; DWI、DCE-MRI均可提供客观数据用于腮腺肿瘤良恶性病变的鉴别。

【关键词】磁共振弥散加权成像;
动态对比增强磁共振成像;
腮腺肿瘤; 鉴别诊断
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.018

Clinical Observation of Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging and Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging for Differential Diagnosis of Parotid Gland Tumors

WEI Meng-jia*, WANG Jia-lin, WANG Meng-ying, ZHANG Bo-wen, JI Xiao-xi.
Department of Imaging, Qinhuangdao Hospital, Peking University Third Hospital, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the value of diffusion-weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) in the differential diagnosis of parotid gland tumors. **Methods** 70 patients with parotid tumors were treated in our hospital from May 2021 to May 2024, and all patients received DWI and DCE-MRI. Using the pathological examination results as the gold standard, the value of DWI and DCE-MRI for the diagnosis of parotid tumors was analyzed. **Results** In 70 patients, 21 were ultimately diagnosed with malignant lesions and 49 with benign lesions through pathological examination. The Kappa values for the consistency between DWI, DCE-MRI, and pathological results were 0.371 and 0.613, respectively, with $P<0.05$, indicating poor consistency between DWI and pathological results. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of DCE-MRI in diagnosing malignant lesions were 80.95%, 83.67%, 82.86%, 68.00%, and 91.11%, respectively, which were higher than DWI examination, but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). The apparent diffusion coefficient (ADC) value and relative apparent diffusion coefficient (rADC) of malignant lesions were $(0.95\pm0.27)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ and (0.40 ± 0.15) , respectively, which were lower than those of benign lesions ($P<0.05$). The proportion of type C TIC curve in malignant lesions was relatively high, reaching 57.14%. The volume fraction (V_e) of malignant lesions was (0.24 ± 0.09) , which was lower than that of benign lesions ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with DWI, DCE-MRI has better value in the differential diagnosis of parotid gland tumors. DWI and DCE-MRI can both provide objective data for the differentiation of benign and malignant lesions in parotid gland tumors.
Keywords: Magnetic Resonance Diffusion-weighted Imaging; Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Parotid Gland Tumor; Differential Diagnosis

腮腺肿瘤的病理机制较为复杂,且早期症状不典型,良恶性病变之间差异不显著,给定性诊断带来一定挑战^[1]。据临床数据显示^[2-3],腮腺良性与恶性肿瘤的比例大致为4:1,鉴于两者生物学行为大不相同,临床治疗方案也存在显著差异。所以,术前正确判断腮腺肿瘤性质对治疗决策至关重要,而穿刺活检则是常用的诊断手段,但其创伤较大,不能作为常规的鉴别诊断方法^[4]。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为一种无创检查手段,能够清晰显示肿瘤位置及其与周边组织的解剖关系^[5-6]。但是良恶性腮腺肿瘤在常规MRI上的形态学特征缺乏特异性。近年来,研究发现磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)技术在诊断腮腺肿瘤中具有良好作用^[7]。研究表明^[8], DWI参数表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)可用于区分腮腺肿瘤的良恶性,然而,ADC测量易受个体生理状态、扫描参数等因素的影响。本次研究引入标准化ADC旨在减少误差,考虑可以提高ADC在腮腺肿瘤性质判断中的准确度。动态增强磁共振成像(dynamic contrast enhanced- magnetic resonance imaging, DCE-MRI)作为一种功能性MRI技术,可通过绘制时间-强度曲线(Time-intensity curve, TIC)评估肿瘤的动态强化特性,在很多肿瘤的良恶性鉴别中发挥重要作用^[9-10]。本研究系统探究DCE-MRI与DWI诊断腮腺肿瘤良恶性的效能,以期临床诊断提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年5月至2024年5月在我院治疗的腮腺肿瘤患者70例,其中男性48例,女性22例;年龄32~70岁,平均年龄 (56.69 ± 9.10) 岁;病变部位:左侧28例,右侧42例。

纳入标准:均经病理明确诊断;未合并头颈部其他疾病;均接受DWI、DCE-MRI检查;知情同意。排除标准:影像图像质量影响判断;有抗肿瘤治疗史。

1.2 DWI检查方法 检查所用仪器为GE Signa Excite II 1.5T超导型磁共振扫描仪,配备头颈联合线圈。先进行MRI平扫,参数:视野 $24\text{cm}\times24\text{cm}$,层间距1mm,层厚6mm。进行轴位快速自旋回波T1WI、T2WI及冠状位脂肪饱和T2WI序列。再进行DWI扫描,参数设置:选用b值 $800\text{s}/\text{mm}^2$,参数TR/TE 700ms/80ms,层厚3mm,层间距

【第一作者】卫孟佳,女,主治医师,主要研究方向:医学影像学。E-mail: weimengjia510@163.com
【通讯作者】卫孟佳

1mm, NEX 2, 矩阵 256×256 , FOV $300\text{mm} \times 320\text{mm}$ 。利用Siemens Syngo MRB1软件分析图像数据。以常规MRI图像为基准,在ADC图上对病灶内、病灶邻近正常腺体(>10mm距离)及病灶对侧正常腺体设置ROI,注意避开坏死与囊变区。每处ROI数据测量三次ADC值,取平均值作为最终结果。再在ADC的基础上

计算rADC, $rADC = (\text{病灶ADC} - \text{参考腺体ADC}) / \text{参考腺体ADC}$ 。腮腺恶性肿瘤特征为低rADC值、细胞密集、扩散受限;良性肿瘤则rADC值较高,接近或略高于正常腺体。恶性病变图像见图1,良性病变图像见图2。

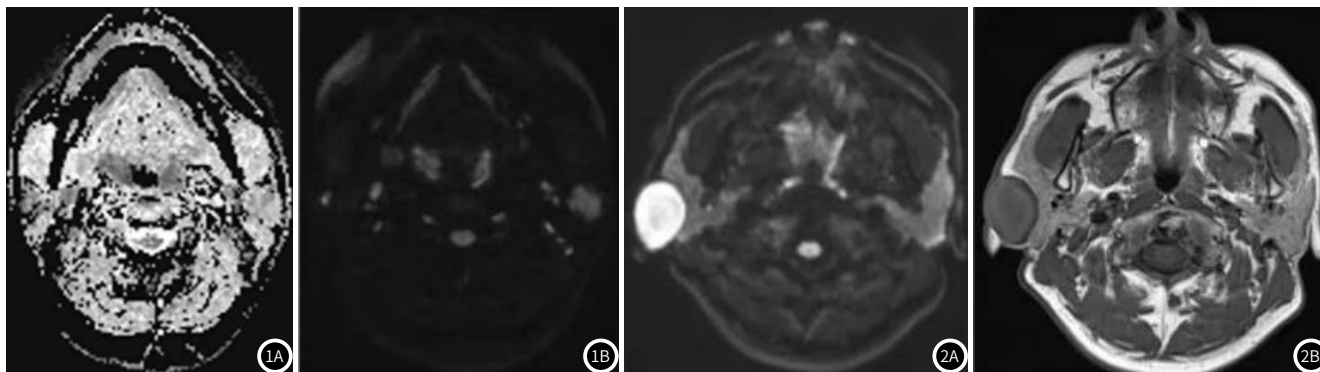


图1A-图1B 某恶性病变患者DWI检查图。图2A-图2B 某良性病变患者DWI检查图。

1.3 DCE-MRI检查方法 经肘静脉以3mL/s的速率注入剂量为0.1mmol/kg的马根维显,再注入20mL生理盐水冲管。进行DCE-MRI扫描,参数TR=4.93ms, TE=1.93ms,层厚=3.5mm,视野=260mm $\times$ 260mm。利用Tissue 4D工作站分析DCE-MRI数据,在肿瘤最大实性层面及对侧正常腺体上勾画ROI,注意避开坏死、囊变、出血区。采用Tofts模型计算 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 参数。利用Mean-Curve软件生成TIC曲线,评估肿瘤强化模式。TIC曲线分型为A型(持续型):目标区域持续渐进强化;B型(廓清型):目标区域迅速强化,随后又迅速发生造影剂廓清;C型(平台型):快速强化后,造影剂的廓清过程相对缓慢;D型(平坦型):造影剂注射全程,目标区域无显著强化,曲线平坦。由两名经验丰富的影像学医师以双盲法阅片,评估病变特征,并记录相关数据。恶性肿瘤表现为较大的 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值,且TIC曲线多为B型或C型曲线,而良性肿瘤则倾向于A型或D型曲线。

1.4 病理检查 通过细针穿刺活检获取腮腺肿瘤组织样本,样本经过固定、脱水、透明、包埋等一系列处理步骤后进行石蜡切片。进行常规HE染色,在显微镜下观察肿瘤细胞的排列方式、大小、形状、核质比、核分裂象以及是否存在病理性核分裂等形态学特征。良性肿瘤的诊断标准:细胞形态一致;核分裂象少见;无病理性核分裂;肿瘤边界清晰;没有或仅有轻微的浸润性生长。恶性肿瘤的诊断标准:细胞异型性;核分裂活跃;肿瘤边界模糊且

常伴随浸润性生长;此外还可能观察到出血、坏死及周围组织受累等恶性征象^[11]。

以病理检查结果为“金标准”,分析DWI、DCE-MRI检查与病理检查的一致性,计算两种检查方法的阳性预测值、阴性预测值、特异度、准确度、敏感度。

1.5 统计学处理 数据分析采用SPSS 22.0软件,数据以($\bar{x} \pm s$)和n(%)形式表示,t检验或 χ^2 检验分析组间差异;DWI、DCE-MRI与病理结果一致性采用Kappa检验分析;检验水准:P=0.05。

2 结果

2.1 患者病理检查结果和一般资料比较 70例患者,最终病理检查确诊恶性病变21例,其中淋巴瘤9例,黏液表皮样癌7例,涎腺导管癌4例,鳞状细胞癌1例;良性病变49例,其中多形性腺瘤29例,Warthin瘤17例,基底细胞腺瘤3例。良性病变患者性别、年龄等差异不明显($P>0.05$),见表1。

2.2 DWI、DCE-MRI与病理结果一致性检验 DWI、DCE-MRI与病理结果一致性Kappa值分别为0.371和0.613, $P<0.05$,可见DWI与病理结果一致性较差,见表2。

2.3 DWI、DCE-MRI诊断恶性病变的价值比较 DCE-MRI诊断恶性病变的灵敏性、特异性、准确率、阳性预测值和阴性预测值高于DWI检查,但差异比较无统计学意义($P>0.05$),见表3。

表1 良恶性病变患者一般资料比较

组别	例数	性别		平均年龄(岁)	体质量指数(kg/m ²)		病变部位
		男	女		左侧	右侧	
良性病变	49	33(67.35)	16(32.65)	56.21 $\pm$ 8.92	22.17 $\pm$ 2.43	20(40.82)	29(59.18)
恶性病变	21	15(71.43)	6(28.57)	57.81 $\pm$ 9.40	22.06 $\pm$ 2.30	8(38.10)	13(61.90)
t/ χ^2		0.114		-0.677	0.176		0.045
P		0.736		0.501	0.861		0.831

表2 DWI、DCE-MRI与病理结果一致性检验

病理结果	DWI		DCE-MRI	
	恶性	良性	恶性	良性
恶性	14	7	17	4
良性	13	36	8	41
Kappa	0.371		0.613	
P	0.002		0.000	

表3 DWI、DCE-MRI诊断恶性病变的价值比较

检查方法	灵敏性(%)	特异性(%)	准确率(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)
DWI	66.67(14/21)	73.47(36/49)	71.43(50/70)	51.85(14/27)	83.72(36/43)
DCE-MRI	80.95(17/21)	83.67(41/49)	82.86(58/70)	68.00(17/25)	91.11(41/45)
χ^2	1.109	1.515	2.593	1.406	1.098
P	0.292	0.218	0.107	0.236	0.295

2.4 良恶性病变DWI参数比较 良恶性病变DWI参数比较发现,恶性病变ADC值和rADC低于良性病变($P<0.05$),见表4。

2.5 良恶性病变DCE-MRI参数比较 良恶性病变TIC曲线类型

比较差异有统计学意义($P<0.05$),恶性病变TIC曲线C型比例较高,达到57.14%;恶性病变 V_e 为(0.24 $\pm$ 0.09),低于良性病变($P<0.05$)。见表5。

表4 良恶性病变DWI参数比较

组别	例数	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	rADC
良性病变	49	1.16±0.38	0.73±0.22
恶性病变	21	0.95±0.27	0.40±0.15
t		0.000	0.000
P		0.000	0.000

表5 良恶性病变DCE-MRI参数比较

组别	例数	TIC曲线		
		A型	B型	C型
良性病变	49	26(53.06)	12(24.49)	11(22.45)
恶性病变	21	3(14.29)	6(28.57)	12(57.14)
χ ²		10.815		
P		0.005		

续表5

组别	例数	K ^{trans} (min ⁻¹)	K _{ep} (min ⁻¹)	V _e
良性病变	49	0.27±0.09	1.23±0.44	0.36±0.11
恶性病变	21	0.26±0.07	1.17±0.28	0.24±0.09
t		0.453	0.576	4.402
P		0.652	0.567	0.000

3 讨 论

腮腺肿瘤性质以良性居多，构成了该疾病类型的主要组成部分。但约10%有恶变可能。良恶性腮腺肿瘤性质差异较大，故术前准确区分良恶性至关重要^[12-13]。MRI常用于肿瘤术前诊断。本研究旨在探究DWI与DCE-MRI在诊断腮腺肿瘤良恶性中的价值。

本研究比较了DWI、DCE-MRI与病理结果的一致性，发现两种技术的Kappa值分别为0.371和0.613，P<0.05，可见DWI与病理结果的一致性较DCE-MRI差。DWI技术可以反映组织中水分子的扩散特点，但是当肿瘤组织存在坏死、囊变、出血或钙化等复杂病理改变时，其信号易受到干扰，这会影响了其诊断的准确性^[14]。DCE-MRI是一种功能性MRI成像方法，凭借其造影剂动态追踪能力，在组织微环境中获取肿瘤血流灌注、血管通透性及血管外间隙特征等关键生理参数，这些参数与肿瘤的血管生成、代谢活性等恶性生物学特征紧密相关。因此，DCE-MRI在腮腺肿瘤良恶性鉴别中展现出更高的敏感性和特异性。以往研究结果显示，不同成像技术在诊断腮腺肿瘤方面的效能确实存在差异，DCE-MRI在评估肿瘤的血供情况、血管生成及侵袭性方面优于DWI，这与本研究中DCE-MRI与病理结果一致性较高的发现相吻合^[15]。

DCE-MRI技术通过动态监测造影剂在肿瘤内的行为，可以对肿瘤的血供、血管通透性进行准确反映^[16]。相比DWI，DCE-MRI在腮腺肿瘤鉴别上更具优势。然而，本研究中DCE-MRI与DWI的诊断效能指标没有统计学差异，该结果可能与样本量、肿瘤异质性及操作主观性等因素有关。过往研究已证实DCE-MRI在多种肿瘤诊断中的高效能，但在腮腺肿瘤领域的研究尚不全面^[17]。尽管如此，DCE-MRI因其独特的血流动力学和微血管结构分析能力，仍被视为腮腺肿瘤诊断的重要辅助工具，可为临床决策提供重要依据。

对DWI技术检查获取的定量指标数据进行分析发现：恶性病变ADC值低于良性病变(P<0.05)。DWI以其量化分析能力能够捕捉并衡量水分子在生物组织内自由扩散的动态过程，从而剖析组织的微观结构特性，其中ADC值大小反映了水分子扩散能力。在腮腺肿瘤中，ADC值较小说明水分子扩散受限，细胞出现高密度增殖，这是恶性肿瘤的典型特征。值得注意的是，ADC值易受多种因素影响，包括患者生理状态、检查条件等，因此单一DWI检查在明确肿瘤性质时存在局限性^[18-19]。本研究创新性地引入相对ADC值(rADC)，进一步减少了个体差异和扫描条件的影响。本研究结果表明，恶性病变的rADC也显著低于良性病变(P<0.05)，验证了恶性病变中水分子扩散受限的现象。ADC及rADC值作为反映肿瘤微观结构和细胞活性的指标，其值变化可鉴别腮腺肿瘤良恶性。然而，本研究仅基于b=800s·mm²的条件，未来需在不同b值下进一步验证rADC的诊断效能，并扩大样本量以深化研究。

本研究结果显示：良恶性病变TIC曲线类型比较差异有统计学意义(P<0.05)，恶性病变TIC曲线C型比例较高，达到57.14%；

恶性病变V_e低于良性病变(P<0.05)。DCE-MRI技术生成的TIC曲线可以反映肿瘤血管生成和血管通透性的变化。C型TIC特征为造影剂迅速流入后缓慢流出，这一特点与恶性肿瘤特有的血管特征，包括新生血管丰富、血管壁通透性增强及血管外间隙扩张相关联。V_e作为DCE-MRI的一个重要参数，其水平变化可反映造影剂在血管外间隙的分布状况，进而揭示肿瘤血管生成的差异。恶性病变中V_e值较低，分析是由于肿瘤细胞的快速增殖和致密排列导致血管外间隙被压缩，以及肿瘤微环境内的高间质压力阻碍了造影剂的分布。DCE-MRI提供的这些数据直接关联于肿瘤组织的血管生成和血管通透性特征，这些特征是区分良恶性肿瘤的重要标志。既往研究已初步表明DCE-MRI在腮腺肿瘤鉴别诊断中的潜力，特别是通过TIC的Tpeak和WR值来区分恶性肿瘤与多形性腺瘤、Warthin瘤等良性肿瘤。然而，这些研究受限于样本量小及分析方法(多为半定量)的局限性^[20]。本研究通过DCE-MRI技术，实现了对腮腺肿瘤血管特性的无创评估及定量分析，展示出独特的诊断优势。

综上所述，相较于DWI，DCE-MRI鉴别诊断腮腺肿瘤的价值较好；DWI、DCE-MRI均可提供客观数据用于腮腺肿瘤良恶性病变的鉴别。

参考文献

[1]Vrinceanu D,Dumitru M,Bratiloveanu M,et al.Parotid gland tumors:molecular diagnostic approaches[J].Int J Mol Sci,2024,25(13):7350.
[2]Muraoka H,Kaneda T,Kondo T,et al.Differential diagnosis of parotid gland tumors using apparent diffusion coefficient,texture features,and their combination[J].Dentomaxillofac Radiol,2023,52(4):e20220404.
[3]Gündüz E,Alçın ÖF,Kizilay A,et al.Radiomics and deep learning approach to the differential diagnosis of parotid gland tumors[J].Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg,2022,30(2):107-113.
[4]Gunduz E,Alçin ÖF,Kizilay A,et al.Deep learning model developed by multiparametric MRI in differential diagnosis of parotid gland tumors[J].Eur Arch Otorhinolaryngol,2022,279(11):5389-5399.
[5]Chen J,Liu S,Tang Y,et al.Performance of diffusion-weighted imaging for the diagnosis of parotid gland malignancies:a meta-analysis[J].Eur J Radiol,2021,134(8):e109444.
[6]Pâris P,Fath L,Schultz P,et al.Diffusion-weighted and gadolinium-enhanced dynamic MRI in parotid gland tumors[J].Eur Arch Otorhinolaryngol,2023,280(1):391-398.
[7]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):1325-1326.
[8]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(8):e110094.
[9]Gökçe E,Beyhan M.Diagnostic efficacy of diffusion-weighted imaging and semiquantitative and quantitative dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in salivary gland tumors[J].World J Radiol,2023,15(1):20-31.
[10]Deng D,Dong H.Advantages of contrast-enhanced CT combined with DCE-MRI in identifying malignant parotid tumor[J].Am J Transl Res,2022,14(12):9047-9056.
[11]李治群,孙笑卉,徐钊,等.MRI多参数联合评分对腮腺肿瘤定性诊断价值[J].放射学实践,2023,38(9):1114-1120.
[12]董诚,李健,郑迎梅,等.基于MRI征象及影像组学的列线图预测腮腺良性与恶性肿瘤的价值[J].中华放射学杂志,2022,56(2):149-155.
[13]朱凌,王灿,杨功鑫,等.腮腺肿瘤性病变的影像学诊断思路及功能MRI价值评估[J].中华放射学杂志,2022,56(5):587-590.
[14]Abdel Razek AAK,Gadelhak BN,El Zahabey IA,et al.Diffusion-weighted imaging with histogram analysis of the apparent diffusion coefficient maps in the diagnosis of parotid tumours[J].Int J Oral Maxillofac Surg,2022,51(2):166-174.
[15]Markiet K,Glinska A,Nowicki T,et al.Feasibility of intravoxel incoherent motion (IVIM) and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) in differentiation of benign parotid gland tumors[J].Biology (Basel),2022,11(3):399-401.
[16]文宝红,程敬亮,张勇.定量动态对比增强磁共振成像鉴别诊断腮腺肿瘤的价值[J].临床放射学杂志,2023,42(7):1081-1086.
[17]Xiang S,Ren J,Xia Z,et al.Histogram analysis of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of parotid tumors[J].BMC Med Imaging,2021,21(1):194-196.
[18]Kato H,Kawaguchi M,Ando T,et al.Current status of diffusion-weighted imaging in differentiating parotid tumors[J].Auris Nasus Larynx,2023,50(2):187-195.
[19]Huang N,Chen Y,She D,et al.Diffusion kurtosis imaging and dynamic contrast-enhanced MRI for the differentiation of parotid gland tumors[J].Eur Radiol,2022,32(4):2748-2759.
[20]孙爽,尹映丽.多模态磁共振成像技术对腮腺Warthin瘤与多形性腺瘤的鉴别价值[J].江苏大学学报(医学版),2022,32(2):167-171.