

论 著

常规MRI参数联合纹理分析鉴别鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤及其恶变的价值

李 伟^{1,2} 张建军^{2,*} 刘 晶^{1,2}
谢子腾^{1,2}

1.承德医学院 (河北 承德 067000)
2.保定市第一中心医院医学影像科
(河北 保定 071000)

【摘要】目的 探讨常规MRI参数联合纹理分析用于鉴别鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤(SNIP)及其恶变的价值。方法 回顾性收集经手术及病理证实的41例SNIP患者和15例SNIP恶变患者MRI图像,通过评价这两组病变的MRI征象及使用MaZda软件从MRI图像提取纹理特征参数,比较SNIP组与SNIP恶变组组间差异,并将获得的有统计学意义的指标进行二元logistic回归分析,建立MRI征象、纹理特征及MRI征象联合纹理特征诊断模型,最后运用ROC曲线对各模型进行评价。结果 所建立的MRI征象模型、纹理特征模型及联合模型的AUC值分别为0.865、0.793、0.924,且MRI征象联合纹理特征模型的敏感度、特异度及准确率均高于前两者(敏感度 86.7%;特异度97.6%;准确率96.4%)。结论 常规MRI参数与纹理分析可以为SNIP及其恶变的鉴别提供客观依据,且采用MRI征象与纹理特征联合建模,其诊断效果明显优于仅采用单一模型的效果,为临床制定手术方案及评估预后提供更多信息。

【关键词】鼻腔鼻窦;内翻性乳头状瘤;
磁共振成像;纹理分析;恶变
【中图分类号】R739.62
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.010

The Value of Conventional MRI Signs Combined with Texture Features in the Differential Diagnosis between Sinonasal Inverted Papilloma and Its Malignant Transformation

Li Wei^{1,2}, ZHANG Jian-jun^{2,*}, LIU Jing^{1,2}, XIE Zi-teng^{1,2}.
1.Chengde Medical University, Chengde 067000, Hebei Province, China
2.Department of Radiology ,Baoding First Central Hospital, Baoding 071000, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To analyze the value of MRI signs combined with texture features in the differential diagnosis between sinonasal inverted papilloma and its malignant transformation. **Methods** Retrospectively collecting MRI images of 41 SNIP patients and 15 SNIP malignant transformation patients confirmed by operation and pathology. MRI morphological signs of these two lesions were analyzed, and MaZda software was used to extract the MRI images texture feature parameters. The differences between SNIP group and SNIP malignant transformation group were compared, and the statistically significant indexes were analyzed by binary logistic regression. The diagnostic models of MRI signs, texture features and MRI signs combined with texture features were established. Finally, the ROC curve was used to evaluate the models. **Results** The AUC values of the MRI sign model, texture feature model and joint model were 0.865、0.793、0.924, respectively. The sensitivity,specificity and accuracy of the MRI sign joint texture feature model were higher than the former two (sensitivity:86.7%;specificity: 97.6%;accuracy:96.4%). **Conclusion** MRI signs and texture analysis can provide an objective basis for the identification of SNIP and SNIP malignant transformation, in addition, the diagnostic efficacy of the model established by MRI signs combined with texture features is significantly better than that of the single model,which provides more information for clinical planning of surgery and evaluation of prognosis.
Keywords: Sinonasal; Inverted Papilloma; Magnetic Resonance Imaging; Texture Analysis; Malignant Transformation

鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤(sinonasal inverted papilloma, SNIP)是临床中最常见的鼻部良性肿瘤,起源于鼻腔和鼻窦Schneiderian上皮,占有原发性鼻肿瘤的0.5%~4%,每年的发病率在0.75~1.5/10万^[1-2]。SNIP具有复发率高、多中心性、局部侵袭性和可恶变的特点,其恶变发生率为7.6%^[3]。对于恶变者,常是在原良性肿瘤基础上病变中心部位发生恶变,其范围为整个肿瘤体积的10%~95%,术前活检可能会遗漏对恶性部分的采样,因此,术前有必要的在肿瘤组织的不同位置进行多次活检,但是活检可能会增加病变扩散到邻近健康组织的风险^[4],而且恶性肿瘤通常需要更广泛的手术切除以及术后辅助放疗,因此临床中亟需提高术前SNIP恶变的诊断水平^[5]。MRI具有较高的软组织分辨率,可以很好地评估鼻窦疾病,同时MRI亦是评判肿瘤向颅内和眼眶侵犯与否的理想方法^[6-7]。纹理分析通过量化图像中像素/体素的灰度强度或空间分布情况来评估肿瘤的异质性,并且可间接反映肿瘤内部组织学微观变化。纹理分析在判断疾病(特别是肿瘤)发展趋势、评价临床疗效和预测预后方面具有重要作用^[8]。本研究旨在探讨常规MRI参数联合纹理分析鉴别SNIP与SNIP恶变的价值,早期发现并诊断SNIP恶变可作为制定患者各种治疗和随访策略的基础,为患者提供早期手术干预和合理的手术方案,预防因延误治疗而导致病情进展,避免因手术方案选择不当而导致肿瘤复发。

1 资料和方法

1.1 临床资料 回顾并分析2015年10月至2021年6月保定市第一中心医院行鼻腔鼻窦平扫及增强的患者。

纳入标准:经手术病理证实为SNIP或SNIP恶变;影像学资料完整,包括T₁WI、T₂WI与增强T₁WI图像;SNIP均随访1年以上,在随访过程中,未发现肿瘤恶变或术后复发的迹象。排除标准:图像质量不佳或肿瘤直径(<1cm)过小而影响病灶分割;既往有手术、放/化疗等治疗病史。共56例符合标准,依据术后病理结果分为SNIP组和SNIP恶变组,分别为41例和15例。SNIP组:男29例,女12例,年龄31~75岁,平均(52.31±12.78)岁;SNIP恶变组:男8例,女7例,年龄25~78岁,平均(59.93±13.79)岁。

1.2 设备和方法 MRI检查使用Philips Achieva 3.0T TX超导型磁共振仪,相控阵16通道头颈联合线圈;56例患者均行MRI平扫及增强扫描检查。

MRI平扫参数: T₁WI:TR 611ms, TE 18ms, NEX 4次, 矩阵244×188, FOV 220mm×220mm, 层厚4mm, 层间距1mm; T₂WI:TR 2500ms, TE 70ms, NEX 4次, 矩阵316×220, FOV 220mm×220mm, 层厚 4mm, 层间距1mm。动态增强扫描参数: TR 3.3ms, TE 1.59ms, 矩阵 220×218, FOV 220mm×220mm, 层厚 1 mm, 层间距0, 翻转角度10°。对比剂使用钆喷酸葡胺注射液,用法为0.1mmol/kg,注射流速控制在2ml/s。注入对比剂同时行动态增强扫描。每个病人扫描10期。

【第一作者】李 伟,女,硕士研究生,主要研究方向:放射影像诊断。E-mail: 1281240541@qq.com
【通讯作者】张建军,男,副主任医师,主要研究方向:放射影像诊断。E-mail: 2665938999@qq.com

1.3 图像分析

1.3.1 MRI征象 由两名经验丰富的影像科副主任医师在不了解患者的病史和诊断情况下进行阅片, 分析意见不同时协商取得一致结果。常规MRI评估指标包括: 侧别(左/右/双)、形态(规则/不规则)、边界(清晰/欠清)、坏死(有/无)、T1和T2信号强度(低/中/高)、T1和T2均匀度(均匀/不均匀)、脑回征(有/无)、眼眶受累(是/否)、颅脑受侵(是/否)。

1.3.2 纹理特征 进入PACS, 将两组患者MRI图像调整至统一的窗宽、窗位, 由一名经验丰富的副主任医师分别于T₁WI、T₂WI与增强T₁WI(增强选取第六期图像)选取3个连续横断面(包括病灶最大层面及其上下层面), 图像以BMP格式导出。然后将选定层面的图像导入MaZda软件(4.6版, <http://www.eletel.p.lodz.pl/mazda/>), 在2D横断面影像上逐层手动勾画感兴趣区(region of interest, ROI), 最后将三个层面融合生成容积感兴趣区(volume of interest, VOI)(图1-图2)。VOI包含肿瘤所有影像学信息, 包括坏死、出血成分, 避开周围炎症区域, 保证在T₁WI、T₂WI与增强T₁WI图像上勾画的VOI大小一致。MaZda软件提取的纹理

特征包括4类, 分别为直方图(histogram)、灰度共生矩阵(gray-level co-occurrence matrix, GLCM)、游程矩阵(run-length matrix, RLM)、绝对梯度(absolute gradient, GRA), 共149个纹理特征。为了减少对比度和亮度的影响, 将图像标准化调整到“ $\mu \pm 3\delta$ ”。使用MaZda软件对SNIP、SNIP恶变病灶中的纹理参数进行筛选, 筛选出10或30个最佳纹理参数。

1.4 统计学方法 本研究采用SPSS 25.0 软件进行统计分析, 计量资料采用独立样本t检验(正态分布)或Mann-Whitney U检验(非正态分布), 计数资料采用卡方检验, 筛选得出有统计学意义的参数。采用多因素Logistic回归对筛选出的有统计学意义的参数进一步分析并建模, 建立MRI征象预测模型、纹理特征预测模型、MRI征象联合纹理特征预测模型。绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线以评估各Logistic回归模型对SNIP与SNIP恶变的诊断效能。以约登指数为参考, 记录ROC曲线下面积 (area under the ROC curve, AUC)及其95%置信区间、敏感度、特异度、准确率。P<0.05为差异有统计学意义。

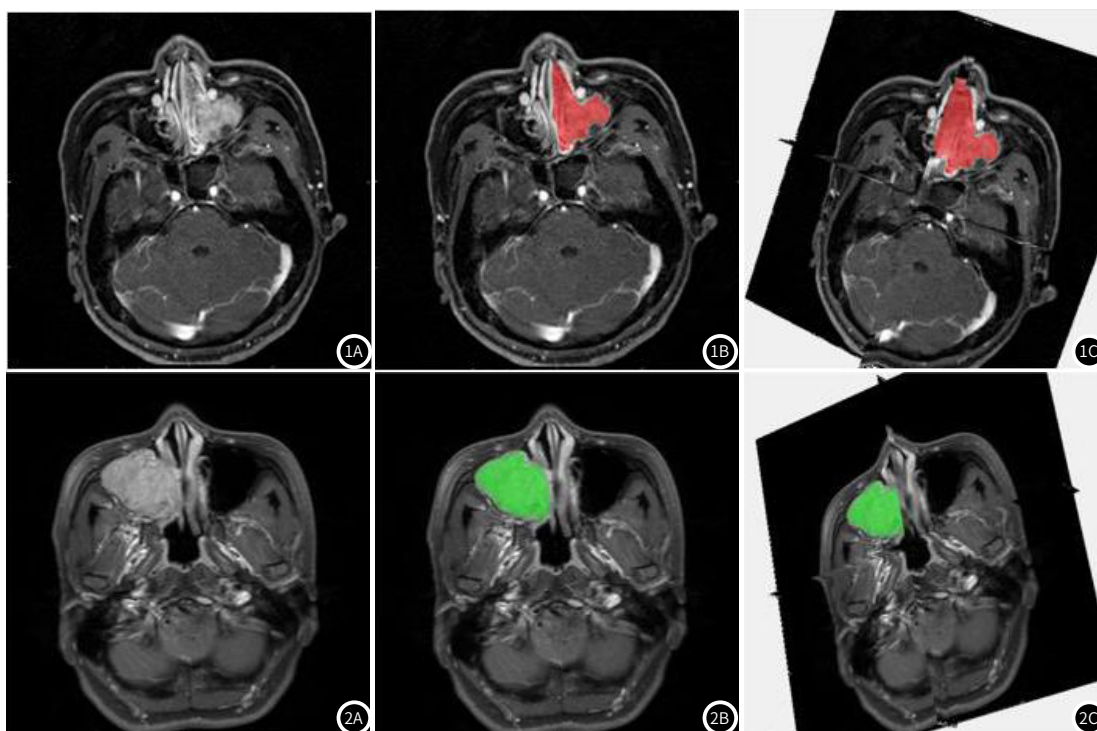


图1A-图1C 男, 37岁, 左侧SNIP, 图1A 未勾画ROI的单层2D影像; 图1B 已勾画ROI的单层2D影像; 图1C 生成的VOI。
图2A-图2C 女, 41岁, 右侧SNIP恶变, 图2A 未勾画ROI的单层2D影像; 图2B 已勾画ROI的单层2D影像; 图2C 生成的VOI。

2 结果

2.1 临床资料与MRI征象分析 SNIP与SNIP恶变性别、年龄差异均无统计学意义(P值均>0.05), 见表1。

通过单因素分析得到具有统计学意义MRI征象: 坏死、脑回征、眼眶受累、颅脑受侵, 见表1。筛选差异具有统计学意义的影响因素作为自变量, 以SNIP与SNIP恶变为因变量, 进行二元Logistic回归分析, 颅脑受侵无统计学差异(P>0.05), 坏死、脑回征、眼眶受累是SNIP恶变的预测危险因素(P<0.05), 见表2。

2.2 纹理特征分析 T₁WI、T₂WI和增强T₁WI 3个不同MR序列的图像纹理分析在鉴别41例SNIP和15例SNIP恶变的误判率比较, 以增强T₁WI序列错判率R(=误判病灶个数/总病灶个数)最少。筛选出增强T₁WI序列10个最佳纹理参数, 均为GLCM特征参数。通过单因素分析得出6个具有统计学意义纹理特征: S(1,0,0)SumEntrp、S(0,1,0)Contrast、S(0,1,0)Correlat、S(0,1,0)DifVarnc、S(0,2,0)Contrast、S(0,2,0)DifVarnc, 筛选差异具

有统计学意义的影响因素作为自变量, 以SNIP与SNIP恶变为因变量, 进行二元Logistic回归分析, 最终筛选出一个纹理特征, S(0,2,0)Contrast是SNIP恶变的预测危险因素(P<0.05), 见表2。

2.3 多因素Logistic回归模型预测鉴别SNIP与SNIP恶变的诊断效能 对于SNIP组与SNIP恶变组间差异有统计学意义的特征进行多因素Logistic回归分析。MRI征象预测模型、纹理特征预测模型、MRI征象联合纹理特征预测模型Hosmer-Lemeshow检验的P值均大于0.05, 各模型校准度良好。MRI征象预测模型: $Y = 2.574 \times \text{脑回征缺失} + 2.700 \times \text{坏死} + 2.754 \times \text{眼眶受累} - 2.526$; 纹理特征预测模型: $Y = 2.049 \times S(0,2,0)\text{Contrast} - 6.017$; MRI征象联合纹理特征预测模型: $Y = 1.727 \times \text{脑回征缺失} + 4.976 \times \text{坏死} + 1.907 \times \text{眼眶受累} + 2.383 \times S(0,2,0)\text{Contrast} - 8.460$ 。MRI征象建立的预测模型AUC为0.856, 纹理特征建立的预测模型AUC为0.793, 两者联合建立的预测模型AUC为0.924。各预测模型的ROC曲线见图3, 各模型诊断效能见表3。

表1 SNIP组与SNIP恶变组MRI征象参数比较

参数	SNIP组(n=41)	SNIP恶变组(n=15)	t/ χ^2 值	P值
性别(男/女)	29/12	8/7	1.483	0.223
年龄(岁)	52.31±12.78	59.93±13.79	-1.934	0.058
侧别(左/右/双)	19/20/2	8/6/1	0.677	0.892
形态(规则/不规则)	4/37	0/15	1.548	0.565
边界(清晰/欠清)	13/28	1/14	2.459	0.117
坏死(有/无)	2/39	8/7	14.431	<0.001
T1信号(低/等/高)	8/30/3	1/13/1	1.289	0.745
T1均匀度(均匀/不均匀)	28/13	9/6	0.337	0.562
T2信号(低/等/高)	3/2/36	0/2/13	1.898	0.413
T2均匀度(均匀/不均匀)	6/35	1/14	0.626	0.661
脑回征(有/无)	38/3	7/8	9.065	0.003
眼眶受累(是/否)	1/40	8/7	14.118	<0.001
颅脑受侵(是/否)	2/39	4/11	4.756	0.038

表2 MRI征象及纹理特征参数Logistic回归分析

参数	标准误	Wald值	OR值		95%置信区间	P值
			下限	上限		
脑回征缺失	0.985	6.828	13.122	1.903	90.490	0.009
坏死	1.074	6.325	14.885	1.815	122.091	0.012
眼眶受累	1.391	3.918	15.712	1.028	240.245	0.048
S(0,2,0)Contrast	0.646	10.067	7.747	2.188	27.496	0.002

表3 各模型的诊断效能

参数	AUC(95%CI)	敏感度(%)	特异度(%)	准确率(%)
MRI征象模型	0.856(0.725, 0.987)	80.0	85.4	83.9
纹理特征模型	0.793(0.654, 0.933)	60.0	92.7	82.1
联合模型	0.924(0.822, 1.000)	86.7	97.6	96.4

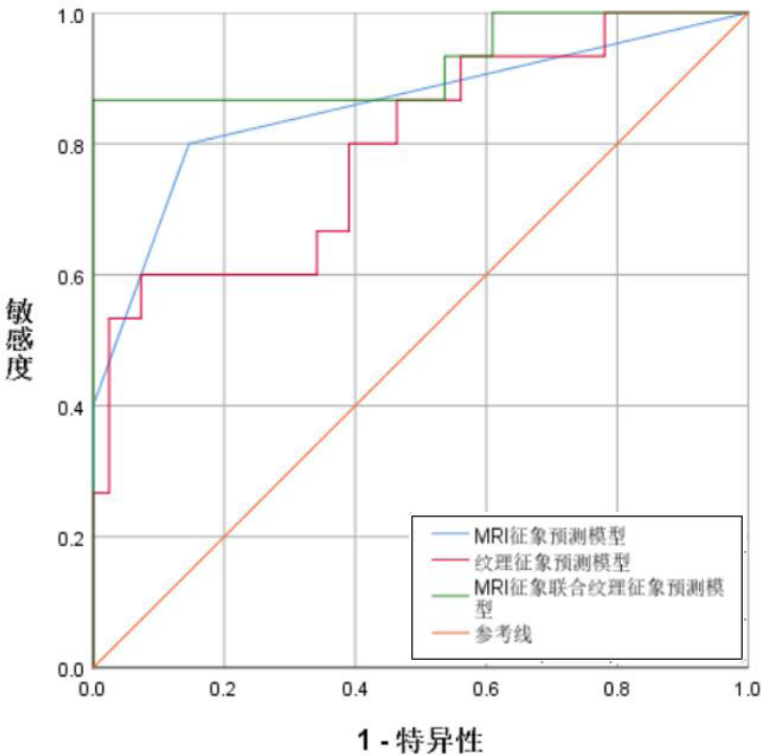


图3 各模型的ROC曲线。

3 讨论

SNIP恶变的发病机制尚无定论，发生恶变的原因较多，研究表明SNIP恶变是一个复杂的多阶段、多步骤的过程^[9]。Tong等^[3]人在文章中阐述了SNIP的发生、恶化与HPV感染是否有关联一直存有争议,但在最近的研究中指出，通过多种检测方法(mRNA 原位杂交、DNA原位杂交和PCR扩增技术)的测试，HPV与SNIP恶变密切相关。许多研究会将组织学、形态学和遗传学特征与SNIP恶变联系起来，如肿瘤上皮/间质比值增高、角化过度、表皮生长因子受体和转化生长因子- α 水平升高等^[10]；然而，这些信息是从术后的组织学检查中获得的。如果我们能根据术前而不是术后的信息准确判断恶性肿瘤的存在与否，这可能对制定治疗方案及评估预后更有帮助。

MRI具有良好的软组织分辨率，可准确区分肿瘤和鼻窦内残留的炎性分泌物、息肉等，从而确定肿瘤形态、侵犯程度^[11]；在MRI T₂WI和T₁WI增强序列上还可观察到SNIP的特征性影像学表现：脑回征。脑回征即交替出现的条纹状高、低信号，在T₂WI上细胞成分密集的化生上皮呈较细的低信号条纹，细胞成分较少的疏松水肿基质呈较粗的高信号条纹，而在增强T₁WI上，低强化的为细胞丰富的化生鳞状上皮，强化的为血供丰富的基质^[12]，多篇文献中指出脑回征缺失能够区分SNIP与SNIP恶变^[13-14]，脑

回征缺失区域代表着组织学上的恶性区域，即原始化生上皮或基质被恶性组织替代，然而当一些恶性的小病灶散布在肿块中时，可能不会表现出脑回征缺失的征象^[12]。在本研究中SNIP组脑回征缺失出现率为7.3%(3/41)，SNIP恶变组脑回征缺失出现率为53.3%(8/15)，显示脑回征缺失在SNIP恶变组中的出现率明显高于SNIP组，提示脑回征缺失与SNIP恶变密切相关，多因素Logistic回归分析结果亦证实了脑回征缺失是肿瘤恶变的独立危险因素。眼眶受累即眶壁骨质破坏或病变侵入眶内，大多数SNIP起源于鼻腔外侧壁及上颌窦内，呈广基底匍匐性生长，不易侵犯周围结构；而位于筛窦的恶变的SNIP可通过筛骨纸板侵犯眼眶，位于上颌窦的恶变的SNIP可通过眶下壁、眶下管侵犯眼眶^[15]。通过多因素Logistic回归分析表明眼眶受累为SNIP恶变的独立危险因素，Yan等^[16]人亦提出眼眶受累有助于判断SNIP恶变。肿瘤坏死是实体肿瘤中常见的现象，在快速且不受控制的细胞分裂和肿瘤进展期间，代谢需求超过供应时便会出现肿瘤坏死。既往的研究表明肿瘤坏死与其恶性程度密切相关，如胃肠道间质瘤、涎腺导管癌等^[17-18]，本研究提示肿瘤坏死是SNIP恶变的预测危险因素，与既往研究结果一致^[15]。

图像纹理分析即通过对医学图像中像素/体素灰度的分布情况进行数学分析,提供大量肉眼无法识别的影像信息,获取一系列量化肿瘤异质性的相关参数^[19]。近年来,纹理分析是目前临床上评价肿瘤异质性的有效方法,肿瘤异质性的可视化对评估肿瘤侵袭性和预后至关重要^[20]。纹理分析已广泛应用于头颈部放射学领域,如预测口腔鳞状细胞癌的组织学分级、鉴别甲状腺结节良恶性等^[21-22]。Suh等^[14]运用全域ADC直方图分析SNIP恶变时发现,ADC第20百分位数是预测SNIP恶变的重要预测因子。Ramkumar等^[23]研究发现基于MRI纹理分析有可能区分鼻窦鳞状细胞癌和SNIP能够为神经放射科医生提供更多信息。本研究采用基于鼻腔鼻窦MRI图像的纹理分析方法,构建了鉴别SNIP与SNIP恶变的预测模型。对纹理特征进行降维后,只有一个纹理特征被用于构建预测模型,即对比度(S(0,2,0)Contrast)。对比度属于GLCM参数,反映了图像的清晰度和纹理的沟纹深浅,纹理灰度的沟纹愈深,则对比度愈大,图像的清晰度愈高^[24];本研究结果显示SNIP恶变的对比度均值大于SNIP,且对比度与肿瘤恶变程度呈正相关性,这反映了SNIP恶变沟纹深,即纹理特征更复杂,肿瘤的异质性更高,提示肿瘤恶性程度更大,细胞分布密集且杂乱无章,液化坏死成分多。徐苓梅等^[25]基于CT增强图像纹理分析鉴别SNIP与其他良性肿物,最终有13个纹理特征被纳入预测模型,其中亦包括对比度这一特征。

本研究采用纹理分析获得鉴别SNIP与SNIP恶变的敏感度为60%,特异度为92.7%、准确率为82.1%,MRI征象的敏感度为80%,特异度为85.4%、准确率为83.9%,可见纹理分析方法的诊断特异性优于MRI征象,而MRI征象的敏感度、准确率高于纹理分析,两者联合敏感度、特异度及准确率分别提高至86.7%、97.6%、96.4%;MRI征象建立的预测模型AUC为0.856,纹理特征建立的预测模型AUC为0.793,两者联合建立的预测模型AUC为0.924,可见两种联合的模型诊断效能最高。基于SNIP纹理特征对预测其恶变有一定价值,可作为常规MRI征象预测SNIP恶变的补充,同时也提示基于SNIP的纹理特征还不能取代活检,但是联合了纹理特征、MRI征象构建的联合预测模型的诊断效能达到0.924,这有可能极大提高SNIP恶变的预测效果。

本研究具有一定的局限性。本研究样本量不足,尤其是SNIP恶变组仅15例,后续将进一步扩大样本量;本研究ROI为人为勾勒,可能会产生选择偏倚;后续对上述不足做进一步补充研究。

综上所述,常规MRI参数与纹理分析可以为SNIP及SNIP恶变的鉴别提供客观依据,且采用MRI征象与纹理特征联合建模,其诊断效果明显优于仅采用单一模型的效果。提高了术前无创性诊断SNIP恶变的能力,对指导和优化临床决策,实现肿瘤个体化、精准化治疗具有潜在价值。

参考文献

- [1]Karlgiotis A, Lepera D, Volpi L, et al. Survival outcomes after endoscopic resection for sinonasal squamous cell carcinoma arising on inverted papilloma[J]. Head Neck. 2016 Nov; 38(11):1604-1614.
- [2]Long C, Jabarin B, Harvey A, et al. Clinical evidence based review and systematic scientific review in the identification of malignant transformation of inverted papilloma. [J]. J Otolaryngol Head Neck Surg. 2020 Apr 30; 49(1):25.
- [3]Tong CCL, Palmer JN. Updates in the cause of sinonasal inverted papilloma and malignant transformation to squamous cell carcinoma[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2021 Feb 1; 29(1):59-64.
- [4]Re M, Gioacchini FM, Bajraktari A, et al. Malignant transformation of sinonasal inverted papilloma and related genetic alterations: a systematic review[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2017, 274(8): 2991-3000.

- [5]张明菊, 李菊兰, 黎志强. 鼻内镜下鼻内翻性乳头状瘤切除术28例临床总结与研究[J]. 肿瘤预防与治疗, 2018, 31(5): 377-379.
- [6]Chawla A, Shenoy J, Chokkappa K, et al. Imaging Features of Sinonasal Inverted Papilloma: A Pictorial Review[J]. Curr Probl Diagn Radiol. 2016 Sep-Oct; 45(5): 347-353.
- [7]Anari S, Carrie S. Sinonasal inverted papilloma: narrative review. [J]. J Laryngol Otol. 2010 Jul; 124(7): 705-715.
- [8]Liu J, Pei Y, Zhang Y, et al. Predicting the prognosis of hepatocellular carcinoma with the treatment of transcatheter arterial chemoembolization combined with microwave ablation using pretreatment MR imaging texture features[J]. Abdom Radiol (NY), 2021, 46(8): 3748-3757.
- [9]Re M, Gioacchini FM, Bajraktari A, et al. Malignant transformation of sinonasal inverted papilloma and related genetic alterations: a systematic review[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2017 Aug; 274(8): 2991-3000.
- [10]Miyazaki T, Haku Y, Yoshizawa A, et al. Clinical features of nasal and sinonasal inverted papilloma associated with malignancy[J]. Auris Nasus Larynx. 2018 Oct; 45(5): 1014-1019.
- [11]杨旭东. MRI在鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤的临床诊断中的应用价值[J]. 中国卫生标准管理, 2020, 11(10): 120-123.
- [12]Mehrad M, Stelow EB, Bishop JA, et al. Transcriptionally Active HPV and Targetable EGFR Mutations in Sinonasal Inverted Papilloma: An Association Between Low-risk HPV, Condylomatous Morphology, and Cancer Risk[J]. Am J Surg Pathol, 2020, 44(3): 340-346.
- [13]王明婕, 侯丽珍, 周兵, 等. 鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤恶变的相关危险因素分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 35(7): 627-632.
- [14]Suh CH, Lee JH, Chung MS, et al. MRI Predictors of Malignant Transformation in Patients with Inverted Papilloma: A Decision Tree Analysis Using Conventional Imaging Features and Histogram Analysis of Apparent Diffusion Coefficients[J]. Korean J Radiol. 2021 May; 22(5): 751-758.
- [15]王新艳, 陈青华, 王英, 等. 多参数MRI鉴别鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤恶变的价值[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(7): 500-504.
- [16]Yan CH, Tong CCL, Penta M, et al. Imaging predictors for malignant transformation of inverted papilloma[J]. Laryngoscope. 2019 Apr; 129(4): 777-782.
- [17]张亚栋, 赵瑞峰, 李杰. 不同危险度分级胃肠道间质瘤MRI影像学特征及诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(9): 147-149.
- [18]李子园, 管民, 赛社伟, 等. 涎腺导管癌CT及MRI影像特征分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2021, 35(2): 181-184.
- [19]Lambin P, Rios-Velazquez E, Leijenaar R, et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis[J]. Eur J Cancer. 2012 Mar; 48(4): 441-446.
- [20]Li NY, Shi B, Chen YL, et al. The Value of MRI Findings Combined With Texture Analysis in the Differential Diagnosis of Primary Ovarian Granulosa Cell Tumors and Ovarian Thecoma-Fibrothecoma[J]. Front Oncol. 2021 Oct 27; 11: 758036.
- [21]Ren J, Qi M, Yuan Y, et al. Machine Learning-Based MRI Texture Analysis to Predict the Histologic Grade of Oral Squamous Cell Carcinoma[J]. AJR Am J Roentgenol. 2020 Nov; 215(5): 1184-1190.
- [22]Sollini M, Cozzi L, Chiti A, et al. Texture analysis and machine learning to characterize suspected thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: Where do we stand[J]. Eur J Radiol. 2018 Feb; 99: 1-8.
- [23]Ramkumar S, Ranjbar S, Ning S, et al. MRI-Based Texture Analysis to Differentiate Sinonasal Squamous Cell Carcinoma from Inverted Papilloma[J]. AJNR Am J Neuroradiol. 2017 May; 38(5): 1019-1025.
- [24]Huang CL, Lian MJ, Wu YH, Chen WM, et al. Identification of Human Ovarian Adenocarcinoma Cells with Cisplatin-resistance by Feature Extraction of Gray Level Co-occurrence Matrix Using Optical Images. [J]. Diagnostics (Basel). 2020 Jun 9; 10(6): 389.
- [25]徐苓梅, 韩福刚. CT增强纹理分析对鼻腔鼻窦内翻性乳头状瘤与其他良性肿物的鉴别诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2021, 40(1): 26-29.

(收稿日期: 2022-11-11)

(校对编辑: 孙晓晴)