论著

CT影像组学鉴别胰腺 导管内乳头状黏液性肿 瘤的良恶性

陆晓宁1,2 牛磊2 何健1,*

- 南京大学医学院附属鼓楼医院核医学科 (江苏南京 210008)
- 2.徐州医科大学附属宿迁医院影像科 (江苏宿迁223800)

【摘要】目的 探究基于术前CT增强影像组学特征 构建模型对评估胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤的价 值。**方法**纳入经病理证实的51例胰腺导管内乳头状 黏液性肿瘤患者。根据病理分级分为高、低危组, 收集纳入者术前CT增强图像及相关临床资料,进行 单因素、多因素回归分析。提取图像纹理特征,利 用Lasso-Logistic回归进行特征选择,并建立回归 预测模型。采用十折交叉验证评估模型,绘制预测 ROC曲线。结果临床及一般影像特征中仅筛选出一 个指标即有强化壁结节进入预测模型(OR=5.980, 95%CI: 1.678~21.311)。于动、静脉期图像分别筛 选出2、3个纹理特征,并分别构建了预测模型。临 床及常规影像特征建立的预测模型AUC为0.667,动 脉期的纹理模型AUC为0.801,静脉期的纹理模型 AUC为0.830,动脉期联合模型的AUC为0.847,静 脉期联合模型的AUC为0.859。结论基于术前CT增 强影像组学特征可以更好的鉴别良恶性IPMN,静脉 期联合模型鉴别效能最优。

【关键词】胰腺导管内乳头状瘤;影像组学;鉴别 【中图分类号】R735.9 【文献标识码】A **DOI**:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.06.036

CT-Based Radiomics to Differentiate Benign from Malignant Intraductal Papillary Mucinous Neoplasm

LU Xiao-ning^{1,2}, NIU Lei², HE Jian^{1,*}.

- 1. Department of Nuclear Medicine, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, Jiangsu Province, China
- 2. Department of Imaging, Suqian Hospital Affiliated to Xuzhou Medical University, Suqian 223800, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective This study aimed to explore the value of analysis based on CECT radiomics in assessing intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN). Methods A total of 51 patients with IPMN confirmed by pathology were included. They were divided into high-risk group and low-risk groups according to pathological grading. Preoperative CECT images and relevant clinical datas were collected for univariate and multivariate regression analysis. Textural features were extracted. Lasso-Logistic regression was used for feature selection, then Logistic regression prediction models were established.The generalization ability of the model was evaluated using ten-fold cross-validation, and the prediction ROC curve was drawn. Results Only one indicator of clinical and general imaging features, the enhanced mural nodule(OR=5.980, 95%CI: 1.678~21.311), is selected into the prediction model.Based on the images in arterial and venous phases, 2 and 3 texture features were selected respectively. Prediction models were constructed separately. The AUC of the clinical radiological feature model (established by clinical and conventional imaging features), the CT arterial textural feature model(established by only arterial texture features), the CT venous textural feature model(established by only venous texture features), the arterial combined model(established by arterial texture features and clinical, conventional imaging features), the venous combined model(established by venous texture features and clinical, conventional imaging features)respectively was 0.667, 0.801, 0.830, 0.847, 0.859 Conclusion CECT-based radiomics is helpful for distinguishing malignant IPMN from benign IPMN, and the venous combined model has best performance.

Keywords: Intraductal Papillary Mucinous Neoplasm; Radiomics; Differentiate

胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤(intraductal papillary mucinous neoplasm, IPMN) 约占所有胰腺肿瘤的1%,占胰腺囊性肿瘤的25%^[1]。导管内乳头状黏液性肿瘤(IPMN)是 起源于胰管上皮细胞并产生粘蛋白的一种胰腺癌前体病变^[13]。根据修订后的国际共识福 冈指南(2017)^[1], IPMN分为以下三种类型: MD-IPMN、BD-IPMN和MT-IPMN。根据修 订后的胰腺癌前病变分类系统(2014)^[5],将IPMN分为低级别、高级别,低级别包括低度 不典型增生及中度不典型增生,高级别包括高度不典型增生及浸润性癌。虽然目前有大 量指南^[1-4]指导IPMN的术前风险评估,但准确预测IPMN是否存在需要手术切除的高度侵 袭性疾病仍然具有挑战性^[6-7]。影像组学能够充分挖掘肿瘤肉眼无法识别的影像信息,用 于术前评估肿瘤风险性,鉴别诊断肿瘤疾病,辅助临床治疗方案制定、检测治疗疗效、 预后评估等^[8],因此影像组学,作为辅助的定量工具,可能可以更准确地评估IPMN的风 险性。本文旨在探究IPMN 恶变的高危因素,建立 Logistic回归预测模型,在为术前临床 决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2017年1月至2020年5月本院经病理证实的51例IPMN患者术前CT增强图像及相关临床资料。其中男40例,女11例,年龄40~87岁,平均年龄65±8岁。将病理结果分级为低度不典型增生或中度不典型增生的患者划分至低危组,将病理结果分级为高度不典型增生或浸润性癌划分至高危组^[5,21]: 高危组18例,低危组33例。

纳入标准:患者术后病理证实为IPMN并有明确的组织学分级。具有术前一个月内 完整的临床及影像学资料。排除标准:术前有放化疗史。CT图像质量不合格。CT图像 数据不完整。病灶显示不清,无法勾画。

1.2 检查方法 患者采取仰卧位进行CT扫描。扫描机器为64排多层螺旋 CT (GE light speed VCT),扫描范围为膈肌顶部至双肾下极。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 250~350 mAs,层厚5mm,层距5mm,矩阵 512×512,螺距1.375。行胰腺CT平扫 后,用高压注射器经肘正中静脉注射增强对比剂(omnipaque),流率为3.5mL/s,剂量 为1.5mL/kg。于间隔 30、60、180s分别采集动脉期、静脉期及延迟期CT增强图像。 1.3 CT影像征象分析 由两位经验丰富的放射科医生在未知临床信息及病理结果的情况 下评估以下影像学特征:病灶位置、大小、分型(MD-IPMN、MD-IPMN、MT-IPMN)、主胰管直径、是否有囊内分隔、胆总管直径、囊壁是否增厚或强化、是否存在壁结节、 是否存在主胰管狭窄或截断伴远端胰腺萎缩、有无淋巴结肿大、是否伴发胰腺炎^[1]。若 评估结果不一致,由两位医生讨论取得一致结果。

1.4 VOI勾画、影像组学特征提取 从PACS获取患者腹部增强CT 的动脉期、静脉期图像,运用计算机自动分割算法对动、静脉期 CT图像的胰腺感兴趣区域(region of interest, ROI)进行3维全层 面自动分割,而后由上述两位不知患者临床信息及病理结果的放 射科医师在ITK-SNAP软件内以手动方式对自动分割的图像逐层 调整,避开肿瘤周围的正常胰腺组织、血管及邻近脂肪等,多层 面ROI最终自动重建成肿瘤的感兴趣容积(volume of interest, VOI)。将分割好的图像导入PyRadiomics软件提取影像组学特 征,每位患者CT动脉期和静脉期的VOI图像分别获得100个影像组 学特征: (1)18个一阶特征; (2)22个灰度共生矩阵 (Gray level co-

occurrence matrix, GLCM)特征; (3)14个灰度依赖矩阵 (gray level dependence matrix, GLDM)特征; (4)16个灰度游程矩阵 (gray level run length matrix, GLRLM) 特征; (5)16个灰度区域 大小矩阵 (grav level size zone matrix, GLSZM)特征; (6)14个 大小形状相关特征。

1.5 统计学分析 采用R语言(Version4.1.2)软件对数据进行统 计分析。采用[(%)]描述计数资料;对于计量资料,首先采用 Shapiro-Wilk检验方法检验数据的n正态性,对于正态分布的 计量资料,采用来描述,对于不服从正态分布的计量资料,采 用[M(P25,P75)]进行描述;组间率的差异比较采用检验/Fisher精 确概率法,两组间正态分布计量资料的差异比较分析采用两独 立样本t检验;两组间非正态分布计量资料的差异比较分析采 用Mann-Whitney U检验;采用十折交叉验证方法评估模型的 泛化能力^[13],把研究对象随机分成十个组别,每次将其中九组 作为训练集,其余的一组作为测试集,建立十个预测模型。根 据每个模型输出的预测值,绘制ROC曲线(receiver operating characteristiccurve, ROC),计算曲线下面积AUC(area under the curve, AUC)、灵敏度和特异度。使用Delong方法非参数检验 对预测模型之间的AUC 进行比较。

检验水准: α=0.05, 即P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 各临床指标及影像学指标在低危组和高危组之间的差异 比较分析 对比分析各临床指标及影像学指标在低危组和高危组 之间的差异情况,结果显示,低危组和高危组之间的强化壁结节 出现率和淋巴结肿大率存在统计学差异。具体为高危组的强化壁 结节出现率(72.2%)高于低危组(30.3%)(P=0.004);高危组的淋 巴结肿大率(16.7%)高于低危组(0.0%)(P=0.039)。低危组和高危 组之间的年龄、胆总管最大径、性别、腹部症状、吸烟史、饮 酒史、糖尿病史、胰腺炎病史、胰腺肿瘤家族史、分型、有无囊 内分隔、胰管狭窄截断伴远端胰腺组织萎缩、CA199、CA125、 CA72-4、病灶直径和主胰管径均不存在统计学差异(均有P> 0.05)。详见表1。

高危组之间的差异比较分析[M(P25,P75),n(%)]						
参数		低危组(n=33)	高危组(n=18)	统计量	P值	
年龄(岁)		63.94±8.95	67.83±8.23	-1.526	0.133	
胆总管最大径(mm)		6.00	7.00	-0.725	0.469	
		(5.00,9.00)	(5.00, 11.00)			
性别	男	26(78.8)	14(77.8)	0.000	1.000	
	女	7(21.2)	4(22.2)			
腹部症状	无	9(27.3)	5(27.8)	0.000	1.000	
	有	24(72.7)	13(72.2)			
吸烟史	无	18(54.5)	12(66.7)	0.706	0.401	
	有	15(45.5)	6(33.3)			
饮酒史	无	21(63.6)	14(77.8)	1.082	0.298	
	有	12(36.4)	4(22.2)			
糖尿病史	无	30(90.9)	14(77.8)	0.768	0.381	
	有	3(9.1)	4(22.2)			
胰腺炎病史	无	28(84.8)	14(77.8)	0.062	0.804	
	有	5(15.2)	4(22.2)			
胰腺肿瘤家族史	无	32(97)	18(100)	0.556	0.456	
	有	1(3)	0(0)			
有无强化壁结节	无	23(69.7)	5(27.8)			
	有	10(30.3)	13(72.2)	8.266	0.004	

表1 各临床指 高危组之间的	旨标及 <mark>影像学</mark> 指 差异比较分析[标在低危组和 M(P25,P75),n(%
	低危组(n=33)	高危组(n=18)
	63.94 ± 8.95	67.83+8.23

分型	BD MD MIX	16(48.5) 13(39.4) 4(12.1)	3(16.7) 10(55.6) 5(27.8)	5.457	0.065
有无囊内分隔	无	13(39.4)	5(27.8)	0.688	0.407
壁结节≥5mm	百百三	29(87.9) 4(12.1)	12(66.7)	3.325	0.068
胰管狭窄截断伴远端	Æ	4(12.1)	0(33.3)		
胰腺组织萎缩	否	30(90.9)	17(94.4)	-	1.000a
右于淋巴结肺十	是不	3(9.1)	1(5.6)		0.0202
有几种口细肿入	卓是	0(0.0)	3(16.7)	-	0.0598
CA199(≥37)	否	27(81.8)	15(83.3)	0.000	1.000
	是	6(18.2)	3(16.7)		
CA125(≥30.2)	省	33(100)	17(94.4)	-	0.353a
CA72-4(≥6 9)	正 否	0(0) 31(93.9)	1(5.6)	_	0 168a
	是	2(6.1)	4(22.2)		0.1000
病灶直径≥3cm	否	29(87.9)	13(72.2)	1.035	0.309
	是	4(12.1)	5(27.8)		
王胰官佺≥10mm	台目	31(93.9) 2(6.1)	14(11.8)	1.581	0.209
	疋	Z(0.1)	4(22.2)		

注: a代表Fisher精确概率法。

2.2 是否高危的二分类多因素Logistic回归分析 采用二分类 多因素Logistic回归分析方法, 以是否为高危作为因变量(0= 否,1=是),将单因素分析结果中差异有统计学意义的指标(有 无强化壁结节、有无淋巴结肿大)作为自变量,自变量的筛选方 法为逐步向前法。分析结果显示,仅有1个指标进入模型,也即 是有无强化壁结节。以无强化壁结节作为参照组,有强化壁结 节的高危概率是无强化壁结节的5.980倍(OR=5.980,95%CI: 1.678~21.311)。详见表2。

表2 是否高危的二分类多因素Logistic回归分析							
变量	系数β	标准误差S.E	Wald值	P值	OR值	OR的	195%CI
						下限	上限
有无强化壁 结节(参照:无)	1.788	0.648	7.608	0.006	5.980	1.678	21.311
常量	-1.526	0.493	9.565	0.002	0.217		

2.3 纹理特征的选择

2.3.1 动脉期纹理特征的选择 利用Lasso-Logistic回归进行动脉 期的特征选择,采用十折交叉法进行验证。在动脉期提取的100 个纹理特征中,不存在方差为0的特征,删除了64个相关系数大 于0.9的冗余特征,还剩余36个特征。对动脉期初步筛选出的36 个纹理特征进行Lasso-Logistic回归,使λ达到最小,当λ达到最 小时对应的模型为: Y=1.591original _firstorder_10Percentile +0.888original_glcm_JointEnergy-0.856,其中,包括了2个特 征,系数的绝对值均高于0.074。详见图1-2。

2.3.2 静脉期纹理特征的选择 利用Lasso-Logistic回归进行静脉期 的特征选择,采用十折交叉验证法进行验证。在静脉期提取的100 个纹理特征中,不存在方差为0的特征,删除了64个相关系数大于 0.9的冗余特征,还剩余36个特征。对静脉期初步筛选出的36个纹 理特征进行Lasso-Logistic回归,使λ达到最小,当λ达到最小时对 应的模型为Y=0.694original firstorder Kurtosis+1.221original glszm SizeZoneNonUniformityNormalized-1.329original glcm Imc1-0.9,其中包括了3个特征,系数的绝对值均高于 0.015。详见图3-4。

2.4 预测模型建立及性能评估 将筛选出的一个临床及常规影像 特征指标(有无强化壁结节)、动脉期的2个纹理特征、静脉期的3 个纹理特征建立Logistic回归预测模型,采用十折交叉验证的方 法来评估模型的泛化能力,并绘制预测ROC曲线。详见图5。

结果显示,临床及常规影像特征建立的预测模型AUC为 0.667,动脉期的纹理模型AUC为0.801,静脉期的纹理模型AUC 为0.830,动脉期联合临床模型的AUC为0.847,静脉期联合临床 模型的AUC为0.859。

采用DeLong法进行不同模型之间AUC差异比较,比较结果显 示,静脉期纹理模型优于临床模型(P=0.048),动脉期联合模型优 于临床模型(P=0.004),静脉期联合模型优于临床模型(P=0.042), 其余模型间的比较没有统计学差异(均有P>0.05)。详见表3。



= ~	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	~~~~~		고도 거에 수도 수논
-7≂-≺	初川川府立	双十号石	IPMNN	·····································

	变量	AUC	SE	95%CI	灵敏度	特异度	
	临床模型	0.667	0.0707	0.521~0.792	66.7	66.7	
	动脉期联合模型	0.847	0.0587	0.718~0.932	94.4	63.6	
	静脉期联合模型	0.859	0.0515	0.732~0.940	100.0	66.7	
	动脉期纹理模型	0.801	0.0684	0.666~0.900	66.7	87.9	
	静脉期纹理模型	0.830	0.0609	0.699~0.921	94.4	63.6	
•							

3 讨 论

本研究回顾分析了51例IPMN患者的临床指标、一般CT影像 学特征,低危组和高危组患者间有强化壁结节及淋巴结肿大有统 计学意义(P<0.05),有助于胰腺导管内乳头状黏液瘤良恶性的鉴 别。经二分类多因素Logistic回归分析方法,有强化壁结节为预 测胰腺导管内乳头状黏液瘤良恶性的因素,仅此一个指标进入模 型。Bassi等^[18]分析研究发现强化的壁结节的存在为预测IPMN恶 性的最高可疑因素,与本研究结果一致。张等^[9]研究结果良恶性 IPMN的肿瘤最大径不小于50 mm、有胆管扩张、壁结节不小于5 mm、主胰管扩张不小于7 mm,差异有统计学意义(P<0.05)。范 等^[11]研究显示恶性IPMN出现腹痛以及黄疸较良性患者更为常见 (P<0.05),从一般影像学特征来看,附壁结节以及囊性病灶内不 规则的隔膜(P<0.05),在两者间有统计学差异。基于CT,MR检查 一般影像学特征的不同研究^[9-12,20]对良恶性IPMN的临床、影像学 特征的评估结果有较大差异,推测与样本数量、检查技术差异有 关。其次,一般影像特征的评估受主观因素影响较大。因此临床 指标及一般影像学特征作为预测分级的手段可靠性欠住,及时有 大量指南的前提下,依然很难为临床治疗做出正确辅助^[19]。

国内外已有一些基于影像组学预测IPMN良恶性及危险度分级的研究^[14-17],Tobaly等^[14]从IPMN患者的术前CT检查图像中提取并筛选影像组学特征,采用逻辑回归方法建立预测模型,结果显示模型预测性能良好,AUC值为 0.84。Permuth等^[15]融合CT静脉期图像影像组学特征与microRNA数据,发现综合模型预测效能更高,与共识指南中的常规影像学特征^[1]相比,影像基因组学方法可以更加准确地预测胰腺IPMN恶性潜能。

本研究分别建立了CT动脉期纹理模型、CT静脉期纹理模型、 临床影像表现模型,动脉期联合模型、静脉期联合模型五种模型 用于术前预测胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤的恶性潜能。ROC 曲线分析结果显示静脉期联合模型预测恶性潜能效能最佳(AUC= 0.859),灵敏度及特异度分别为100%、66.7%。明显优于临床影 像模型,但与单纯的CT纹理模型、动脉期联合模型的诊断效能无 显著差异,推测与样本量较少,模型出现过拟合相关。

本研究基于IPMN患者术前CT动脉期及静脉期图像,分别提 取100个影像组学特征,利用Lasso-Logistic回归进行特征选择, 采用十折交叉验证法进行验证。最终筛选出5个纹理特征。动脉 期:一阶特征,第10百分位数,反映了囊肿较低密度部分的灰度 值,值越高,代表囊性灶中稍高密度实性成分多,偏向恶性。二 阶特征,灰度共生矩阵特征(GLCM)联合能量。静脉期:一阶特 征,峰度,一般组织的结构越复杂,水分子的弥散运动越偏离高 斯分布,峰度越高。二阶特征,灰度级大小区域矩阵特征,尺寸 区域非均匀归一化(GLSZM-SizeZoneNonUniformityNormaliz ed),测量整个图像中大小区域体积的可变性,值越低表示图像 中区域大小体积之间的同质性越高。灰度共生矩阵,相关性信息 度量1(GLCM-IMC1),值越高,同质性越高。

本研究基于CT动静脉期图像的VOI分割由计算机自动分割算 法进行,再由人工核对,减少了工作的复杂性,提高了图像获取 的稳定性及可重复性。而且生成了整个肿瘤的体积,可以减少单 一层面的选择误差,能够更加全面地反映肿瘤的特征。同时,本 研究分别基于CT动脉期、静脉期图像进行勾画,可用于比较不同 期相影像组学模型的效能,本研究静脉期纹理模型优于动脉期纹 理模型,考虑与胰腺强化方式相关。

本研究的局限性:(1)纳入的病例数量较少,未来需要纳入更 多的病例来提供内、外部验证,为临床应用提供更有力的支持。 (2)本研究为回顾性的单中心研究,存在选择偏倚。(3)只研究了基 于CT增强影像组学特征预测IPMN恶性潜能的价值,未来可结合MR 影像组学、蛋白质组学、基因组学等特征,进一步提高预测效能。

综上所述,本研究证实了基于术前CT增强动静脉期图像纹理特 征有助于预测IPMN的恶性潜能。CT增强影像组学联合一般临床影 像特征可进一步提高诊断效能,可作为辅助临床决策的诊断工具。

参考文献

- [1] Takaori K. "Revisions of the international consensus fukuoka guidelines for the management of IPMN of the pancreas": progress for twelve years [J]. Pancreatology, 2017, 17 (5): 645-646.
- [2] Jacobson B C, Baron T H, Adler D G, et al. ASGE guideline: the role of endoscopy in the diagnosis and the management of cystic lesions and inflammatory fluid collections of the pancreas[J]. Gastrointestinal Endoscopy, 2005, 61 (3): 363-370.
- [3] Tanaka M, Fernández-del Castillo C, Adsay V, et al. International consensus guidelines 2012 for the management of IPMN and MCN of the pancreas[J]. Pancreatology, 2012, 12(3):183-197.
- [4] Hecht EM, Khatri G, Morgan D, et al. Intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN) of the pancreas: recommendations for standardized imaging and reporting from the society of abdominal radiology IPMN disease focused panel [J]. Abdom Radiol, 2021, 46 (4): 1586-1606.
- [5] Basturk O, Hong S M, Wood L D, et al. A revised classification system and recommendations from the Baltimore consensus meeting for neoplastic precursor lesions in the pancreas [J]. The American Journal of Surgical Pathology, 2015, 39 (12): 1730-1741.
- [6] Wilson G C, Maithel S K, Bentrem D, et al. Are the current guidelines for the surgical management of intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas adequate A multi-institutional study [J]. Journal of the American College of Surgeons, 2017, 224 (4): 461-469.
- [7] Sharib J M, Fonseca A L, Swords D S, et al. Surgical overtreatment of pancreatic intraductal papillary mucinous neoplasms: do the 2017 international consensus guidelines improve clinical decision making? [J]. Surgery, 2018, 164 (6): 1178-1184.
- [8] Gillies R J, Kinahan P E, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data [J]. Radiology, 2016, 278 (2): 563-577.
- [9]张宏伟.动态增强多层螺旋CT检查在胰腺导管内乳头状黏液瘤良恶性鉴别诊断中的 应用价值研究[J].影像研究与医学应用,2023,7(23):27-29.
- [10] H. J. Kang, J. M. Lee, I. Joo, et al. 评估胰腺导管内乳头状黏液瘤的恶性潜能:多层 螺旋CT与MR胆胰管成像的比较[J]. 国际医学放射学杂志, 2016, 39 (3): 312.
- [11]范飞,胡先贵,张怡杰,等.良恶性胰腺导管内乳头状瘤的临床及影像特征[J].第二 军医大学学报,2008,(2):193-196.
- [12]Kim SH, Lee JM, Lee ES, et al. Intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas: evaluation of malignant potential and surgical resectability by using MR imaging with MR cholangiography[J]. Radiology, 2015, 274 (3): 723-733.
- [13]程申濠, 史红媛, 徐青等. 增强CT联合纹理分析对于胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤 恶性潜能的预测价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2021, 32 (1): 23-28, 32.
- [14] Tobaly D, Santinha J, Sartoris R, et al. CT-based radiomics analysis to predict malignancy in patients with intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN) of the pancreas [J/OL]. Cancers (Basel), 2020, 12 (11) [2022-04-07].
- [15] Permuth JB, Choi J, Balarunathan Y, et al. Combining radiomic features with a miRNA classifier may improve prediction of malignant pathology for pancreatic intraductal papillary mucinous neoplasms[J]. Oncotarget, 2016, 7 (52): 85785-85797.
- [16] Jayasree, Chakraborty, Abhishek, et al. CT radiomics to predict high-risk intraductal papillary mucinous neoplasms of the pancreas. [J]. Medical physics, 2018.
 [17] Polk S L, Choi J W, Mcgettigan M J, et al. Multiphase computed tomography
- [17] Polk S L, Choi J W, Mcgettigan M J, et al. Multiphase computed tomography radiomics of pancreatic intraductal papillary mucinous neoplasms to predict malignancy [J]. World Journal of Gastroenterology, 26 (24): 3458-3471.
- [18] Bassi C, Procacci C, Zamboni G, et al. Intraductal papillary mucinous tumors of the pancreas[J]. International Journal of Pancreatology, 2000, 27 (3):181-193.
 [19] Beata Jabońska, PaweSzmigiel, Mrowiec S. Pancreatic intraductal papillary
- [19] Beata Jaoonska, rawcszmiglet, mitwiec S. rancieatte intraductar papiriary mucinous neoplasms: Current diagnosis and management [J]. 世界胃肠肿瘤学杂 忘: 英文版(电子版), 2021, 13 (12): 1880–1895.
- [20] 李超, 青丽萍. 胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤CT、MRI影像学特征及临床诊治价值 分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(11):115-117.
- [21] 王天宝, 高剑波. 胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤的CT表现与病理对照研究[J]. 中国 CT和MRI杂志, 2013, 11 (6): 72-74.

(收稿日期: 2024-04-03)

(校对编辑:姚丽娜)