

MRI 纹理分析在单囊状胰腺囊腺瘤鉴别诊断中的价值

王希恒, 薛华丹, 成思航, 李娟, 孙照勇, 金征宇

【摘要】 目的:比较胰腺寡囊型浆液性囊腺瘤(MaSCA)与粘液性囊腺瘤(MCN)磁共振成像(MRI)影像学及纹理特征差异,构建两者鉴别诊断模型。**方法:**回顾性搜集32例MaSCA与36例MCN患者,分别基于MRI压脂T₁加权图像(FS-T₁WI)和压脂T₂加权图像(FS-T₂WI)进行纹理分析并比较各纹理参数之间差异。采用Logistic回归分析分别对具有差异影像特征构建影像模型,选取曲线下面积(area under the curve,AUC)最大参数构建纹理分析模型,两组特征共同构建组合模型,利用ROC曲线(receiver-operating characteristic curve)评估模型诊断效能。**结果:**影像模型AUC 0.849,敏感度及特异度分别为86.1%、68.7%;纹理分析模型AUC 0.887,敏感度及特异度均较高,分别约80.6%、84.4%。组合模型AUC最高,为0.958,敏感度及特异度分别为88.9%、90.6%。**结论:**综合影像特征和纹理分析特征组合模型,有助于术前鉴别MaSCA和MCN且具有很高诊断性能。

【关键词】 胰腺;囊腺瘤;浆液;囊腺瘤;黏液;磁共振成像

【中图分类号】 R322.491; R730.269; R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)06-0756-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.06.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Value of MRI radiomics for the differential diagnosis of unicystic pancreatic cystadenoma WANG Xi-heng, XUE Hua-dan, CHENG Si-hang, et al. Department of Radiology, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

【Abstract】 Objective: To compare the differences of magnetic resonance imaging (MRI) and texture characteristics between pancreatic macrocystic serous cystadenoma (MaSCA) and mucinous cystic neoplasm (MCN), and furthermore, to develop the preoperative differentiation models. **Methods:** Sixty-eight patients (MaSCA=32, MCN=36) with preoperative MRI scans using fat suppression T₁ weighted imaging (FS-T₁WI) and fat suppression T₂ weighted imaging (FS-T₂WI) were retrospectively analyzed in this study. Texture characteristics analysis based on FS-T₁WI and FS-T₂WI images were compared between MaSCA and MCN. Logistic regression analysis was used to construct image models with different image features, and the texture characteristics analysis model was constructed by selecting the maximum area under the curve (AUC). The combined model was constructed by two groups of features, and the diagnostic efficiency of the model was evaluated by ROC curve. **Results:** The radiological model yielded an AUC of 0.849, and sensitivity and specificity were 81.6% and 68.7% respectively. The radiomics model yielded an AUC of 0.887 with relatively higher sensitivity and specificity of 80.6% and 84.4% respectively. The combined model yielded a highest AUC of 0.958, and sensitivity and specificity were 88.9% and 90.6% respectively. **Conclusion:** The combined model based on image features and texture analysis features is helpful to distinguish Masca and MCN before operation, and shows high diagnostic performance.

【Key words】 Pancreas; Cystadenoma, serous; Cystadenoma, mucinous; Magnetic resonance imaging

作者单位: 100730 北京,中国医学科学院/北京协和医学院/北京协和医院放射科

作者简介: 王希恒(1992-),女,河北保定人,博士研究生,主要从事腹部影像诊断工作。

通信作者: 金征宇, E-mail: jinzy@pumch.cn; 薛华丹, E-mail: bjdanna95@163.com

基金项目: 首都卫生发展科研专项基金资助项目(2018-2-4014);国家重点研发计划资助(2020YFC2002702)

胰腺囊腺瘤分为浆液性囊腺瘤(serous cystadenoma, SCA)和粘液性囊腺瘤(mucinous cystic neoplasm, MCN), SCA分为寡囊型和微囊型,与微囊型SCA不同,寡囊型SCA(macrocytic serous cystade-

noma, MaSCA)的囊少且大,由于囊腔较大,在临床阅片过程中, MaSCA 与 MCN 常难以鉴别^[1]。SCA 通常为良性肿瘤,很少发生恶变,只有引起临床症状时建议手术^[2,3],而 MCN 具有恶变潜能,国际共识指南建议手术切除^[4],欧洲循证指南建议 ≥ 4 cm 的 MCN 手术切除, < 4 cm 的 MCN 终身随访^[5],鉴于 SCA 和 MCN 的临床诊疗措施差异很大,故术前对两者鉴别非常重要。

纹理分析及影像组学是指对大量的医学图像特征进行综合量化,广泛用于疾病诊断、术前评估及预后随访等目的,为临床决策支持提供很大帮助,近年来已逐渐应用于医学影像领域^[6-8]。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)无创、无辐射,在胰腺囊性病变诊断及影像征象识别具有较高准确性^[9],本研究旨在建立术前 MRI 纹理分析模型,证实其对 MaSCA 和 MCN 的鉴别诊断价值,辅助影像诊断,为临床治疗提供参考。

材料与方法

1. 临床及影像资料

回顾性搜索本院影像归档和通信系统(picture archiving and communication system, PACS)及病理系统 2015 年 6 月—2019 年 12 月经手术切除、病理证实为胰腺瘤患者资料。纳入标准:①病变经手术病理证实;②MRI 扫描前未经放、化疗等治疗。排除标准:①图像伪影重;②无术前 MRI 图像。根据以上纳排标准,排除病理证实为微囊型 SCA(5 例)及无术前 MRI 检查(74 例)患者,最终入组 68 例,包括 32 例 MaSCA(男:女=9:23,平均年龄 47.0 岁)和 36 例 MCN(男:女=0:36,平均年龄 41.9 岁)。搜集患者 MRI 压脂 T_1 加权图像(fat suppression T_1 weighted imaging, FS- T_1 WI)和压脂的 T_2 加权图像(fat suppression T_2 weighted imaging, FS- T_2 WI)数据。

2. 扫描方法

使用西门子 3.0T MRI 扫描仪(Magnetom Skyra, Siemens Healthcare),18 通道线控阵表面线圈及部分 32 通道脊柱线圈,横轴面 FS- T_1 WI (T_1 -Dixon)扫描参数为重复时间 4.11 ms,回波时间 1.31 ms,层厚 3 mm,翻转角 12° ,视野 420×420 mm;横轴面 FS- T_2 WI (T_2 -BLADE)扫描参数:重复时间 2390 ms,回波时间 85 ms,层厚 6 mm,翻转角 100° ,视野 $360 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ 。

3. 图像分析

影像特征分析:两位影像科医师进行双盲法阅片,共同评估病变的大小、位置、形状、囊壁厚薄(> 2 mm 或 ≤ 2 mm)、分隔有无及厚薄(> 2 mm 或 ≤ 2 mm)、壁结节,意见不一致时协商达成共识。

纹理分析基于 68 例胰腺病变 FS- T_1 WI 和 FS- T_2 WI 原始 DICOM 图像,一位影像科医师标注病变最大层面并送达纹理分析工作站(TexRAD 有限公司, www.texrad.com, part of Feedback Plc, 剑桥, 英国),在工作站沿着病变边缘手动标注病变轮廓,标注结果均经另一位高年资医师审核(图 1)。使用 TexRAD 软件对 MRI 图像进行纹理特征分析,利用高斯-拉普拉斯带滤波算法对滤值或宽度进行细微调整,选择性地提取出不同空间过滤标准的 FS- T_1 WI 和 FS- T_2 WI 病变区域纹理图像,空间比例因子(spatial scaling factor, SSF)代表滤过,定义 $SSF=0$ 表示无滤过, $SSF=2$ mm 表示滤过后得到精细纹理, $SSF=3 \sim 5$ mm 表示中等纹理, $SSF=6$ mm 表示粗糙纹理。每个 SSF 值最终得到的量化纹理参数包括平均灰度值(Mean),标准差(standard deviation, SD),熵(Entropy),正像素的平均值(mean of positive pixels, Mpp),偏度(Skewness)和峰度(Kurtosis)。最终,每个病变在两个序列均分别提取 36 个纹理特征。

4. 统计学分析

利用独立样本 t 检验、卡方检验或 Fisher 确切概率法比较 MaSCA 和 MCN 影像征象之间的差异。利

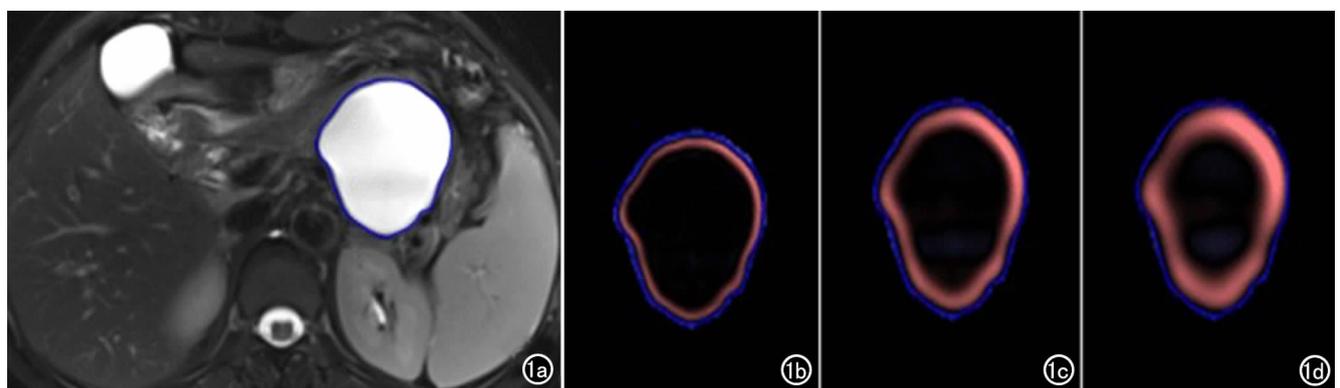


图 1 患者,女,胰体尾部 MCN。a) 基于 FS- T_2 WI 图像标注的病变轮廓; b) $SSF=2$ 提取的纹理特征; c) $SSF=4$ 提取的纹理特征; d) $SSF=6$ 提取的纹理特征。

用独立样本 t 检验或 Mann-Whitney 检验两组数据各纹理参数之间的差异,利用 ROC 曲线(receiver-operating characteristic curve)评估有统计学差异者诊断性能。利用多变量 Logistic 回归分析,选取有差异影像特征构建诊断 MCN 的影像诊断模型,选取 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)最大的纹理参数构建诊断 MCN 的纹理分析模型,影像特征及纹理特征组合构建组合模型,利用 ROC 曲线评估各模型的预测性能,记录 AUC、95%的置信区间(confidence interval, CI)、敏感性及特异性。符合正态分布的计量资料以“均数±标准差”表示,偏态分布的以“中位数(四分位间距)”表示。统计学软件采用 SPSS 25.0。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结果

1. 临床及影像特征

对比 MaSCA 和 MCN 患者的临床资料,两组在年龄差异无统计学意义,性别差异有统计学意义($P = 0.001$)。对比两者影像特征,两组在形状、分隔厚薄及壁结节上均无统计学差异,在囊肿大小($P = 0.003$)、

位置($P = 0.001$)、囊壁厚薄($P = 0.019$)及分隔有无($P = 0.031$)上有统计学差异(表 1),MCN 直径 $>$ MaSCA,通常分布于体尾部,囊壁较厚, MaSCA 内常见分隔。

2. MRI 纹理分析

基于 FS-T₁WI 提取的纹理参数中, MaSCA 和 MCN 在 Mean(SSF=0)、SD(SSF=0, 3, 4, 5, 6)、Entropy(SSF=0)、Mpp(SSF=0, 2, 3, 4, 5, 6)、Skewness(SSF=0)、Kurtosis(SSF=0, 4, 5, 6)上的差异均有统计学意义,在以上有统计学差异的参数中 Mean(SSF=0)、Entropy(SSF=0)和 Skewness(SSF=0)的 AUC 分别为 0.674、0.645 和 0.688, SD(SSF=0)、Mpp(SSF=3, 4)和 Kurtosis(SSF=0)取得最大 AUC 分别为 0.652、0.693、0.770(表 2)。

基于 FS-T₂WI 提取纹理参数中 MaSCA 和 MCN 在 Skewness(SSF=0)、Kurtosis(SSF=0, 5, 6)上的差异均有统计学意义,在以上有统计学差异参数中 Skewness(SSF=0) AUC 为 0.776, Kurtosis(SSF=0)取得最大 AUC 为 0.820(表 3)。

3. 模型诊断性能

表 1 MaSCA 及 MCN 的临床及影像特征比较

	MaSCA(n=32)	MCN(n=36)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄	47.0±14.7	41.9±12.0	1.579	0.119
性别(男:女)*	9:23	0:36	—	0.001
囊肿最大径(cm)	3.8(2.1)	5.0(2.7)	-3.006	0.003
位置(头:体尾)	11:21	1:35	11.638	0.001
形状(类圆形:分叶)	6:26	13:23	2.536	0.111
囊壁(薄:厚)	24:8	17:19	5.460	0.019
分隔(有:无)	29:3	25:11	4.649	0.031
分隔(薄:厚)	18:11	14:11	0.205	0.651
壁结节(有:无)	7:25	8:28	0.001	0.973

注:* 两组显著性比较应用统计学方法中“性别”应用 Fisher 确切概率法,无 χ^2 值

表 2 基于 FS-T₁WI 纹理分析中两组差异有统计学意义的参数

纹理参数	SSF	MaSCA	MCN	t/Z	P	AUC
Mean	0	248.51(279.40)	170.96(191.66)	-2.470	0.014	0.674
SD	0	54.85(72.71)	35.63(49.06)	-2.150	0.032	0.652
	3	180.77(137.42)	124.19(126.67)	-1.966	0.049	0.639
	4	195.09(144.91)	132.26(140.90)	-1.978	0.048	0.640
	5	199.37(168.55)	140.28(169.18)	-1.978	0.048	0.640
	6	198.98(157.42)	141.69(192.30)	-2.027	0.043	0.643
Entropy*	0	5.15±0.69	4.80±0.65	2.116	0.038	0.645
Mpp	0	248.51(279.40)	170.96(191.66)	-2.470	0.014	0.674
	2	102.65(70.89)	62.68(82.58)	-2.568	0.010	0.681
	3	121.36(103.02)	73.65(104.63)	-2.728	0.006	0.693
	4	132.38(123.93)	79.61(110.78)	-2.728	0.006	0.693
	5	140.53(144.78)	77.67(119.62)	-2.666	0.008	0.688
	6	146.11(186.74)	77.09(118.25)	-2.543	0.011	0.680
Skewness	0	0.76(1.22)	1.41(1.21)	-2.654	0.008	0.688
Kurtosis	0	1.46(1.70)	4.06(1.70)	-3.821	0.000	0.770
	4	0.92(2.53)	2.29(2.36)	-2.212	0.027	0.656
	5	0.50(96.35)	1.75(2.00)	-2.556	0.011	0.681
	6	0.42(1.20)	1.13(1.94)	-2.310	0.021	0.663

注:* 仅有 Entropy(SSF=0)应用独立样本 t 检验, $t = 2.116$ 。

表3 基于FS-T₂WI纹理分析中两组差异有统计学意义的参数

纹理参数	SSF	MaSCA	MCN	Z	P	AUC
Skewness	0	-0.70(0.91)	-1.59(0.71)	-3.914	0	0.776
Kurtosis	0	-0.10(1.59)	2.29(3.34)	-4.528	0	0.820
	5	-0.20(0.87)	-0.71(0.58)	-2.673	0.008	0.689
	6	-0.37(0.6)	-0.80(0.61)	-3.084	0.002	0.718

以囊肿大小、位置、囊壁厚薄及分隔有无为自变量构建诊断MCN影像模型AUC为0.849,敏感度较高,为86.1%,特异度较低,为68.7%。以Mean(SSF=0, T₁WI)、SD(SSF=0, T₁WI)、Entropy(SSF=0, T₁WI)、Mpp(SSF=3,4, T₁WI)、Skewness(SSF=0, T₁WI)、Kurtosis(SSF=0, T₁WI)及Skewness(SSF=0, T₂WI)、Kurtosis(SSF=0, T₂WI)作为自变量构建诊断MCN的纹理分析模型AUC为0.887,敏感度及特异度均较高,分别约80.6%、84.4%。组合模型的AUC、敏感度及特异度均最高,分别约0.958、88.9%、90.6%(表4,图2)。

表4 影像模型、纹理分析模型及组合模型诊断性能

	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)
影像模型	0.849	0.761, 0.938	86.1	68.7
纹理分析模型	0.887	0.806, 0.968	80.6	84.4
组合模型	0.958	0.915, 1	88.9	90.6

讨论

在本研究我们构建了影像模型、纹理分析模型及组合模型用于鉴别MaSCA和MCN,同时比较三者的诊断效能,纹理分析模型略高于影像模型,但组合模型明显高于前两者。纹理分析以无创的方式对胰腺囊腺瘤进行危险分层,在辅助临床影像诊断及临床决策提供指导方面有很大的应用潜能及价值。

胰腺SCA及MCN发病具有明显性别倾向,SCA男女发病比例约3:1,平均发病年龄60~65岁^[10,11],MCN男女发病比例约20:1,高发于47~50岁^[12,13]。

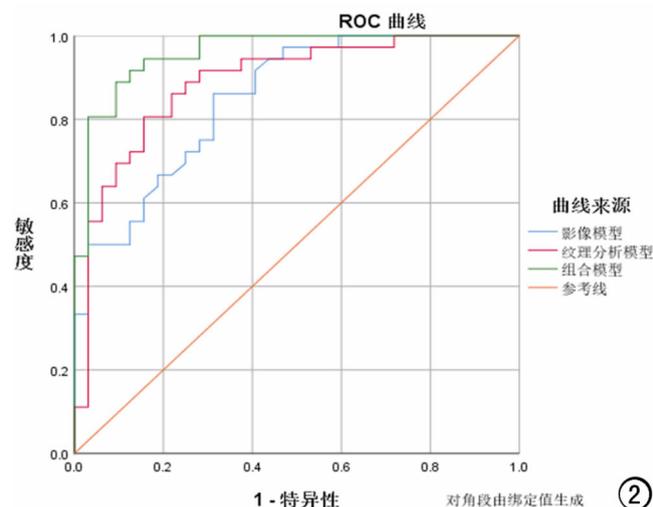


图2 ROC曲线示各模型鉴别MaSCA和MCN效能

与既往研究一致,在该研究中MaSCA发病年龄高于MCN且均好发于女性,但是性别分布比例及发病年龄与文献报道均有所差异,考虑与两组患者病例数少及SCA中仅纳入MaSCA患者有关。影像特征与既往研究相符^[1,14],MCN体积大、好发于体尾部且囊壁厚,MaSCA体积小、好发于胰头且囊壁薄。文献报道^[14,15]MCN及MaSCA在形状上差异显著,MCN通常为类圆形而MaSCA多分叶状且两者是否存在分隔无统计学差异,这与本研究结果两组均多见分叶状外形且差异不显著、MaSCA多见分隔且差异显著的结果相佐,考虑一方面为病例数所限,另一方面为影像检查差异,本研究为基于MRI征象分析,相较于既往CT检查,具有较高的组织分辨率,对细微征象观察清晰。

肿瘤从大体到细胞水平、遗传到表观水平都是不均匀的,在细胞密度、血管生成和坏死均存在空间异质性,因此,术前无创性评估肿瘤内异质性对临床价值很大。MaSCA囊壁由扁平或立方上皮细胞组成且有导管分化趋势,囊腔充满浆液^[1]。MCN上皮由分泌粘蛋白的柱状细胞构成,上皮细胞与异型增生或浸润性癌相关,上皮细胞下存在卵巢样基质,MCN囊腔充满粘液。MaSCA和MCN在组织学层面的差异反映在MR图像上是纹理分析的基础^[16]。纹理分析是指利用各种数学方法,定量评估图像的灰度强度和像素的位置获取各种纹理特征,从而反映肿瘤内部异质性特点^[17,18]。本研究获取的6种纹理参数中,平均灰度值代表ROI内像素的平均值;标准差代表平均值离散度;偏度指像素分布不对称的平均量度;峰度指直方图像素强度的峰值^[19];熵反映组织的不规则度或复杂度^[20];正像素平均值表示高于阈值零的平均灰度强度,减少了图像中暗物质的影响^[21]。

本研究基于FS-T₁WI提取有统计学差异纹理参数中MaSCA的平均灰度值、标准差、熵、正像素平均值均高于MCN,其中熵常用来反映组织的异质性。梁萌等^[22]基于CT进行囊液纹理分析结果显示MCN的熵显著高于SCA,与本研究不同,考虑差异一方面在于ROI范围,前研究避免囊壁及钙化成分,本研究ROI包括整个病变轮廓,涵盖成分复杂。另一方面,本研究在对影像征象进行分析时MaSCA的分隔特征显著高MCN,对最终结果也有一定影响。本研究结果显示基于FS-T₁WI MCN的偏度和峰度明显高于MaSCA。Li等^[23]利用MRI纹理分析技术鉴别具有

恶性潜能的胰腺无功能神经内分泌肿瘤与良性或低度恶性的实性假乳头状瘤,训练集和验证集两组患者 FS-T₁WI 偏度和峰度数据均无统计学差异,但 Li 等研究是基于实性肿瘤且应用于有明显良恶性差异的病变。本研究基于 FS-T₂WI 的纹理参数中 SSF=0 时 MaSCA 较 MCN 的偏度大、峰度小且有统计学差异。Lupean 等^[24]基于 T₂WI 纹理分析鉴别卵巢良恶性囊肿,良性较恶性者偏度小、峰度大且有统计学差异。Cheng 等^[21]基于 FS-T₂WI 提取纹理特征鉴别胰腺良恶性囊性病变,偏度和峰度均无统计学差异,以上相关研究与本研究存在差异,考虑原因为我们入组的 MCN 中未根据组织分化程度做进一步分类且胰腺囊性病纹理参数意义还有待探索^[20]。

本研究为鉴别 MaSCA 和 MCN,基于 MRI FS-T₁WI 和 FS-T₂WI 分别构建了影像模型、纹理分析模型和组合模型,组合模型 AUC 高达 0.958,结果充分表明 MRI 纹理分析能够显著提高 MaSCA 和 MCN 的诊断效能,纹理特征与影像特征综合分析具有很重要的临床意义。既往纹理分析研究多是基于实性肿瘤,对囊性病鉴别少见。Cheng 等^[21]基于 MRI 纹理分析构建模型对鉴别胰腺良恶性囊性病有一定价值。Xie 等^[15]分别构建影像模型、基于 CT 纹理分析技术的组学模型及组合模型,结果表明组合模型对 MaSCA 和 MCN 进行鉴别诊断有最好的性能,AUC 达 0.994,充分证实了 CT 纹理分析技术对术前鉴别胰腺囊腺瘤的价值。Wang 等^[25]基于 MRI 纹理分析构建回归模型鉴别 MCN 和 SCA,AUC 高达 0.879,与本研究结果近似。

本研究有一定局限性。首先,本研究为回顾性单中心研究,在前文中也提及样本量小对结果有所影响,故设置内外验证集的大样本、前瞻性、多中心研究十分重要;第二,ROI 的标注只是在病变最大的单一层面未涵盖全部病变特点且我们仅基于最常见的 MRI 扫描序列进行纹理分析,未来研究中应纳入多序列多层面组学分析会更有说服力;第三,ROI 的标注是手工进行,标注偏差可能造成直方图的混乱,未来基于自动分割或半自动分割 ROI 的标注,消除手工分割的主观影响,在诊断的准确性会有所提高;第四,寡囊性囊腺瘤还应与胰腺假性囊肿及分支型导管内乳头状粘液性肿瘤(branch-duct intraductal papillary mucinous neoplasm, BD-IPMN)鉴别,假性囊肿通常伴有胰腺炎病史, BD-IPMN 在 MRCP 上可见与胰管相通^[26],有助于两者鉴别。

总之,本研究综合影像特征和纹理特征的组合模型有助于术前无创性鉴别 MaSCA 和 MCN,具有很高的诊断性能。

参考文献:

- [1] Khurana B, Mortelet KJ, Glickman J, et al. Macrocystic serous adenoma of the pancreas: radiologic-pathologic correlation[J]. *Am J Roentgenol*, 2003, 181(1): 119-123.
- [2] Jais B, Rebours V, Malleo G, et al. Serous cystic neoplasm of the pancreas: A multinational study of 2622 patients under the auspices of the international association of pancreatology and european pancreatic club (european study group on cystic tumors of the pancreas)[J]. *Gut*, 2016, 65(2): 305-312.
- [3] 孙伟, 方旭, 边云, 等. 胰腺实性浆液性囊性肿瘤的 CT 与 MRI 特征[J]. *放射学实践*, 2020, 35(9): 1143-1146.
- [4] 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]. *Pancreatol*, 2012, 12(3): 183-197.
- [5] European Study Group on Cystic Tumours of the P. European evidence-based guidelines on pancreatic cystic neoplasms[J]. *Gut*, 2018, 67(5): 789-804.
- [6] Lambin P, Leijenaar RTH, Deist TM, et al. Radiomics: the bridge between medical imaging and personalized medicine[J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2017, 14(12): 749-762.
- [7] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data[J]. *Radiology*, 2016, 278(2): 563-577.
- [8] Choi MH, Lee YJ, Yoon SB, et al. MRI of pancreatic ductal adenocarcinoma: texture analysis of T₂-weighted images for predicting long-term outcome[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44(1): 122-130.
- [9] Jang DK, Song BJ, Ryu JK, et al. Preoperative diagnosis of pancreatic cystic lesions: the accuracy of endoscopic ultrasound and cross-sectional imaging[J]. *Pancreas*, 2015, 44(8): 1329-1333.
- [10] Reid MD, Choi H, Balci S, et al. Serous cystic neoplasms of the pancreas: clinicopathologic and molecular characteristics[J]. *Semin Diagn Pathol*, 2014, 31(6): 475-483.
- [11] Tseng JF, Warshaw AL, Sahani DV, et al. Serous cystadenoma of the pancreas: tumor growth rates and recommendations for treatment[J]. *Ann Surg*, 2005, 242(3): 413-421.
- [12] Nilsson LN, Keane MG, Shamali A, et al. Nature and management of pancreatic mucinous cystic neoplasm (MCN): A systematic review of the literature[J]. *Pancreatol: Official J the International Association of Pancreatology (IAP)*, 2016, 16(6): 1028-1036.
- [13] Dorobantu BM, Matei E, Herlea V, et al. Diagnosis, morphopathological profile and treatment of mucinous cystadenoma of the pancreas—a single center experience[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2018, 59(4): 1155-1163.
- [14] Cohen-Scali F, Vilgrain V, Brancatelli G, et al. Discrimination of unilocular macrocystic serous cystadenoma from pancreatic pseudocyst and mucinous cystadenoma with CT: Initial observations[J]. *Radiology*, 2003, 228(3): 727-733.
- [15] Xie H, Ma S, Guo X, et al. Preoperative differentiation of pancreatic mucinous cystic neoplasm from macrocystic serous cystic adenoma using radiomics: preliminary findings and comparison with radiological model[J]. *Eur J Radiol*, 2020, 122: 108747.
- [16] Aerts HJ, Velazquez ER, Leijenaar RT, et al. Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach[J]. *Nat Commun*, 2014, 5(1): 4006.

- [17] Davnall F, Yip CS, Ljungqvist G, et al. Assessment of tumor heterogeneity; an emerging imaging tool for clinical practice? [J]. *Insights Imaging*, 2012, 3(6): 573-589.
- [18] Lubner MG, Smith AD, Sandrasegaran K, et al. CT texture analysis: definitions, applications, biologic correlates, and challenges [J]. *RadioGraphics*, 2017, 37(5): 1483-1503.
- [19] Miles KA, Balaji G, Hayball MP. CT texture analysis using the filtration-histogram method; what do the measurements mean? [J]. *Cancer Imaging*, 2013, 13(3): 400-406.
- [20] Just N. Improving tumour heterogeneity MRI assessment with histograms [J]. *Br J Cancer*, 2014, 111(12): 2205-2213.
- [21] Cheng SH, Liu D, Hou B, et al. PET-MRI imaging and MR texture analysis in the diagnosis of pancreatic cysts: A prospective preliminary study [J]. *Acad Radiol*, 2020, 27(7): 996-1005.
- [22] 梁萌赵, 马霄虹. 囊液 CT 纹理分析在鉴别胰腺浆液性囊腺瘤与黏液性囊性肿瘤中的价值 [J]. *实用放射学杂志*, 2018, 34(9): 1381-1385.
- [23] Li X, Zhu H, Qian X, et al. MRI texture analysis for differentiating nonfunctional pancreatic neuroendocrine neoplasms from solid pseudopapillary neoplasms of the pancreas [J]. *Acad Radiol*, 2020, 27(6): 815-823.
- [24] Lupean RA, Stefan PA, Feier DS, et al. Radiomic analysis of MRI images is instrumental to the stratification of ovarian cysts [J]. *J Pers Med*, 2020, 10(3): E127.
- [25] 王波涛, 何蕾, 刘刚, 等. 磁共振成像纹理特征分析在胰腺浆液性囊腺瘤及黏液性囊腺瘤鉴别诊断中的价值 [J]. *中国医学科学院学报*, 2018, 40(2): 187-193.
- [26] Bollen TL, Wessels FJ. Radiological workup of cystic neoplasms of the pancreas [J]. *Visc Med*, 2018, 34(3): 182-190.

(收稿日期: 2020-07-28 修回日期: 2020-11-05)

《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

遵照同行评议、价值导向、等效应用原则,国内各大学会、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序,《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息,致力于为关注医学影像领域的广大人士服务。欢迎大家通过微信平台,以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动,分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文,投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信,通过“添加朋友”,在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 在“查找微信公众号”栏里输入“放射学实践”即可找到微信公众号,点击“关注”,添加到通讯录。
3. 打开微信,点击“扫一扫”,手机镜头对准下面的二维码,扫出后点击关注即可。



关注有惊喜!