

## CT成像的放射组学特征在胰腺炎诊断中的评估效能

### Evaluation efficacy of radiomic features of CT imaging in the diagnosis of pancreatitis

Zhou Nan, Zhu Huachen, Li Nanxin, He Qiang

引用本文:

周楠, 朱华晨, 李函馨, 等. CT成像的放射组学特征在胰腺炎诊断中的评估效能[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(12): 718-723. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249

Zhou Nan, Zhu Huachen, Li Nanxin, et al. Evaluation efficacy of radiomic features of CT imaging in the diagnosis of pancreatitis[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(12): 718-723. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 2种胰腺良性病变的<sup>18</sup>F-FDG PET/CT诊断辨析

Differential diagnosis and analysis of two kinds of benign pancreatic lesions by <sup>18</sup>F-FDG PET/CT

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(3): 291-295 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.018>

#### 基于骰骨MRI的糖尿病足影像组学特征

Radiomic features of diabetic foot based on cuboid magnetic resonance imaging

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 759-766 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202011036-00122>

#### <sup>18</sup>F-FDG PET/CT图像的影像组学分析在胶质瘤MGMT基因甲基化状态评估中的初步应用

Radiomic analysis of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT images in the evaluation of the MGMT methylation status in gliomas

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(8): 486-492 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903057-00064>

#### 高分辨率CT影像组学联合传统影像学征象预测肺腺癌微血管浸润的价值

Value of HRCT radiomics combined with traditional imaging features in predicting microvascular invasion of lung adenocarcinoma

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(9): 541-547 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201909006-00075>

#### 基于PET/CT、HRCT特征的评分系统鉴别诊断孤立性肺部病变的临床研究

Clinical study on diagnosis of solitary pulmonary lesions by scoring system based on PET/CT and high-resolution computed tomography features

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(1): 8-14 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.01.002>

#### 肝脏异位胰腺<sup>18</sup>F-FDG PET/CT影像学表现一例

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT imaging of hepatic ectopic pancreas: a case report

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(9): 600-603 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201905016-00073>

·临床研究·

# CT 成像的放射组学特征在胰腺炎诊断中的评估效能

周楠<sup>1</sup> 朱华晨<sup>1</sup> 李因馨<sup>1</sup> 何强<sup>2</sup><sup>1</sup>首都医科大学附属北京天坛医院放射科, 北京 100070; <sup>2</sup>首都医科大学附属北京天坛医院消化内科, 北京 100070通信作者: 周楠, Email: [zhounantyy@163.com](mailto:zhounantyy@163.com)

**【摘要】目的** 探讨胰腺 CT 成像的放射组学特征在功能性腹痛(FAP)、复发性急性胰腺炎(RAP)、慢性胰腺炎(CP)患者诊断中的评估效能。**方法** 回顾性分析 2017 年 12 月至 2020 年 12 月在首都医科大学附属北京天坛医院接受腹部增强 CT 检查的 168 例患者的 CT 影像资料, 根据纳排标准, 共选取 48 例患者进行研究, 其中男性 23 例、女性 25 例, 年龄 39~84(47.8±10.2)岁; FAP 患者 16 例(FAP 组)、RAP 患者 18 例(RAP 组)、CP 患者 14 例(CP 组)。通过在 CT 图像上绘制感兴趣区来勾画胰腺轮廓。从每个感兴趣区提取 62 个放射组学特征, 共分为 5 类, 分别是一阶统计量、灰度共生矩阵(GLCM)、灰度行程矩阵(GLRLM)、邻域灰度差矩阵(NGTDM)和形态学特征, 并在 3 组患者间进行比较。根据组别建立 3 个 IsoSVM 机器学习模型, 对 IsoSVM 模型进行训练, 并在遗漏的交叉验证样本上进行测试。RAP 患者、FAP 患者、CP 患者的放射组学特征的比较采用 Wilcoxon 秩和检验。使用受试者工作特征曲线及曲线下面积(AUC)评估个体放射组学特征的评估效能。**结果** 在单变量分析中, 9 个放射组学特征(8 个 GLCM 特征和 1 个 NGTDM 特征)在患者组间的差异有统计学意义( $Z=3.45\sim 29.76$ , 均  $P<0.05$ )。RAP 患者与 FAP 和 CP 患者分别进行比较, 放射组学特征的 AUC 范围分别为 0.76~0.93 和 0.73~0.91。IsoSVM 机器学习模型的总体预测准确率为 82.1%。FAP 组的灵敏度、特异度分别为 78.7%、100%, AUC 为 0.90。RAP 组的灵敏度、特异度分别为 95.2%、77.8%, AUC 为 0.87, 而 CP 组的灵敏度、特异度分别为 70.9%、94.8%, AUC 为 0.89。**结论** CT 成像的部分放射组学特征对胰腺炎的诊断有较好的评估效能, 可以区分 FAP、RAP 和 CP 患者。

**【关键词】** 体层摄影术, X 线计算机; 放射组学; 复发性急性胰腺炎; 慢性胰腺炎DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249)

## Evaluation efficacy of radiomic features of CT imaging in the diagnosis of pancreatitis

Zhou Nan<sup>1</sup>, Zhu Huachen<sup>1</sup>, Li Nanxin<sup>1</sup>, He Qiang<sup>2</sup><sup>1</sup>Department of Radiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China; <sup>2</sup>Department of Digestive Medicine, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, ChinaCorresponding author: Zhou Nan, Email: [zhounantyy@163.com](mailto:zhounantyy@163.com)

**【Abstract】Objective** To evaluate the diagnostic efficacy of the radiological features of pancreatic CT imaging in patients with functional abdominal pain (FAP), recurrent acute pancreatitis (RAP), and chronic pancreatitis (CP). **Methods** Retrospective analysis was performed on the CT image data of 168 patients who received abdominal enhanced CT examination in Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University from December 2017 to December 2020. According to the criteria for admission and emission, 48 patients were selected for the study, including 23 males and 25 females, aged 39 to 84 (47.8±10.2) years, and 16 cases of FAP (FAP group), 18 cases of RAP (RAP group), and 14 cases of CP (CP group). The pancreas outline was obtained by drawing the region of interest on the CT image. Sixty-two radiologic features were extracted from each region of interest, which were

divided into five categories, namely, the first-order statistics, the gray-level co-occurrence matrix (GLCM), the gray-level run-length matrix, the neighbouring gray tone difference matrix (NGTDM), and the morphological features, and compared among the three groups. According to the groups, three IsoSVM machine learning models were established, trained, and tested on the missing cross validation samples. The Wilcoxon rank sum test was used to compare the radiation characteristics of the patients with RAP, FAP, and CP. The predictive performance of individual radiological characteristics was evaluated using the receiver operator characteristic curve and the area under the curve (AUC).

**Results** In the univariate analysis, a significant difference was found between the patient groups in nine radiation group characteristics (eight GLCM characteristics and one NGTDM characteristic) ( $Z=3.45-29.76$ , all  $P<0.05$ ). Compared RAP patients with FAP and CP patients, the AUC ranges were 0.76–0.93 and 0.73–0.91. The overall prediction accuracy of the IsoSVM machine learning model was 82.1%. The sensitivity and specificity of the FAP group were 78.7% and 100%, respectively, and the AUC was 0.90. The sensitivity and specificity of the RAP group were 95.2% and 77.8%, respectively, and the AUC was 0.87, while those of the CP group were 70.9%, 94.8%, and 0.89, respectively.

**Conclusion** Some of the radiographic features of CT imaging have a good evaluation efficiency in the diagnosis of pancreatitis and can distinguish between patients with FAP, RAP, and CP.

**【 Key words 】** Tomography, X-ray computed; Radiomics; Recurrent acute pancreatitis; chronic pancreatitis

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202112001-00249)

复发性急性胰腺炎(recurrent acute pancreatitis, RAP)是外科常见的急腹症之一,具有发病急、进展快、病死率高等特点,发病的原因包括胆结石或胆汁淤积、饮酒、Oddi括约肌功能障碍、基因突变、胰管干扰胰腺分泌物的正常流动等<sup>[1-4]</sup>。诊断为急性胰腺炎的患者复发率为 17%~22%,高达 36%的急性胰腺炎患者最终会发展为慢性胰腺炎(chronic pancreatitis, CP)<sup>[5-6]</sup>。影像检查在急性胰腺炎的诊断中具有重要的作用,其中超导 MRI 与多层螺旋 CT 最为常用,而 CT 具有图像采集速度快、空间分辨率高、可重复性强、操作简便等优势,更具推广价值。但 RAP 患者在急性胰腺炎发作消退后及复发发作期间,其胰腺在 CT 上通常显示正常,这使得 RAP 的诊断具有挑战性<sup>[7-9]</sup>。因此,需要诊断工具来进一步完善 RAP 的临床诊断,并将其与其他腹痛区分开来。

放射组学是应用计算机图像处理的手段将 ROI 的影像数据转化为可挖掘的高维特征数据,利用纹理分析对放射成像的定量特征进行研究,可提供许多疾病过程中潜在的病理学外的信息,其已经在乳腺癌、肺癌和脑转移等疾病中显示出潜在的价值<sup>[10-11]</sup>。由于腹痛和胰酶升高都不是急性胰腺炎的专属特征,因此,从 CT 图像中提取出的放射组学

特征在诊断胰腺炎患者的病变特征方面有重要意义。本研究通过观察 RAP 患者的胰腺 CT 放射组学特征,分析胰腺的放射组学特征是否能区分功能性腹痛(functional abdominal pain, FAP)、RAP 和 CP 患者,以期 CT 成像的放射组学特征在胰腺炎精准诊断中的应用提供理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2017 年 12 月至 2020 年 12 月于首都医科大学附属北京天坛医院接受腹部增强 CT 检查的 168 例患者的 CT 影像资料,其中男性 80 例、女性 88 例,年龄 34~85(44.7±11.6)岁。由于此研究为回顾性单中心队列研究,医院伦理委员会批准免除知情同意。根据临床评估,将患者分为 3 组: FAP 组、RAP 组、CP 组。

### 1.2 纳入和排除标准

RAP 患者的纳入标准<sup>[12]</sup>: (1)腹痛且处于发作期; (2)腹部影像检查结果与急性胰腺炎一致; (3)血清淀粉酶或脂肪酶升高≥正常上限值的 3 倍。

CP 患者的纳入标准<sup>[13]</sup>: (1)胰腺钙化; (2)显著或持续的外分泌功能不全; (3)因胰腺炎导致反复间歇性上腹部疼痛,经保守治疗可缓解症状;

(4)腹部影像检查结果与CP一致(胰体尾萎缩、胰头增大、边缘清楚、胰腺钙化等);(5)胰腺及周围组织炎症明显,并出现脓肿、假性囊肿等并发症。

FAP患者的纳入标准:(1)大多数患者符合功能性消化不良或肠易激综合症的罗马IV标准<sup>[14]</sup>;(2)所有FAP患者均无淀粉酶和(或)脂肪酶升高史( $\geq$ 正常上限的值的3倍)。

排除标准:(1)缺乏腹部增强CT图像;(2)胰腺附近存在异物(如支架或手术夹),在胰腺上产生线束硬化伪影;(3)有类似胰腺炎的特征(包括胰周脂肪滞留和水肿);(4)有胰腺手术史;(5)术后组织病理学检查结果为恶性肿瘤。

根据排除标准排除了120例患者,因此本研究共选取48例患者进行后续研究,包括男性23例、女性25例,年龄39~84(47.8 $\pm$ 10.2)岁。其中,FAP组16例(33.3%)、RAP组18例(37.5%)、CP组14例(29.2%)。

### 1.3 CT图像的采集和ROI的勾画<sup>[15]</sup>

扫描仪为荷兰Philips公司Brilliance 256层iCT。所有患者均在注射造影剂后60s获得腹部标准静脉期CT图像。采用高压注射器经静脉以4~5 ml/s的注射速率注射100~120 ml碘佛醇(江苏恒瑞医药,350 mg I/ml),为每例患者定制个性化扫描方案,以最大程度地减少剂量。扫描参数:管电压为120 kV,管电流为300 mA,螺距0.6~0.8,准直宽为64 $\times$ 0.6 mm。仅分析对比时间比较标准的静脉期图像。

将CT图像的DICOM文件下载到MATLAB程序中,由1名有4年以上工作经验的放射科医师在单张切片的ROI上勾画胰腺,再由1名有10年以上工作经验的腹部放射科医师仔细检查,并在必要时进行修改,以确保勾画的准确性。

### 1.4 放射组学特征的提取

采用MATLAB9.5软件(美国MathWorks公司)提取了62个放射组学特征,共分为5类,分别是一阶统计量(10个)、灰度共生矩阵(gray-level co-occurrence matrix, GLCM)(15个)、灰度行程矩阵(gray-level run-length matrix, GLRLM)(18个)、邻域灰度差矩阵(neighbouring gray tone difference matrix, NGTDM)(14个)和形态学特征(5个)。GLCM和GLRLM均以4个不同角度(0°、45°、90°、135°)生成并计算其平均值。我们

在分析中使用64个同样大小的分档和灰度级,分别提取不同组别患者的放射组学特征。放射组学特征的获取步骤包括:(1)放射图像的采集;(2)在采集的图像上识别ROI;(3)从ROI提取放射性特征。

### 1.5 机器学习

根据患者组别建立3个IsoSVM机器学习模型。IsoSVM是一种混合分类算法,由Isomap和支持向量机(support vector machines, SVM)两种算法组成。SVM模型采用的核函数为线性核函数,其采用AUC以及灵敏度和特异度评估机器模型的预测能力。使用Wilcoxon秩和检验比较3组患者中差异有统计学意义的放射组学特征,从中选择用于训练IsoSVM的特征。然后使用上述程序选择的特征对IsoSVM模型进行训练,并在遗漏的交叉验证样本上进行测试。以上操作均通过Python软件实现。

### 1.6 统计学方法

所有数据分析均采用SPSS 19.0和MATLAB软件进行。提取的放射组学特征的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示(符合正态分布)。RAP患者、FAP患者、CP患者的放射组学特征之间的比较采用Wilcoxon秩和检验。使用ROC曲线及AUC评估不同组别患者放射组学特征的评估效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者一般特征

与RAP和FAP患者相比,CP患者平均年龄大9岁左右,糖尿病发病率较高,且重度饮酒者和当前吸烟者占比较多(表1)。

### 2.2 放射组学特征

在单变量分析中,有9个放射组学特征在3组患者中的差异有统计学意义( $Z=3.45\sim 29.76$ ,均 $P<0.05$ )(表2),其中8个是GLCM特征,1个是NGTDM特征。

### 2.3 机器学习模型的验证结果

对于这9个放射特征,我们构建了单独的ROC曲线来测量AUC;将RAP患者与FAP和CP患者分别进行比较时,AUC的范围分别为0.76~0.93和0.73~0.91(表3)。

IsoSVM机器学习模型的总体预测准确率为82.1%。FAP组的灵敏度、特异度分别为78.7%、

**表 1** 临床确诊的不同类型腹痛患者的基线特征

**Table 1** Baseline characteristics of patients with different types of abdominal pain based on clinical diagnosis

基线特征	功能性腹痛 (n=16)	复发性急性胰腺炎 (n=18)	慢性胰腺炎 (n=14)
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	45.4±10.1	43.8±12.3	54.3±11.5
男性[例(%)]	5(31.3)	10(55.6)	8(57.1)
体重指数( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	25.4±3.6	23.5±4.3	22.7±3.8
糖尿病[例(%)]	2(12.5)	3(16.7)	6(42.8)
饮酒程度[例(%)]			
重度	3(18.8)	4(22.2)	7(50.0)
中度	1(6.3)	2(11.1)	1(7.1)
轻微	5(31.3)	2(11.1)	1(7.1)
节制	7(43.8)	10(55.6)	5(35.7)
吸烟史[例(%)]			
当前吸烟	2(12.5)	3(16.7)	3(21.4)
过去吸烟	1(6.3)	5(27.8)	3(21.4)
不吸烟	13(81.3)	10(55.6)	8(57.1)

**表 2** 临床确诊的不同类型腹痛患者的重要放射组学特征 ( $\bar{x} \pm s$ )

**Table 2** Important radiomics features of patients with different types of abdominal pain based on clinical diagnosis ( $\bar{x} \pm s$ )

放射组学特征	功能性腹痛 (n=16)	复发性急性胰腺炎 (n=18)	慢性胰腺炎 (n=14)
<b>GLCM</b>			
集群突出	426.76±212.31	60.89±103.07	(22.3±4.26)×10 <sup>3</sup>
集群阴影	-0.46±1.24	-3.26±3.21	513.37±634.28
集群趋势	1.16±0.63	1.83±0.78	27.50±11.23
相关性	0.24±0.08	0.49±0.07	0.63±0.11
熵值	0.68±0.34	1.46±0.37	2.26±0.48
能量	0.38±0.07	0.23±0.06	0.17±0.03
同质性	207.23±86.37	0.78±0.05	0.63±0.04
相关性的信息量度	0.76±0.11	0.49±0.08	0.62±0.10
<b>NGTDM</b>			
对比度	(0.52±0.98)×10 <sup>-5</sup>	(2.06±1.03)×10 <sup>-5</sup>	(4.23±2.11)×10 <sup>-5</sup>

注: GLCM为灰度共生矩阵; NGTDM为邻域灰度差矩阵

100%, AUC为0.90。RAP组的灵敏度、特异度分别为95.2%、77.8%, AUC为0.87, 而CP组的灵敏度、特异度分别为70.9%、94.8%, AUC为0.89(图1)。

### 3 讨论

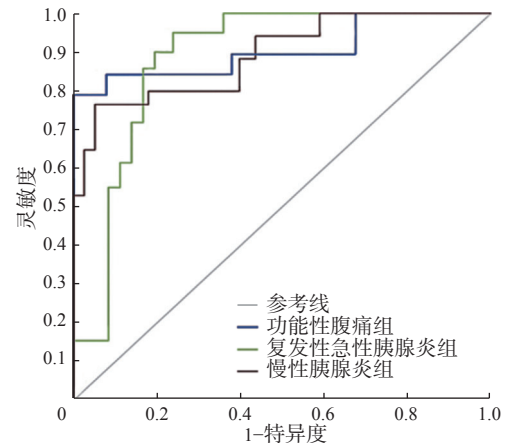
影像检查是急性胰腺炎诊断的重要组成部分, 有助于确诊并检测并发症。但对于仅根据腹痛症状、实验室检查结果或在急性胰腺炎发作期间获得

**表 3** 不同类型腹痛患者组间比较中单个放射组学特征的曲线下面积和P值

**Table 3** Areas under the curve and P values of individual radiation features in patients with different types of abdominal pain were compared

放射组学特征	复发性急性胰腺炎对功能性腹痛		复发性急性胰腺炎对慢性胰腺炎	
	AUC	P值	AUC	P值
<b>GLCM</b>				
集群突出	0.87	<0.001	0.87	<0.001
集群阴影	0.85	<0.001	0.91	<0.001
集群趋势	0.76	0.005	0.87	<0.001
相关性	0.91	<0.001	0.79	0.007
熵值	0.88	<0.001	0.81	0.006
能量	0.79	0.004	0.73	0.013
同质性	0.85	<0.001	0.75	0.008
相关性的信息量度	0.93	<0.001	0.81	0.006
<b>NGTDM</b>				
对比度	0.85	<0.001	0.75	0.008

注: AUC为曲线下面积; GLCM为灰度共生矩阵; NGTDM为邻域灰度差矩阵; P值基于Wilcoxon秩和检验



**图 1** 不同类型腹痛患者的 IsoSVM 机器学习模型的受试者工作特征曲线

**Figure 1** The receiver operator characteristic curve of IsoSVM machine learning model for patients with different kinds of abdominal pain

的影像资料不能直接诊断为RAP的患者, 放射组学可能是一种有用的辅助诊断手段。初步诊断一旦确定, 即可根据放射组学特征来确诊并进行适当的治疗, 使用非创伤性方法将急性胰腺炎与CP和其他引起腹痛的原因(包括FAP)进行区分, 可减少有创伤性的过度治疗(如超声内镜和内镜逆行胆胰管造影术等)。

在本研究中我们发现, 在单变量分析中, 8个GLCM特征和1个NGTDM特征在3组患者中的

差异有统计学意义,说明这 9 个特征在区分这 3 种疾病方面具有优势;不同组中的 AUC 分析结果表明这 9 个特征参数具有诊断意义。同质性和相关性的信息量度都是评价 ROI 同质性的特征。同质性和相关性信息量度显示:FAP 组患者胰腺的同质性最高,在 RAP 和 CP 患者中,胰腺的同质性降低,CP 患者胰腺的同质性最低。此外,熵值是异质性的一种度量,分析结果显示:CP 患者胰腺的异质性最大,而 RAP 患者胰腺的异质性最小。FAP 患者的胰腺结构没有变化,因为疼痛不是由炎症引起且胰腺组织正常;CP 患者通常具有导管扩张和钙化的症状变化,其组织病理学表现为慢性炎症和纤维化,因此其异质性最大。RAP 患者曾经历过急性胰腺炎发作,但未发展为 CP,故异质性介于另外 2 组之间。在分析一个体素与其相邻体素之间差异的 NGTDM 特征中,对比度是唯一重要的特征,对比度量化了相邻体素之间的强度差异。FAP 患者的对比度最低,而 CP 患者的对比度最高,是由于其胰腺中存在钙化区域。

有研究表明,放射组学可揭示对肿瘤发生具有预测性的信号,能够捕获肿瘤内在的异质性,并与潜在的基因表达类型相关联<sup>[16]</sup>。一项对 53 例胰腺癌患者的 CT 图像的研究结果显示,有 14 个 GLCM 特征可以区分高等级和低等级的胰腺导管内乳头状黏液性肿瘤,其个体 AUC 为 0.64~0.82<sup>[16]</sup>。一项对胰腺癌患者 CT 切片的研究结果显示,GLCM 的熵值和相关性的信息量度可用来区分胰腺导管癌和健康胰腺组织<sup>[17]</sup>。Chu 等<sup>[18]</sup>通过一项 CT 检查胰腺的研究发现,GLCM 中相关性的信息量度是其最显著的特征之一。本研究中我们发现的显著特征与以上文献报道的放射组学特征研究结果基本一致。

但本研究还存在一定局限性:(1)研究样本相对较少,需要更大规模的样本来评估群体之间的差异;(2)本研究属于回顾性研究,没有将初始症状的出现作为评估疾病持续时间的因素,也没有分析患者中急性胰腺炎发作的总例数,未来可进行前瞻性研究,跟踪患者从疾病症状开始的全过程;(3)本研究中,胰腺的 ROI 勾画是手动进行的,为确保结果的准确性,需要更有效的分类算法来进行评估验证等。

总之,放射组学特征作为医学影像方法中的有

用工具,可在静脉期 CT 成像上区分 FAP、RAP 和 CP 患者,放射组学特征在精准诊断中的应用具有重要意义。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 周楠负责方法的建立、现场试验的开展、论文的撰写;朱华晨、李因馨负责现场试验的开展、数据的统计分析;何强负责数据的收集、整理与分析

## 参 考 文 献

- [1] 闫媛媛,张洁,靳二虎.改良 CT 和 MR 严重指数在急性胰腺炎诊断中的应用研究[J].*临床和实验医学杂志*,2018,17(10):1037-1039. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2018.10.010.  
Yan YY, Zhang J, Jin EH. Study on the application of modified CT and MR severity indices in patients with acute pancreatitis [J]. *J Clin Exp Med*, 2018, 17(10): 1037-1039. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2018.10.010.
- [2] 黄昊苏.生物碱对急性胰腺炎的治疗作用及机制研究进展[J].*中国普通外科杂志*,2018,27(3):367-373. DOI: 10.3978/j.issn.1005-6947.2018.03.016.  
Huang HS. Research progress of therapeutic effect of alkaloids on acute pancreatitis and their mechanisms [J]. *Chin J Gen Surg*, 2018, 27(3): 367-373. DOI: 10.3978/j.issn.1005-6947.2018.03.016.
- [3] 黄莺,李奇林,张存程,等.老年急性胰腺炎彩色多普勒超声和多层螺旋 CT 检查的影像学表现及检出率比较[J].*中国老年学杂志*,2018,38(8):1854-1856. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2018.08.027.  
Huang Y, Li QL, Zhang CC, et al. Comparison of imaging findings and detection rate between color Doppler ultrasonography and multi-slice spiral CT in elderly patients with acute pancreatitis [J]. *Chin J Gerontol*, 2018, 38(8): 1854-1856. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2018.08.027.
- [4] Testoni PA. Acute recurrent pancreatitis: etiopathogenesis, diagnosis and treatment [J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(45): 16891-16901. DOI: 10.3748/wjg.v20.i45.16891.
- [5] Sankaran SJ, Xiao AY, Wu LM, et al. Frequency of progression from acute to chronic pancreatitis and risk factors: a meta-analysis [J]. *Gastroenterology*, 2015, 149(6): 1490-1500.e1. DOI: 10.1053/j.gastro.2015.07.066.
- [6] Ahmed Ali U, Issa Y, Hagenars JC, et al. Risk of recurrent pancreatitis and progression to chronic pancreatitis after a first episode of acute pancreatitis [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2016, 14(5): 738-746. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.12.040.
- [7] Jagannath S, Garg PK. Recurrent acute pancreatitis: current concepts in the diagnosis and management [J]. *Curr Treat Options Gastroenterol*, 2018, 16(4): 449-465. DOI: 10.1007/s11938-018-0196-9.
- [8] Coté GA, Imperiale TF, Schmidt SE, et al. Similar efficacies of

- biliary, with or without pancreatic, sphincterotomy in treatment of idiopathic recurrent acute pancreatitis[J]. *Gastroenterology*, 2012, 143(6): 1502–1509.e1. DOI: 10.1053/j.gastro.2012.09.006.
- [9] Wu BU, Johannes RS, Sun X, et al. The early prediction of mortality in acute pancreatitis: a large population-based study [J]. *Gut*, 2008, 57(12): 1698–1703. DOI: 10.1136/gut.2008.152702.
- [10] Parekh VS, Jacobs MA. Integrated radiomic framework for breast cancer and tumor biology using advanced machine learning and multiparametric MRI[J/OL]. *NPJ Breast Cancer*, 2017, 3:43[2021-11-30]. <https://www.nature.com/articles/s41523-017-0045-3>. DOI: 10.1038/s41523-017-0045-3.
- [11] Peng LK, Parekh V, Huang P, et al. Distinguishing true progression from radionecrosis after stereotactic radiation therapy for brain metastases with machine learning and radiomics[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2018, 102(4): 1236–1243. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2018.05.041.
- [12] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会消化病学分会, 等. 急性胰腺炎基层诊疗指南(2019年)[J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(9): 819–826. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.09.004.
- Chinese Medical Association, Chinese Medical Journals Publishing House, Chinese Society of Gastroenterology, et al. Guideline for primary care of acute pancreatitis (2019)[J]. *Chin J Gen Pract*, 2019, 18(9): 819–826. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.09.004.
- [13] 中国医师协会胰腺病专业委员会慢性胰腺炎专委会. 慢性胰腺炎诊治指南(2018年, 广州)[J]. *中华消化杂志*, 2018, 38(11): 739–746. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1432.2018.11.003.
- Special Committee of Chronic Pancreatitis of Pancreatic Disease Professional Committee of Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of chronic pancreatitis (Guangzhou, 2018)[J]. *Chin J Dig*, 2018, 38(11): 739–746. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1432.2018.11.003.
- [14] 刘劲松. 功能性胃肠病罗马Ⅲ标准解读: 功能性腹痛[J]. *临床消化病杂志*, 2006, 18(5): 266–267. DOI: 10.3870/j.issn.1005-541X.2006.05.007.
- Liu JS. Interpretation of Rome Ⅲ standard for functional gastrointestinal diseases: functional abdominal pain[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2006, 18(5): 266–267. DOI: 10.3870/j.issn.1005-541X.2006.05.007.
- [15] Mashayekhi R, Parekh VS, Faghieh M, et al. Radiomic features of the pancreas on CT imaging accurately differentiate functional abdominal pain, recurrent acute pancreatitis, and chronic pancreatitis[J]. *Eur J Radiol*, 2020, 123: 108778. DOI: 10.1016/j.ejrad.2019.108778.
- [16] Hanania AN, Bantis LE, Feng ZD, et al. Quantitative imaging to evaluate malignant potential of IPMNs[J/OL]. *Oncotarget*, 2016, 7(52): 85776–85784[2021-11-30]. <https://www.oncotarget.com/article/11769/text/>. DOI: 10.18632/oncotarget.11769.
- [17] Eilaghi A, Baig S, Zhang YC, et al. CT texture features are associated with overall survival in pancreatic ductal adenocarcinoma—a quantitative analysis[J/OL]. *BMC Med Imaging*, 2017, 17(1): 38[2021-11-30]. <https://bmcmmedimaging.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12880-017-0209-5>. DOI: 10.1186/s12880-017-0209-5.
- [18] Chu LC, Park S, Kawamoto S, et al. Utility of CT radiomics features in differentiation of pancreatic ductal adenocarcinoma from normal pancreatic tissue[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 213(2): 349–357. DOI: 10.2214/AJR.18.20901.
- (收稿日期: 2021-12-01)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 谨防诈骗声明

近期发现有单位盗用我刊名义, 在社会上征集稿件、征收版面费, 造成了极其恶劣的影响, 严重地损害了我刊声誉。在此, 我刊编辑部严正声明, 我们未委托任何单位、公司及网站办理网上投稿、组稿及其相关业务。请广大读者、作者提高警惕, 以免上当受骗。我刊网站([www.ijrnm.com](http://www.ijrnm.com))可在线投稿、查询、审稿、退稿等, 欢迎广大读者、作者登录并进行相关浏览和投稿。

联系电话: 022-58089989、85682389

联系邮箱: [gjfh2006@irm-cams.ac.cn](mailto:gjfh2006@irm-cams.ac.cn)

本刊编辑部