

论 著

CT形态学特征及定量参数预测急性胰腺炎严重程度和住院时间

孙双双¹ 刘 松¹ 朱小倩¹
张 松² 冯永静¹ 周正扬^{1,*}

1.南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科(江苏南京 210008)

2.南京大学医学院附属鼓楼医院消化内科(江苏南京 210008)

【摘要】目的 探究CT形态学特征及定量参数在预测急性胰腺炎(AP)严重程度和住院时间的价值。**方法** 回顾性收集76例AP,在CT图像上评估多种形态学特征,同时测量胰腺头、体、尾前后径。采用 χ^2 检验或Fisher精确检验比较分类变量组间差异, Mann-Whitney U检验比较定量参数组间差异。采用ROC曲线评估诊断效能。**结果** 胰周脂肪浑浊、胰周积液、积液范围、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全在不同严重程度组间均存在显著差异(P 值均 <0.05)。重症AP的胰头前后径显著高于非重症AP($P=0.041$)。胰头前后径联合CT形态学特征预测重症AP的AUC值为0.866。肾前筋膜增厚、积液范围、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全在不同住院时间组间均存在显著差异(P 值均 <0.05)。多参数模型预测AP住院时间的AUC值为0.770。**结论** CT形态学征象联合胰腺前后径预测重症AP诊断效能良好。这可能为临床早期评估AP严重程度并调整诊疗方案提供一定的参考价值。

【关键词】 急性胰腺炎; 体层摄影术, X线计算机; 严重程度; 住院时间

【中图分类号】 R656; R445

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.02.039

The CT Morphological Features and Quantitative Parameters in the Prediction of Severity and Length of Hospital Stay of Acute Pancreatitis

SUN Shuang-shuang¹, LIU Song¹, ZHU Xiao-qian¹, ZHANG Song², FENG Yong-jing¹, ZHOU Zheng-yang^{1,*}

1.Department of Radiology, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, Jiangsu Province, China

2.Department of Gastroenterology, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of computed tomography (CT) morphological features in predicting the severity and length of hospital stay of acute pancreatitis (AP). **Methods** A total of 76 cases of AP were retrospectively collected. Multiple morphological features on CT images were evaluated, and the pancreatic anterior-posterior diameters in the head, body, and tail were also measured. The difference of categorical variables was used Chi-square test or Fisher's exact test, and the difference of quantitative data was analyzed by the Mann-Whitney U test. Receiver operating characteristic (ROC) curves were performed to identify the diagnostic performance of parameters. **Results** There were significant differences in CT morphological characteristics between different AP severity groups, such as peripancreatic fat turbidity, peripancreatic fluid collection, wide range of fluid, chest and abdominal wall edema, pleural effusion, and atelectasis (all $P<0.05$). The anterior-posterior diameter of pancreatic head of severe AP was significantly higher than that of non-severe AP ($P=0.041$). The area under the ROC curve (AUC) of anterior-posterior diameter of pancreatic head combined with CT morphological features for predicting severe AP was 0.866. CT morphological characteristics between groups with different length of hospital stay had significant differences, such as renal fascia thickening, wide range of fluid, chest and abdominal wall edema, pleural effusion, and atelectasis (all $P<0.05$). The AUC of the multi-parameter model was 0.770 in predicting hospital stay of AP. **Conclusions** A combination of the CT morphological features and anterior-posterior diameter of pancreas showed higher diagnostic performance in predicting severe AP. It may provide a certain reference for the early clinical evaluation of severe AP and the adjustment of the treatment plan.

Keywords: Acute Pancreatitis; Tomography, X-ray Computed; Severity; Length of Hospital Stay

急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)是最常见的急腹症之一。AP约10-20%会进展为重症AP,其局部及全身并发症多,临床预后差^[1]。因此,AP严重程度的预测对病情评估及临床诊治尤为重要。目前临床应用较为广泛的AP严重程度评分标准是Ranson评分和APACHE II评分,但评分过于繁琐,耗时长^[2]。临床旁严重度指数(BISAP)评分相对方便快捷,但该评分系统多为实验室指标,缺乏影像学证据,且敏感性仅有51%^[3]。CT是评估AP严重程度及并发症的常用影像学方法。CT严重指数评分(CTSI)及改良的CT严重指数评分(MCTSI)是AP常用的影像学评分标准,这些系统中坏死是重要指标之一,但早期AP胰腺坏死往往不明显^[4],导致评分系统使用受限^[2,4]。同时,其中涉及的评估指标基本为主观评估,缺乏客观影像学征象。因此,本研究旨在探究CT形态学特征及定量参数在预测AP严重程度和住院时间的价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料 从2018年12月至2019年7月,回顾性收集本院AP患者76例。AP的诊断和严重程度判断参照最新修订的2012年亚特兰大标准^[5]。AP的诊断符合以下3项标准中的至少2项:(1)符合AP典型的腹痛;(2)血淀粉酶/脂肪酶至少高于正常上限3倍以上;(3)影像学检查符合AP的影像学特征。轻症AP:符合AP诊断标准,且不伴有器官衰竭,无局部或全身并发症;中度重症AP:符合AP诊断标准,伴有一过性器官功能障碍(持续时间小于48小时),或者出现局部或全身并发症;重症AP:符合AP诊断标准,伴有持续性的器官功能衰竭(持续时间超过48小时)。器官衰竭的评估参照改良的Marshall评分^[5]。

纳入标准:符合AP诊断标准;发病48h内行首次CT检查;检查前未进行相关临床治疗。排除标准:影像学提示慢性胰腺炎征象(胰腺实质萎缩或钙化、主胰管不规则扩张);ERCP损伤相关胰腺炎;胰腺肿瘤;胰腺手术史;合并癌症或者严重的慢性消耗性疾病;临床资料不全或者CT图像质量差。

1.2 CT检查 CT检查前对病人进行屏气训练。采用64和128排螺旋CT扫描仪(iCT256, Philips, The Netherlands; Ingenuity Flex, VCT, Discovery 750, GE Healthcare, US; uCT 780, United Imaging, China),仰卧位。CT扫描参数如下:管电压,

【第一作者】孙双双,女,硕士研究生,主要研究方向:腹部影像学。E-mail: sunshuangshuang126@126.com

【通讯作者】周正扬,男,主任医师,主要研究方向:功能磁共振成像。E-mail: zyzhou@nju.edu.cn

120kVp；管电流，250-350mAs；层厚5mm；层间距5mm；视野35-50cm；矩阵512×512；旋转时间0.7s；螺距1.0875。

1.3 图像分析 由两名放射科医生分别盲法独立测量胰腺头、体、尾前后径。观察者一的测量值用于评估胰腺炎状态，观察者二的测量值用于计算观察者间一致性。胰头前后径于脾静脉与肠系膜上静脉汇合点的最右端测量；胰体前后径于腰椎左缘的垂线测量；胰尾前后径于距离胰腺最远端20mm处测量^[6]。在测量径线后，两名放射科医师独立评估并记录胰腺相关CT形态学特征包括胰腺肿大、胰周脂肪浑浊、肾前筋膜增厚、胰周积液、胰周积气、积液范围、肝脏密度减低(低于脾脏密度)、胸腹壁水肿、胃肠道累及、胸腔积液、肺膨胀不全，对于有分歧的病例采取协商达成一致。

1.4 统计分析 所有参数应用SPSS(version 22.0 for Microsoft Windows x64, SPSS, Chicago,US)进行正态分布检验，分类变量采用 χ^2 检验，单组内样本量<5时，采用Fisher精确性检验，连续变量根据正态分布检验结果采用Mann-Whitney U检验进行差异性分析。使用一个基于向后消除过程的多变量二项式logistic回归分析得到最佳多参数模型。使用R软件包(version 3.5.2: [http:// www.Rproject.org](http://www.Rproject.org))构建列线图可视化多参数模型。采用MedCalc 15.2.2(MedCalc Software bvba, Ostend,Belgium; 2015)统计软件进行受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析，计算ROC曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)以评估各参数诊断效能。采用组内相关系数(inter-class correlation, ICC)评估观察者间定量参数一致性，0.000-0.200为差，0.201-0.400为较差，0.401-0.600为中等，0.601-0.800为好，0.801-1.000为优。P值<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

最终纳入的76例AP中，非重症AP 63例(轻症19例，中度重症44例)，重症AP 13例；住院时间≤7d 29例，>7d 47例。

2.1 定性参数分析 不同严重程度和住院时间AP患者的CT形态学参数特征统计见表1。胰周脂肪浑浊、胰周积液、积液范围、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全，这些影像学特征在不同严重程度组间均存在显著性差异(P值均<0.05)。重症AP患者常见的CT征象是胰周脂肪浑浊、胰周积液、积液范围广(图1)、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全。肾前筋膜增厚、积液范围、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全在不同住院时间组间均存在显著性差异(P值均<0.05)。住院时间>7d的AP患者常见的CT征象是肾前筋膜增厚、积液范围广、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全(图1)。

2.2 定量参数分析 不同严重程度和住院时间AP患者的CT定量参数和实验室指标统计见表2。重症AP的胰头前后径显著高于非重症AP(P=0.041)(图2)。住院时间>7d组的血淀粉酶值显著高于住院时间≤7d组(P=0.038)。其余参数在组间均无显著性差异。

2.3 各参数预测AP严重程度和住院时间的诊断效能 各参数预测AP严重程度和住院时间的ROC曲线分析见表3、表4和图3。

胰头前后径预测严重程度的AUC值为0.681，准确度为42.11%，建立多参数模型后，胰头前后径联合CT形态参数AUC提高至0.866，准确度提高至85.52%。基于该多参数模型建立的列线图详见图4。血淀粉酶预测住院时间的AUC值为0.642，准确度为65.79%，建立多参数模型后，多参数模型AUC值提高至0.770，准确度提高至84.51%。

2.4 观察者间一致性 胰头、胰体和胰尾前后径测量的观察者间一致性优(ICC范围为0.803-0.845)。

表1 不同严重程度和住院时间AP急性胰腺炎患者的CT形态学参数特征统计

影像学特征		严重程度		P值	住院时间		P值
		非重症(63)	重症(13)		≤7d(29)	>7d(47)	
胰腺肿大	不明显	10	0	0.256	4	6	0.669
	局限性	19	3		10	12	
	弥漫性	34	10		15	29	
胰周脂肪浑浊	无	7	0	0.046*	3	4	0.687
	局限性	5	0		7	8	
	弥漫性	41	13		19	35	
肾前筋膜增厚	无	19	2	0.0496	12	9	0.035*
	有	44	11		17	38	
胰周积液	无	18	0	0.031*	9	9	0.236
	有	45	13		20	38	
胰周积气	无	63	12	0.171	29	46	1.000
	有	0	1		0	1	
积液范围	无	18	0	0.022*	9	9	<0.001*
	胰周	9	1		8	2	
	腹膜后	21	4		10	15	
	腹腔	15	8		2	21	
肝脏密度减低	无	36	10	0.226	18	28	0.829
	有	27	3		11	19	
胸腹壁水肿	无	51	5	0.002*	26	30	0.016*
	有	12	8		3	17	
胃肠道累及	无	25	3	0.351	13	15	0.257
	有	38	10		16	32	
胸腔积液	无	51	4	0.001*	28	27	<0.001*
	有	12	9		1	20	
肺部膨胀不全	无	53	4	<0.001*	28	29	0.001*
	有	10	9		1	18	

注：*表示P值<0.05为有统计学差异，采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。AP，急性胰腺炎。

表2 不同严重程度和住院时间AP急性胰腺炎患者的CT定量参数、实验室指标统计

参数	严重程度		P值	住院时间		P值
	非重症 (63)	重症 (13)		≤7d(29)	>7d(47)	
胰头前后径(mm)	29.90(23.5-40.10)	37.10(29.30-45.30)	0.041*	28.40(23.35-41.95)	32.20(26.30-40.20)	0.328
胰体前后径(mm)	21.50(16.80-26.50)	25.20(19.35-32.95)	0.075	21.60(17.70-26.40)	21.60(17.10-26.70)	0.649
胰尾前后径(mm)	22.20(16.90-26.20)	24.30(21.00-31.95)	0.146	22.20(17.95-27.65)	23.40(18.70-26.50)	0.957
血淀粉酶(U/L)	720.0(152.0-1300)	1096(53.0-2771)	0.704	1200(349.50-1300)	571(75.00-1200)	0.038*
尿素氮(nmol/L)	5.31(3.70-7.24)	7.06(5.13-10.70)	0.166	5.44(3.54-6.69)	5.70(4.20-8.71)	0.158
肌酐(umol/L)	66.00(52.90-85.30)	60.30(42.30-78.05)	0.267	69.00(53.05-84.20)	62.00(51.00-82.30)	0.416
C反应蛋白(mg/L)	84.40(47.10-151.8)	77.50(18.70-112.1)	0.535	84.20(19.10-100.4)	89.50(50.30-151.8)	0.386

注：数据采用中位数(上、下四分位数)描述。*表示P值<0.05为有统计学差异，采用Mann-Whitney U检验。AP，急性胰腺炎。

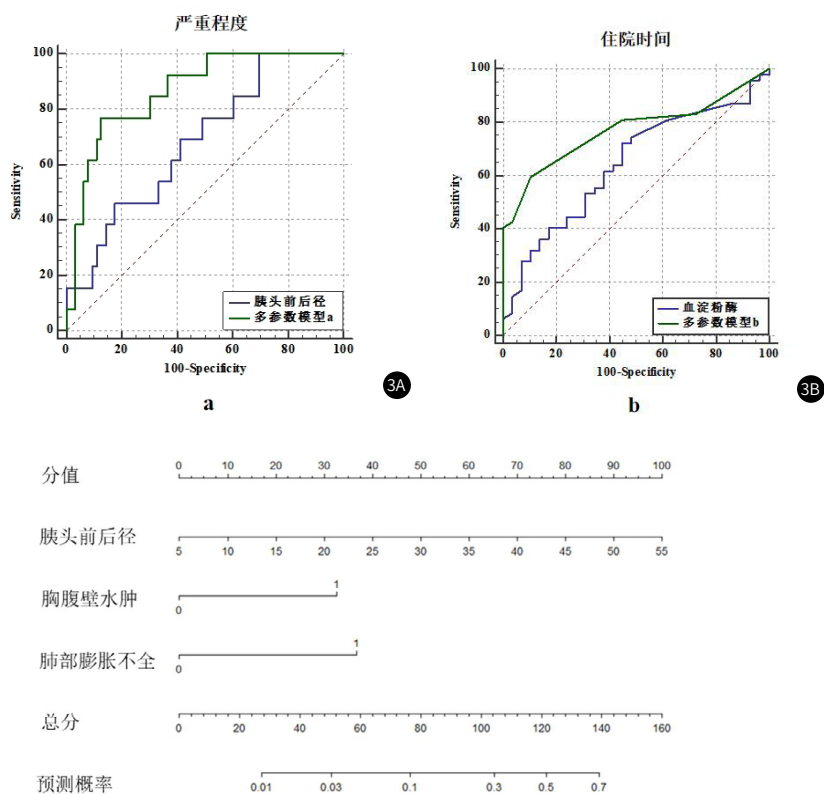
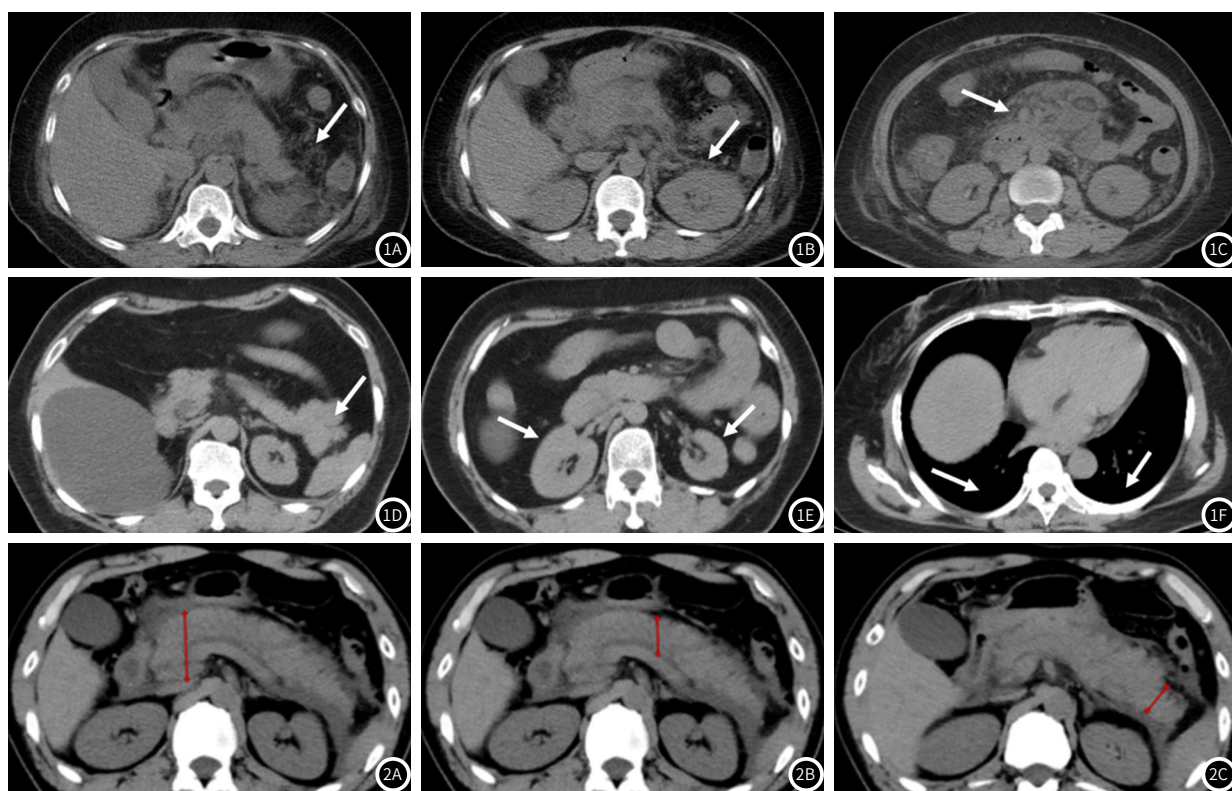


图1 图1A-1C同一急性胰腺炎(AP)患者,女,59岁,亚特兰大分级重症,住院时间>7d。CT图像示胰腺周围可见脂肪间隙浑浊(图1A,↑),肾前筋膜增厚(图1B,↑),胰周可见积液(图1C,↑)。图1D-1F同一AP急性胰腺炎患者,女,60岁,亚特兰大分级轻症,住院时间6d。CT图像示胰尾部局限性肿大(图1D,↑),肾前筋膜未见明显增厚,胰周未见明显积液(图1E,↑),胸腔未见明显积液(图1F,↑)。**图2** 图2A-2C同一急性胰腺炎(AP)患者,男,45岁,亚特兰大分级重症。CT图像示胰头前后径于脾静脉与肠系膜上静脉汇合点的最右端测量,数值为46.30mm(图2A);胰体前后径于腰椎左缘的垂线测量,数值为25.80mm(图2B);胰尾前后径于距离胰腺最远端20mm处测量,数值为22.50mm(图2C)。**图3** 基于CT特征的多参数模型预测急性胰腺炎严重程度(a)和住院时间(b)的受试者工作特征(ROC)曲线分析。胰头前后径联合CT形态参数的多参数模型a的AUC值为0.866,敏感性76.92%,特异性87.30%,准确度85.52%。CT特征积液范围联合胸腔积液的多参数模型b的AUC值为0.770,敏感性59.57%,特异性89.66%,准确度84.51%。**图4** 预测急性胰腺炎严重程度多参数模型的列线图。

表3 CT参数和多参数模型预测AP急性胰腺炎严重程度的ROC曲线分析

预测指标	临界值	敏感性	特异性	准确度	AUC	P值
胰头前后径	23.90mm	100.0%	30.16%	42.11%	0.681	0.021*
多参数模型a	0.288	76.92%	87.30%	85.52%	0.866	<0.001*

注：*表示P值<0.05为有统计学差异，采用ROC曲线分析。AUC，曲线下面积。多参数模型a，包括胰头前后径、胸腹壁水肿和肺部膨胀不全。AP，急性胰腺炎。

表4 实验室指标和多参数模型预测AP急性胰腺炎住院时间的ROC曲线分析

预测指标	临界值	敏感性	特异性	准确度	AUC	P值
血淀粉酶	1096U/L	72.34%	55.17%	65.79%	0.642	0.028*
多参数模型b	0.562	59.57%	89.66%	84.51%	0.770	<0.001*

注：*表示P值<0.05为有统计学差异，采用ROC曲线分析。AUC，曲线下面积。多参数模型b，包括积液范围、胸腔积液。AP，急性胰腺炎。

3 讨论

AP起病急骤且发展迅速。重症AP常伴有器官衰竭、感染、休克等严重并发症，临床预后差，病死率达20-50%，有一定危险性^[7-8]。因此，早期预测重症AP对治疗决策的选择十分重要^[9]。本研究结果表明重症AP常见的CT征象是胰周脂肪浑浊、胰周积液、积液范围广、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全。重症AP的胰头前后径显著高于非重症AP。胰头前后径联合CT形态参数预测重症AP的AUC值为0.866。

AP早期常见改变为胰腺局灶性或弥漫性肿胀。以往对AP胰腺肿胀的研究多以主观判断为主，很少有研究量化胰腺径线的改变。DeSouza等^[10]对胰腺大小测量的文献进行系统分析，总结了胰腺大小的测量标准。本研究胰腺前后径的测量使用DeSouza等的标准，我们发现重症AP的胰头前后径显著高于非重症AP，可能原因是胰腺早期肿胀越迅速，径线增大越明显，AP病情越严重。此外，本研究发现胰腺前后径测量的观察者间一致性优。胰腺径线的测量简单，可操作性强，有利于早期评估AP严重程度。

随着AP病情进展，胰周脂肪间隙受累，胰周及腹膜后产生积液。我们发现重症AP更易出现胰周脂肪浑浊、积液且范围广，之前Balthazar等^[11]的研究结果与我们相符。随着胰液外渗、胰周组织坏死，刺激胰腺外器官产生炎症反应，表现为胸腹壁水肿、肺部并发症以及全身多系统的累及^[5]。我们的结果表明重症AP更易出现胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全。既往研究显示AP患者出现肺部并发症的概率高达70%^[12]。这可能是因为腹腔内的炎性物质通过多种途径经膈肌裂孔扩散至胸腔。

目前临床上评估AP严重程度常用的影像学评分标准是Balthazar提出的CTSI评分^[11]。Cho JH等^[13]报道CTSI评分预测重度AP的AUC值为0.69。CTSI评分系统中坏死是重要指标之一，但早期AP胰腺坏死往往不明显^[4]，对AP胰腺坏死程度的判断仍存在困难，导致评分系统使用受限^[2]。本研究采用易于评估的CT形态学参数和定量参数建立回归模型，发现胰头前后径联合CT平扫形态参数预测AP严重程度的AUC值达0.866。同时，我们此次研究还使用了列线图可视化该多参数模型。

此外，此次研究中也增加了住院时间的预测。我们研究表明，住院时间>7d的AP患者常见的CT征象是肾前筋膜增厚、积液范围广、胸腹壁水肿、胸腔积液和肺部膨胀不全。多参数模型预测AP住院时间的AUC值为0.770。既往的研究^[14-15]多将住院时间

作为变量预测严重程度，然而AP住院天数早期往往无法准确获得。AP病情越严重，局部及全身并发症越多，住院时间越长，所以住院时间也是反映AP预后的特征之一。本研究将住院时间作为预测结局变量，发现多参数模型诊断效能良好，这对AP预后的评估有一定的参考价值。

本研究存在一些局限性。首先，本研究是回顾性分析，重症AP患者所占的比例较小，可能会造成一定程度的选择偏移。其次，我们的研究是单中心研究，样本量不大，有待多中心大样本研究验证。

综上所述，CT形态学特征和胰腺前后径在不同AP严重程度组间存在显著性差异，CT形态学特征在不同住院时间组间存在显著性差异。CT形态学征象联合胰腺前后径预测重症AP诊断效能良好。这些可能为临床早期评估AP严重程度并调整诊疗方案提供一定的参考价值。

参考文献

[1]Papachristou GI,Clermont G,Sharma A,et al.Risk and markers of severe acute pancreatitis[J].Gastroenterol Clin North Am,2007,36(2):277-296.
[2]Choi H W,Park H J,Choi S Y,et al.Early prediction of the severity of acute pancreatitis using radiologic and clinical scoring systems with classification tree analysis[J].AJR Am J Roentgenol,2018,211(5):1035-1043.
[3]Gao W,Yang H X,Ma C E.The value of BISAP score for predicting mortality and severity in acute pancreatitis:a systematic review and meta-analysis[J].PLoS One,2015,10(6):e0130412.
[4]Beger HG,Rau B,Mayer J,et al.Natural course of acute pancreatitis [J]. World J Surg,1997,21(2):130-135.
[5]Banks P A,Bollen T L,Dervenis C,et al.Classification of acute pancreatitis--2012:revision of the Atlanta classification and definitions by dinternational consensus[J].Gut,2013,62(1):102-111.
[6]DeSouza S V,Priya S,Cho J,et al.Pancreas shrinkage following recurrent acute pancreatitis:an MRI study[J].Eur Radiol,2019,29(7):3746-3756.
[7]Lee K J,Kim H M,Choi J S,et al.Comparison of predictive systems in severe acute pancreatitis according to the revised atlanta Classification[J].Pancreas,2016,45(1):46-50.
[8]冯浩,彭止戈,杨婧,等.重症胰腺炎患者螺旋CT成像与血清炎症指标的分析[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(10):83-86.
[9]高海波,王大勇,武利萍,等.CT联合D-D检查在胰腺炎预后评估中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(6):96-99.
[10]Desouza S V,Yoon H D,Singh R G,et al.Quantitative determination of pancreas size using anatomical landmarks and its clinical relevance:A systematic literature review[J].Clin Anat,2018,31(6):913-926.
[11]Balthazar E J,Robinson D L,Megibow A J,et al.Acute pancreatitis:value of CT in establishing prognosis[J].Radiology,1990,174(2):331-336.
[12]Browne G W,Pitchumoni C S.Pathophysiology of pulmonary complications of acute pancreatitis[J].World J Gastroenterol,2006,12(44):7087-7096.
[13]Cho J H,Kim T N,Chung H H,et al.Comparison of scoring systems in predicting the severity of acute pancreatitis[J]. World J Gastroenterol,2015,21(8):2387-2394.
[14]Mortele K J,Wiesner W,Intriore L,et al.A modified CT severity index for evaluating acute pancreatitis:improved correlation with patient outcome [J].AJR Am J Roentgenol,2004,183(5):1261-1265.
[15]解云川,薛亮,韩福刚,等动态增强CT早期评价急性胰腺炎多器官功能衰竭[J].实用放射学杂志,2017,33(11):1699-1702.

(收稿日期：2021-02-10)
(校对编辑：何镇喜)