

论 著

双层探测器光谱CT对胰腺癌与肿块型胰腺炎的鉴别诊断价值

高鑫¹ 田晓娟² 乔英^{2,*}

1.山西医科大学医学影像学院

(山西太原 030001)

2.山西医科大学第一医院CT影像科

(山西太原 030001)

【摘要】目的 探讨双层探测器光谱CT对胰腺导管腺癌(PDAC)与慢性肿块型胰腺炎(CMFP)的鉴别诊断价值。**方法** 回顾性分析比较83例行双层探测器光谱CT腹部增强检查且经病理证实和(或)随访观察明确胰腺肿块性质的患者,其中胰腺癌58例,肿块型胰腺炎25例。首先对两组患者的CT定量参数(动脉期和静脉期常规CT值、40KeV虚拟单能量CT值、标准化碘浓度值等)、定性征象(病灶坏死、胰管截断、胰胆管扩张等)及相关临床资料进行组间比较,差异有统计学意义者($P<0.05$)纳入二元Logistic回归进行多因素分析,明确诊断胰腺癌的独立预测因素,最后通过受试者工作特征(ROC)曲线分析其对二者的诊断性能。**结果** 无胰腺炎病史、胰管截断、动脉期40KeV CT值、静脉期标准化碘浓度值(NIC)比较存在统计学意义,可作为诊断胰腺癌的独立预测因子。以上因素联合鉴别诊断的特异性、灵敏度及ROC曲线下面积(AUC)分别为94.8%、100%、0.989[95%置信区间(CI)0.970~1.000]。**结论** 双层探测器光谱CT定量参数联合定性征象有助于鉴别胰腺癌与慢性肿块型胰腺炎。

【关键词】 双层探测器光谱CT; 胰腺癌; 慢性肿块型胰腺炎; 鉴别诊断

【中图分类号】 R445.3; R735.9

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.033

The Value of Dual-layer Detector Spectral CT in Differential Diagnosis between Pancreatic Cancer and Mass-forming Pancreatitis

GAO Xin¹, TIAN Xiao-juan², QIAO Ying^{2,*}

1.Department of Medical Imaging, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

2.Department of Radiology, The First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the differential diagnostic value of dual detector spectral CT in pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) and chronic mass-forming pancreatitis (CMFP). **Methods** A retrospective analysis was made of 83 cases of patients with pancreatic masses confirmed by pathology and/or followed up by double detector spectral CT abdominal enhancement examination, including 58 cases of pancreatic cancer and 25 cases of mass pancreatitis. First, the CT quantitative parameters (routine CT values in arterial and venous phases, 40KeV virtual single energy CT values, normalizing iodine concentration values, etc.), qualitative signs (focus necrosis, pancreatic duct truncation, pancreatic bile duct dilation, etc.) and related clinical data of the two groups of patients were analyzed by single factor comparison. Then those with statistically significant differences ($P<0.05$) were included in binary logistic regression for multivariate analysis to determine the independent predictors for the diagnosis of pancreatic cancer. Finally, the diagnostic performance of the subjects was analyzed by ROC curve. **Results** There was statistical significance in the comparison of no history of pancreatitis, pancreatic duct truncation, 40KeV CT value in arterial phase, and standardized iodine concentration (NIC) value in venous phase, which can be used as an independent predictor for the diagnosis of pancreatic cancer. The specificity, sensitivity and area under the ROC curve (AUC) of the combined differential diagnosis of the above factors were 94.8%, 100% and 0.989 [95% confidence interval (CI) 0.970~1.000], respectively. **Conclusion** The combination of quantitative parameters and qualitative signs of dual detector spectral CT is helpful to differentiate pancreatic cancer from chronic mass pancreatitis.

Keywords: Dual-layer Detector Spectral CT; Pancreatic Cancer; Chronic Mass-forming Pancreatitis; Differential Diagnosis

胰腺导管腺癌(pancreatic ductal adenocarcinoma, PDAC)是胰腺最常见的原发性恶性肿瘤(以下简称“胰腺癌”),是癌症相关死亡的主要原因,该病总体预后不佳,几十年来几乎没有变化^[1]。因其病程凶险且死亡率高,因此早期诊断对胰腺癌患者而言非常重要,通过提供手术治疗和辅助干预的机会来帮助患者提高存活率^[2-3]。慢性肿块型胰腺炎(chronic mass-forming pancreatitis, CMFP)是一种特殊类型的慢性胰腺炎(以下简称“肿块型胰腺炎”),与自身免疫反应、长期饮酒和胆道病史有关,占慢性胰腺炎的10-30%^[4]。胰腺癌的治疗方法是手术切除,然而术后病理显示约5-11%的良性肿块被误诊为胰腺癌^[5-7],对于良性肿块,治疗方法与胰腺恶性肿瘤的方法大不相同。尽管目前已经报道了许多用于鉴别肿块型胰腺炎和胰腺癌的方法^[8-10],但对胰腺实性为主病变的鉴别诊断仍然十分困难,最可靠的诊断方法仍是组织病理学活检。

随着光谱CT的出现,引入一种新的影像学检查方法,可获得高信噪比(signal to noise ratio, SNR)的图像,并通过应用光谱CT的多参数成像技术为病变的鉴别诊断提供一种新思路,目前对胰腺良恶性病变鉴别诊断的相关研究主要围绕常规CT形态学特征,很少有研究采用常规CT和多种光谱图像综合分析病变形态学特征,对联合此形态学特征与光谱CT多定量参数进行鉴别诊断的研究更是十分罕见。双层探测器光谱CT实现了同源、同时、同向、同步的“四同”成像方式,是其他CT无法比拟的,其光谱数据可以一站式获取,无需额外的辐射剂量,并且数据准确性更高^[11]。本研究旨在分析双层探测器光谱CT的多定量参数与形态学特征,进一步探讨双层探测器光谱CT对胰腺癌与肿块型胰腺炎的鉴别诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2019年12月至2022年7月怀疑胰腺病变并在本院行双层探测器光谱CT腹部增强检查的患者,共纳入83例胰腺肿块型病变性质明确且临床资料完整的患者作为研究对象。

纳入标准:经术后病理、随访观察明确肿块性质,部分肿块型胰腺炎病例诊断参考日本胰腺病学学会参考标准^[12];患者影像、肿瘤标记物(CA19-9)及临床资料完备;均行光谱CT增强检查;排除标准:图像缺失、伪影过大或光谱数据包(spectral base image, SBI)缺失;病灶性质不明;CT检查前进行过手术等有创治疗。

1.2 检查方法及图像获取 所有患者均行双层探测器光谱腹部CT增强扫描,采用螺旋

【第一作者】 高鑫,男,在读硕士研究生,主要研究方向:CT腹部影像诊断。E-mail: 1198401663@qq.com

【通讯作者】 乔英,男,教授,主要研究方向:头颈部及腹部疾病影像诊断。E-mail: 15103462912@163.com

光谱CT成像模式，管电压120kV，电流以自动毫安秒技术控制，旋转速度0.5s/r，螺距0.969，患者采用仰卧位进行检查，扫描范围从膈顶到双侧髂前上棘水平，扫描前10~15分钟嘱患者饮用1000mL水，并进行呼吸训练，经肘正中静脉注射对比剂碘克沙醇(320mgI/mL)后采用对比剂团注追踪技术进行扫描(剂量0.8~1.0mL/kg；流速3~3.2mL/s)，分别于扫描开始30s、70s时获得动脉期、静脉期图像，使用专用工作站(Philips IntelliSpace Portal)进行后处理，以0.9mm层厚进行重建获得光谱图像，包括动、静脉期常规CT(120kVp)图像、40keV虚拟单能量图像、有效原子序数图及碘浓度图。

1.3 图像分析 定量参数由1名具有5~10年影像诊断经验的医师采用感兴趣区域(region of interest, ROI)进行测量，测量时避开伪影、坏死区及大血管处，ROI应尽量位于病灶实质性处，测量3次取平均值，并通过复制粘贴的方式使同一患者在不同光谱图像上ROI测量位置及大小保持一致，主要测量以下指标：动脉期和静脉期常规CT值(CT值_{常规})、40KeV虚拟单能量CT值(CT值_{40KeV})、有效原子序数值(effective atomic number Zeff)、标准化碘浓度值(normalizing iodine concentration NIC, NIC=IC_{病灶}/IC_{主动脉})、能谱曲线斜率。

由另外两位腹部放射科医生(分别具有10年和20年以上的工作经验)在飞利浦专用工作站使用光谱软件观察以下图像的形态学特征：常规CT图像、虚拟单能量图像、碘浓度图、有效原子序数图像，综合分析是否存在边界不清、病灶坏死、胰管截断、胰胆管扩张、胰腺萎缩、血管侵犯的影像特征。出现分歧时由第三位高年资放射科医师(有30年的腹部影像诊断经验)诊断。所有观察者对病变性质、患者信息和其他影像学检查的结果均未知。

1.4 统计学方法 定量资料采用Shapiro-Wilk检验行正态性检验，符合正态分布用表示，两组间比较采用students't 检验或校正t检验；符合偏态分布用M(P₂₅,P₇₅)表示，两组间比较采用

Wilcoxon秩和检验。对于定性资料，两组间比较采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验，选择P<0.05的变量纳入二元多因素Logistic回归，设定结果双侧P<0.05具有统计意义。建立受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)曲线,根据最大约登指数计算定量指标的最佳阈值，同时得出相应的敏感度和特异度，并计算曲线下面积(area under the curve, AUC)以评估诊断效能。所有统计分析均使用SPSS 26.0软件进行。

2 结果

共83例患者纳入研究，其中胰腺导管腺癌58例，男性38例，女性20例，慢性肿块型胰腺炎25例，男性18例，女性7例，两者均好发于男性，无统计学差异；胰腺癌患者的平均年龄(65.6±10.8)岁，大于慢性肿块型胰腺炎平均年龄(58.2±14.0)岁，存在统计学差异(P<0.05)；胰腺癌中91.37%(53/58)的患者无胰腺炎病史，慢性肿块型胰腺炎中48.00%(12/25)的患者有胰腺炎病史，以及患者糖类抗原CA19-9水平，比较均存在统计学差异(P<0.05)(见表1)。

两组间形态学特征比较：病灶局部坏死、胰管截断、周围血管侵犯差异具有统计学意义(P<0.05)；两组间定量参数比较：增强扫描动、静脉期单能量40KeVCT值、标准化碘浓度值(NIC)、有效原子序数(Zeff)及能谱曲线斜率差异具有统计学意义(P<0.05)；余两组间变量差异无统计学意义(见表2)。

多因素Logistic回归分析结果显示两组间胰腺炎病史、胰管截断、动脉期40KevCT值以及静脉期NIC值差异有统计学意义(P<0.05)，以上变量可以作为诊断胰腺癌的独立预测因子(见表3)。受试者工作曲线(ROC)结果显示动脉期40KevCT值的AUC为0.880，截断值为111.05HU，静脉期NIC的AUC为0.853，截断值为0.41，将定性、定量变量相结合模型的AUC为0.989，特异度为94.8%，灵敏度为100%，(见表4，图1)。

表1 患者临床资料

变量	胰腺癌(n=58)	胰腺炎(n=25)	P值
性别(男/女)	38/20	18/7	0.563
年龄(岁)	65.6±10.8	58.2±14.0	0.010
BMI(kg/m ²)	21.14±3.10	21.36±3.13	0.768
腹痛(有/无)	47/11	20/5	1.000
黄疸(有/无)	15/43	9/16	0.350
胰腺炎史(有/无)	5/53	12/13	<0.001
CA19-9(U/mL)	363.52[131.53;1301.46]	19.62[4.91;50.35]	<0.001

表2 患者的定量参数及形态学特征比较

变量	胰腺癌(n=58)	胰腺炎(n=25)	P值
边界清晰(是/否)	10/48	2/23	0.448
病灶坏死(有/无)	30/28	6/19	0.019
胰管截断(有/无)	45/13	3/22	<0.001
胰、胆管扩张(有/无)	42/16	18/7	0.969
胰腺萎缩(有/无)	26/32	12/13	0.790
动脉侵犯(有/无)	44/14	3/22	<0.001
静脉侵犯(有/无)	50/8	5/20	<0.001
动脉期CT值 _{常规} (HU)	48.52 [40.70;55.26]	46.15 [41.22;48.91]	0.431
动脉期CT值 _{40KeV} (HU)	78.52±28.43	137.95±42.19	<0.001
动脉期NIC	0.04 [0.03;0.06]	0.10 [0.06;0.12]	<0.001
动脉期Zeff	7.54 [7.43;7.69]	7.98 [7.79;8.12]	<0.001
动脉期能谱曲线斜率	-0.87 [-1.46;-0.55]	-2.18 [-2.82;-1.70]	<0.001
静脉期CT值 _{常规} (HU)	62.34±15.32	65.33±9.22	0.325
静脉期CT值 _{40KeV} (HU)	128.52±46.18	195.37±31.20	<0.001
静脉期NIC	0.31±0.10	0.52±0.09	<0.001
静脉期Zeff	7.90±0.30	8.30±0.20	<0.001
静脉期能谱曲线斜率	-2.20±1.10	-3.70±0.90	<0.001

表3 多因素逻辑回归分析结果

变量	胰腺癌 (n=58)	胰腺炎 (n=25)	P值	OR
胰腺炎史(有/无)	5/53	12/13	0.011	0.01(0.00~0.29)
胰管截断(有/无)	45/13	3/22	0.005	171.12(4.74~6149.2)
动脉期CT值 _{40KeV} (HU)	78.52±28.43	137.95±42.19	0.026	1.05(1.01~1.10)
静脉期NIC	0.31±0.10	0.52±0.09	0.035	25134.03(1.89~334172.05)

表4 ROC曲线分析结果

变量	AUC(95%CI)	最佳阈值	敏感度(%)	特异度(%)
动脉期CT值 _{40KeV} (HU)	0.880(0.801~0.959)	111.05	75.0	87.9
静脉期NIC	0.853(0.759~0.948)	0.41	83.3	82.7
定量变量+定性变量	0.989(0.970~1.000)	—	100	94.8

注：“—”代表该变量无法计算最佳阈值。

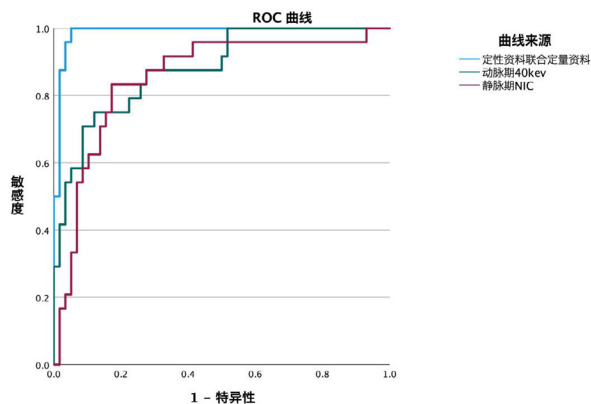


图1 受试者工作曲线(ROC)分析示定性联合定量资料的预测概率曲线下面积(AUC)最大。

3 讨论

肿块型胰腺炎是慢性胰腺炎的一种特殊类型,慢性胰腺炎症状隐匿,发病机制复杂,诊断难度大^[15],病理上表现为胰腺不同程度的纤维化和腺体萎缩^[13-14],其影像学特征为病变部位肿大或者局部肿块形成,与胰腺癌的影像学表现相似。将肿块型胰腺炎误诊为胰腺癌可能会给患者带来额外负担,导致不必要的手术介入,而将胰腺癌误诊为肿块型胰腺炎可能会导致延误手术治疗^[15]。因此,肿块型胰腺炎和胰腺癌的鉴别诊断具有重要的临床价值。

双层探测器光谱CT的出现为二者的鉴别诊断提供了一种新方法,光谱CT具有“四同”优点,获得的能谱数据更加准确。我们的研究表明两组间年龄、胰腺炎史、病灶坏死、胰管截断、动脉侵犯、静脉侵犯、CA19-9值、动、静脉期40KevCT值、NIC值、有效原子序数值及能谱曲线斜率均存在统计学差异。本研究发

肿块型胰腺炎组的患者(48.00%)有过胰腺炎病史,高于胰腺癌组(8.62%),胰腺癌组的患者年龄大于肿块型胰腺炎组,统计学差异不明显,还发现胰管截断、病灶坏死、血管侵犯(图2E)在胰腺癌中更常见,这与Ruan Z等人^[16]的研究结果相符合。同时我们发现肿瘤标记物CA19-9胰腺癌组的数值要明显高于肿块型胰腺炎组。对于定量资料,我们发现两组病变动、静脉期常规CT值并无统计学差异,这是常规CT对二者鉴别困难的根本原因之一;胰腺炎组的动、静脉期40KeV CT值、NIC值、Zeff值、能谱曲线斜率绝对值均大于胰腺癌组(见图2A-2E、图3A-3E),两组动、静脉期40KeVCT值、NIC值、Zeff值、能谱曲线斜率差异均有统计学意义,为两者的鉴别提供了更多有意义参数。

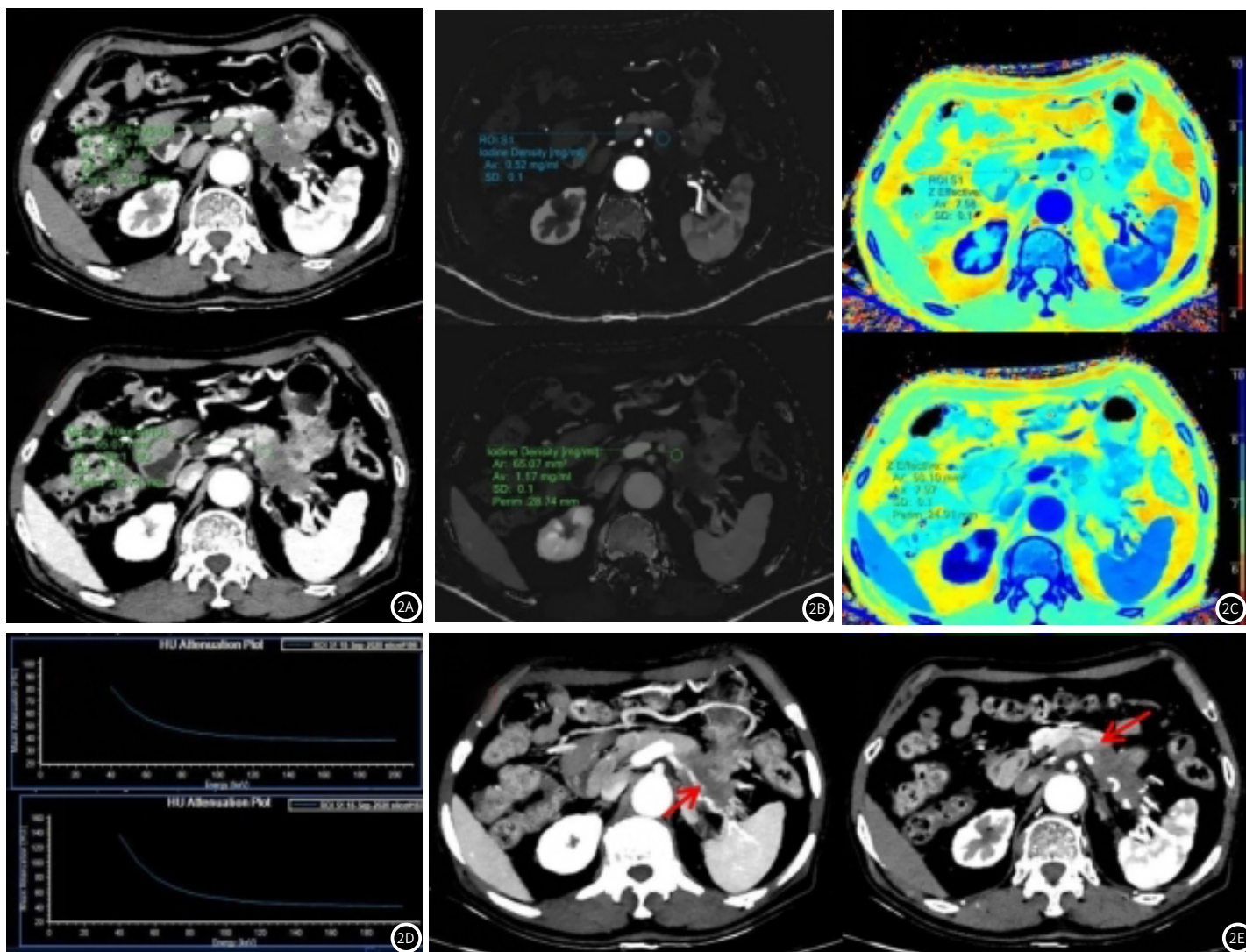


图2A-图2B 男性,76岁,上腹部憋胀不适半年,加重10余日就诊,经手术病理确诊为胰腺癌。图2A-2F 动脉期40Kev单能量图、静脉期40Kev单能量图、碘密度图、有效原子序数图;图2D 能谱曲线图,图2E 横断位MIP图显示病灶周围血管受侵、边缘毛糙、局部截断;矢状位显示病灶近端胰管截断。

在多因素分析中,我们的研究表明,定性资料中无胰腺炎病史、胰管截断可以作为诊断胰腺癌的独立危险因素;对于定量资料,动脉40KeVCT值及静脉期NIC值是诊断胰腺癌的危险因素,动脉期差异可能是因为血流灌注导致,肿块型胰腺炎组织成分为肉芽肿,新生毛细血管分布相对较多,发病时间越短的病灶毛细血管数量越多,而胰腺癌的组织成分为肿瘤细胞与纤维组织^[18],对比剂注射后,动脉期即有差异,但区别不大,通过虚拟单能量技术可以加大二者CT值的差异;而静脉期NIC能很好地反映血管分布,胰腺癌通常伴有较多的致密纤维组织,所以二者在静脉期的

NIC值差别更大,更加能反映病灶的纤维化程度,这与Lee S等^[17]的研究结果一致。

综上所述,将光谱参数与形态学特征相联合分析可提高CT对胰腺癌与肿块型胰腺炎的鉴别诊断能力,为临床提供更多有价值信息,让患者得到最佳治疗,提高患者的生存率和生存质量。本研究有以下局限性:第一,样本量较少,慢性胰腺炎患者较多,但肿块型胰腺炎患者较少,后续的研究将继续增加样本量;第二,没有将其他检查(例如MRI、超声)纳入研究中,综合各种检查方法,可能会增加诊断准确率。

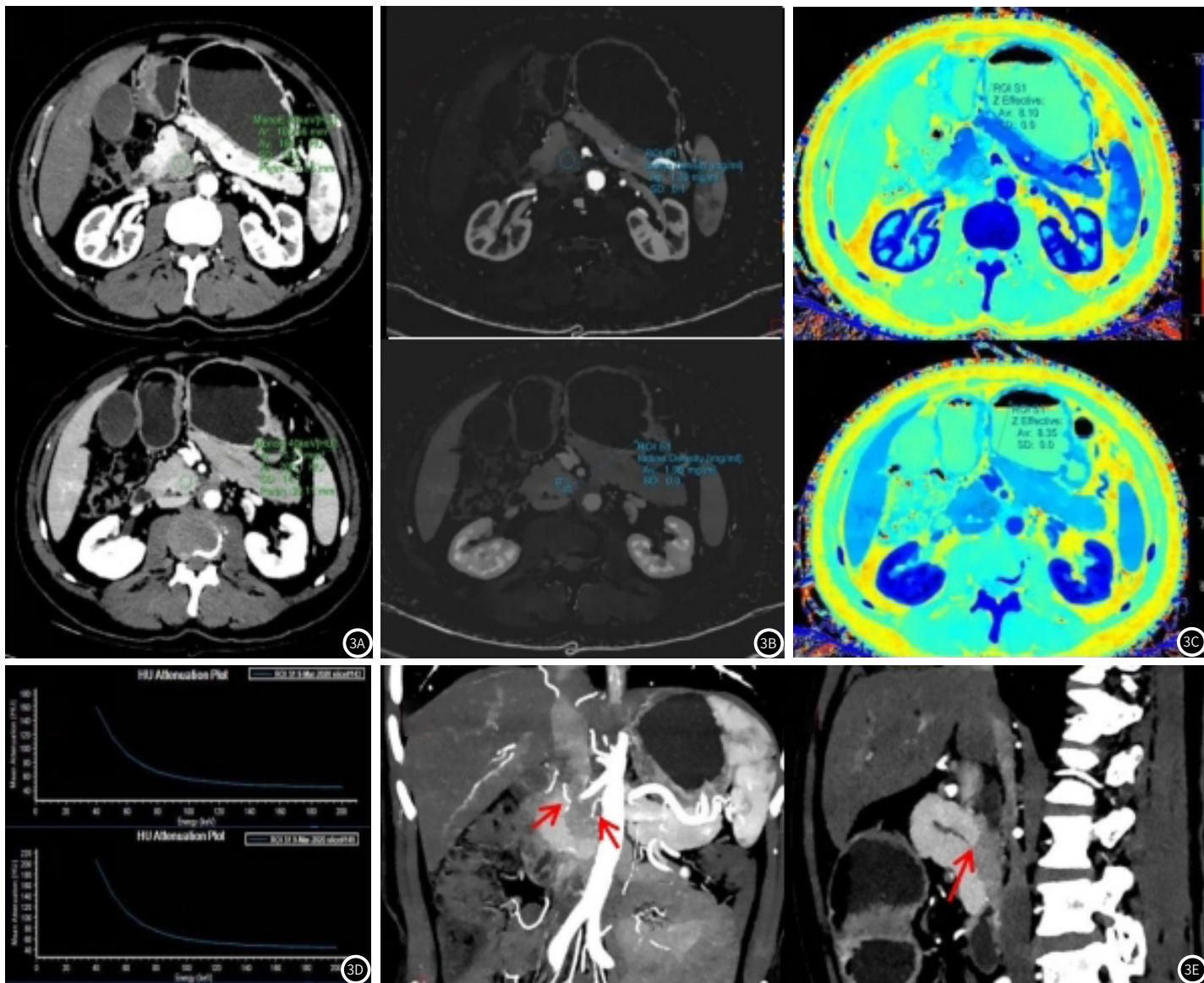


图3A-图3E 男性, 60岁, 食欲下降、黄疸7天就诊, 经手术病理确诊为肿块型胰腺炎。图3A-3C 动脉期40Kev单能量图、静脉期40Kev单能量图、碘密度图、有效原子序数图; 图3D 为能谱曲线图, 图3E 冠状位MIP图显示病灶周围血管显影良好, 未见狭窄截断; 矢状位显示胰管狭窄, 未截断。

参考文献

- [1] Kleeff J, Korc M, Apte M, et al. Pancreatic cancer [J]. Nat Rev Dis Primers, 2016, 2: 16022.
- [2] Conroy T, Laethem J V. Combination or single-agent chemotherapy as adjuvant treatment for pancreatic cancer [J]. Lancet Oncol, 2019, 20 (3): 336-337.
- [3] Ren S, Chen X, Wang Z, et al. Differentiation of hypovascular pancreatic neuroendocrine tumors from pancreatic ductal adenocarcinoma using contrast-enhanced computed tomography [J]. PLoS ONE, 2019, 14 (2).
- [4] Gu X, Liu R. Application of ¹⁸F-FDG PET/CT combined with carbohydrate antigen 19-9 for differentiating pancreatic carcinoma from chronic mass-forming pancreatitis in Chinese elderly [J]. Clin Interv Aging, 2016, 11: 1365-1370.
- [5] Javadi S, Karbasian N, Bhosale P, et al. Imaging findings of recurrent pancreatic cancer following resection [J]. Abdom Radiol (NY), 2018, 43: 489-496.
- [6] 贾国荣, 张建, 程超, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT代谢参数在局灶性自身免疫性胰腺炎和胰腺癌鉴别诊断中的应用 [J]. 中华胰腺病杂志, 2016, 16 (2): 5.
- [7] 顾炫, 詹维伟, 胡赟赟. 肿块型胰腺炎与胰腺癌的超声检查鉴别诊断与分析 [J]. 医学影像学杂志, 2019, 29 (6): 4.
- [8] Aslan S, Nural M Selim, Camlidag I, et al. Efficacy of perfusion CT in differentiating of pancreatic ductal adenocarcinoma from mass-forming chronic pancreatitis and characterization of isoattenuating pancreatic lesions [J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44: 593-603.
- [9] Yin Q, Zou X, Zai X, et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma and chronic mass-forming pancreatitis: Differentiation with dual-energy MDCT in spectral imaging mode [J]. Eur J Radiol, 2015, 84: 2470-2476.
- [10] Sandrasegaran K, Nutakki K, Tahir B, et al. Use of diffusion-weighted MRI to differentiate chronic pancreatitis from pancreatic cancer [J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 201: 1002-1008.
- [11] 中华放射学杂志双层探测器光谱CT临床应用协作组. 双层探测器光谱CT临床应用中国专家共识 (第一版) [J]. 中华放射学杂志, 2020, 54 (7): 9.
- [12] 杜福川, 刘辉, 张昌飞, 等. CT和MRI在鉴别非弥漫性自身免疫性胰腺炎与胰腺导管腺癌的价值比较 [J]. 胃肠病学和肝病杂志, 2020, 29 (4): 416-419.
- [13] Braganza J M, Lee S H, McCloy R F, et al. Chronic pancreatitis [J]. Lancet, 2011, 377: 1184-1197.
- [14] Sugiyama Y, Fujinaga Y, Kadoya M, et al. Characteristic magnetic resonance features of focal autoimmune pancreatitis useful for differentiation from pancreatic cancer [J]. Jpn J Radiol, 2012, 30: 296-309.
- [15] 廖娟, 鲜锐, 杨菊生, 等. MRI联合MSCT在胰腺癌术前诊治中的应用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (8): 111-113.
- [16] Ruan Z, Jiao J, Min D, et al. Multi-modality imaging features distinguish pancreatic carcinoma from mass-forming chronic pancreatitis of the pancreatic head [J]. Oncol Lett, 2018, 15: 9735-9744.
- [17] Lee S, Kim J H, Kim S Y, et al. Comparison of diagnostic performance between CT and MRI in differentiating non-diffuse-type autoimmune pancreatitis from pancreatic ductal adenocarcinoma [J]. Eur Radiol, 2018, 28: 5267-5274.
- [18] 刘洋, 徐红卫, 董志辉. 多层螺旋CT与MR显像对胰腺肿块患者诊断价值的比较 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (3): 94-97.

(收稿日期: 2023-02-20)
(校对编辑: 姚丽娜)