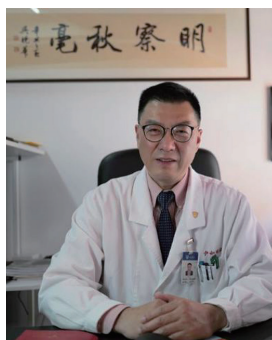


· 专题论著 ·



曾蒙苏，主任医师，教授，博士研究生导师，复旦大学附属中山医院放射科主任，上海市影像医学研究所副所长。先后担任上海市放射学会副主任委员，中华医学会放射学分会腹部学组副组长，中国医学影像技术研究会第三届委员会委员，上海市抗癌协会影像医学专业委员会副主任委员，上海市核学会肿瘤放疗和影像医学专业委员会副主任委员，上海市核学会理事，中华医学会心血管病学分会心血管病影像学组委员，上海市生物医学工程学会放射医学工程专业委员会委员。兼任《临床放射学杂志》副主编，《中华放射学杂志》《肿瘤影像学》等10种核心期刊常务编委或编委。全国医师定期考核放射专业编辑委员会委员。

胰腺神经内分泌肿瘤的CT和MRI特征

王明亮¹，纪元²，姚秀忠¹，曾蒙苏¹

1. 复旦大学附属中山医院放射科，上海 200032；
2. 复旦大学附属中山医院病理科，上海 200032

[摘要] 目的：探讨胰腺神经内分泌肿瘤（pancreatic neuroendocrine neoplasm, pNEN）的计算机体层成像（computed tomography, CT）和磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）特征。方法：回顾并分析2009年2月—2020年9月经手术后病理学检查证实为pNEN的143例患者的CT和MRI资料，将病灶分为神经内分泌瘤（neuroendocrine tumor, NET）G1、NET G2、NET G3和神经内分泌癌（neuroendocrine carcinoma, NEC）G3共4组。图像分析包括肿瘤位置、大小、形状、边缘、密度或信号强度、增强特征、主胰管扩张、周围侵犯及有无转移等。结果：143例患者共检出149个病灶，NET G1、NET G2、NET G3、NEC G3病灶数分别为63、74、8、4个。NET G1组病灶最小（平均为2.24 cm），NEC G3组病灶最大（平均为5.75 cm）；类圆形病灶为127个（85.2%），不规则形病灶为22个（14.8%）；130个（87.2%）病灶CT平扫为等密度，19个（12.8%）病灶呈稍低密度；124个（83.2%）病灶为T2加权成像（T2-weighted imaging, T2WI）高或稍高信号；146个（98.0%）病灶实性区为T1加权成像（T1-weighted imaging, T1WI）低或稍低信号；130个病灶实性区弥散加权成像（diffusion-weighted imaging, DWI）均表现为高信号；边缘清晰76个（51.0%）；囊变57个（38.3%）；病灶内钙化22个（14.8%）；胰管扩张14个（9.4%）；远端胰腺萎缩9个（6.0%）；胰周侵犯30个（20.1%）；淋巴结转移14个（9.4%）；肝转移15个（10.1%）。92个（61.8%）病灶CT增强呈持续显著强化；115个（77.2%）病灶MRI增强呈明显强化，随时间延长呈持续性强化，NEC G3的4个（100.0%）病灶在CT和MRI增强均表现为动脉期轻度强化，随时间延长强化程度稍增加，但始终低于胰腺组织。结论：pNEN的典型CT和MRI表现为类圆形的实性结节或肿块，CT平扫呈等或稍低密度，T1WI低或稍低信号，增强后大多数低级别肿瘤呈明显持续强化，高级别肿瘤多数强化程度较低，接近或稍低于周围胰腺。

[关键词] 胰腺；神经内分泌肿瘤；计算机体层成像；磁共振成像

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2021.04.003

中图分类号: R735.9; R445.2; R445.3 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2021)04-0245-07

CT and MRI features of pancreatic neuroendocrine neoplasm WANG Mingliang¹, JI Yuan², YAO Xiuzhong¹, ZENG Mengsu¹ (1. Department of Radiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Department of Pathology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: ZENG Mengsu E-mail: zeng.mengsu@zs-hospital.sh.cn

基金项目: 上海市临床重点专科项目 (shslczdzk03202)

通信作者: 曾蒙苏 E-mail: zeng.mengsu@zs-hospital.sh.cn

[**Abstract**] **Objective:** To investigate the computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) features of pancreatic neuroendocrine neoplasm (pNEN). **Methods:** CT and MRI data of 143 patients with pNEN confirmed by surgery and pathology from February 2009 to September 2020 were retrospectively analyzed. The lesions were divided into four groups including neuroendocrine tumor (NET) G1, NET G2, NET G3 and neuroendocrine carcinoma (NEC) G3. Image analysis included tumor location, size, shape, edge, density or signal intensity, enhancement characteristics, main pancreatic duct dilatation, peripheral invasion and metastasis. **Results:** A total of 149 lesions were detected in 143 patients. The number of NET G1, NET G2, NET G3 and NEC G3 lesions was 63, 74, 8 and 4, respectively. NEC G3 group had the largest lesion (average diameter was 5.75 cm), and NET G1 group had the smallest lesion (average diameter was 2.24 cm). There were 127 (85.2%) round-like lesions and 22 (14.8%) irregular lesions. 130 (87.2%) lesions were iso-density on CT plain scan, and 19 (12.8%) lesions were slightly low density. 124 (83.2%) lesions appeared hyperintense or slightly high signal intensity on T2-weighted imaging (T2WI), 146 (98.0%) lesions appeared moderately or slightly hypointense on T1-weighted imaging (T1WI), and all 130 lesions showed high signal intensity on diffusion-weighted imaging (DWI). Clear margin in 76 (51.0%) lesions, cysts in 57 (38.3%) lesions, calcification in 22 (14.8%) lesions, pancreatic duct dilatation in 14 (9.4%) lesions, distal pancreatic atrophy in 9 (6.0%) lesions, peripancreatic invasion in 30 (20.1%) lesions, lymph node metastasis in 14 (9.4%) lesions, and liver metastasis in 15 (10.1%) lesions were found. After contrast-enhancement, 92 (61.8%) lesions showed continuous significant enhancement on CT images, and 115 (77.2%) lesions showed obvious enhancement on arterial phase images with its degrees higher than the pancreas and continuous contrast-enhancement. Four lesions of NEC G3 appeared slightly contrast enhancement with degrees lower than the pancreas all the time. **Conclusion:** The typical CT and MRI manifestations of pancreatic neuroendocrine neoplasms are round-like nodules or masses. The lesions are equal or slightly low density on CT plain scan and low or slightly low signal intensity on T1WI. After contrast enhancement, most of the low-grade tumors showed obvious continuous enhancement, while most of the high-grade neoplasms showed slightly contrast enhancement on all phase images with its degrees lower than the pancreas.

[**Key words**] Pancreas; Neuroendocrine neoplasm; Computed tomography; Magnetic resonance imaging

胰腺神经内分泌肿瘤 (pancreatic neuroendocrine neoplasm, pNEN) 是一类罕见的神经内分泌肿瘤, 是起源于肽能神经元和神经内分泌细胞的异质性肿瘤, 占有胰腺肿瘤的1%~2%^[1]。2019年第5版世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 消化系统肿瘤分类标准中, 将神经内分泌肿瘤分为神经内分泌瘤 (neuroendocrine tumor, NET) 和神经内分泌癌 (neuroendocrine carcinoma, NEC)。NET从低到高又分为3个级别: G1、G2、G3; NEC为分化差的肿瘤, 属于高度恶性肿瘤 (G3)。pNEN中, 多数为NET (G1, G2, G3), NEC G3非常少见^[1-3]。

所有的pNEN都具有不同程度的恶性潜能, 组织学分级越高, 肿瘤的浸润范围越广, 越容易发生淋巴结转移和远处转移。计算机体层成像 (computed tomography, CT) 和磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 是pNEN术前常用的影像学检查方法, 本文通过分析143例经手术后病理学检查证实的pNEN的CT和MRI表

现, 旨在总结pNEN的典型影像学特征。

1 资料和方法

1.1 临床资料

回顾并分析2009年2月—2020年9月复旦大学附属中山医院经手术后病理学检查确诊的pNEN患者。纳入标准: ①术前1个月内行增强CT和增强MRI检查; ②肿瘤病灶能在CT和MRI图像上清晰显示; ③CT或MRI检查前未行治疗; ④病理学诊断为pNEN, 且能按照第5版WHO消化系统肿瘤分类标准进行病理学分级。排除标准: ①病灶未经手术完整切除; ②胰腺肿瘤病灶 ≤ 5 mm。最终143例患者纳入研究, 其中男性71例, 女性72例; 年龄9~77岁, 中位年龄53岁。临床表现: 所有患者中有症状93例, 临床症状包括腹痛、腹胀等腹部不适, 头晕, 心慌, 乏力或晕厥, 低热不适, 皮肤及巩膜黄染, 进食哽噎, 便血, 腹泻, 体重下降, 胸部麻木感, 腰背痛等; 无症状50例。

1.2 检查方法

1.2.1 CT检查方法

采用德国Siemens公司的SOMATON Definition AS CT机。扫描参数：管电压120 kV，管电流250 mA，重建层厚3~5 mm，层间距3~5 mm。对比剂为碘普罗胺（含碘300 mg/mL）80~100 mL，流率2~3 mL/s，经肘静脉穿刺建立注药通道，注入对比剂后，靶血管达到100 HU后自动触发扫描获得动脉期图像，注射对比剂后70~80 s进行静脉期扫描。

1.2.2 MRI检查方法

采用德国Siemens公司的Magnetom Avanto和Magnetom Aera 1.5 T超导MRI仪。扫描范围为上腹部，包括全部肝脏和胰腺。MRI扫描包括屏气快速自旋回波T2加权成像（T2-weighted imaging, T2WI）（抑脂）、梯度回波正反相位T1加权成像（T1-weighted imaging, T1WI）、弥散加权成像（diffusion-weighted imaging, DWI）、动态增强成像 [对比剂为钆喷替酸葡甲胺（Gd-DTPA），总量为15~20 mL，经肘静脉注射后分别于20~25、35~40、55~60、150~180 s行4期扫描]。DWI检查采用自旋回波平面回波成像（spin echo-echo planar imaging, SE-EPI）序列， b 值为0、500 s/mm²，动态增强成像采用一次屏气三维容积间插重建梯度回波（three-dimensional volumetric interpolated breath-hold examination, 3D-VIBE）序列，常规视野为32 cm × 32 cm~38 cm × 38 cm。

1.3 图像分析

由2名高年资影像学诊断医师共同阅片，达成一致意见。观察病变位置（胰头、胰颈、胰体或胰尾）、数目、大小（最长径）、形状，平扫边界是否清晰，有无钙化、囊变坏死、胰管扩张、远端胰腺萎缩，邻近组织受侵、淋巴结肿大或肝转移情况等。选择正常胰腺组织的信号强度作为参照标准，在同一成像序列上，肿瘤信号强度和正常胰腺组织信号相等者为等信号，依次将肿瘤的信号强度分为低信号、稍低信号、等信号、稍高信号、高信号。

1.4 病理学分析

参照第5版WHO消化系统肿瘤分类标准，将pNEN按照肿瘤细胞Ki-67增殖指数和有丝分裂指数划分为NET G1、NET G2、NET G3和NEC G3，记录患者术后免疫组织化学病理学报告中瘤灶的Ki-67值（表1）。

表1 pNEN的病理学分级

分级	Ki-67增殖指数	有丝分裂指数
分化好的pNEN/pNET		
NET G1	<3%	<2个/10 HPF
NET G2	3%~20%	2~20个/10 HPF
NET G3	>20%	>20个/10 HPF
分化差的pNEN/pNEC		
NEC G3	>20%	>20个/10 HPF

1.5 统计学处理

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计学分析。非正态分布的连续变量记录为中位数和范围（最小值和最大值）。分类变量表示为数字和百分比。

2 结果

2.1 临床特征

143例pNEN患者共检出149个病灶，其中NET G1 63个、NET G2 74个、NET G3 8个、NEC G3 4个。25例（16.8%）患者有内分泌功能，包括18个分泌胰岛素，4个分泌胃泌素，1个分泌胰高血糖素，1个分泌胃泌素、胰高血糖素和胰多肽，1个分泌胰岛素和血管活性肠肽；无功能性肿瘤患者118例。NET G1病灶中，18个有内分泌功能；NET G2病灶中，6个有内分泌功能；NET G3病灶中，1个有内分泌功能；NEC G3病灶均为无功能性（表2）。

2.2 CT和MRI形态特征

149个病灶在CT和MRI上均能显示，64个（43.0%）位于胰头颈部，85个（57.0%）位

于胰体尾部; NET G1、NET G2、NET G3和 NEC G3病灶的大小依次为2.24 (0.7~5.6)、3.29 (0.9~8.6)、2.88 (1.0~5.3) 和5.75 (3.0~7.4) cm; 类圆形病灶为127个 (85.2%), 不规则形病灶为22个 (14.8%); 130个 (87.2%) 病灶CT平扫为等密度, 19个 (12.8%) 病灶呈稍低密度; 124个 (83.2%) 病灶为T2WI高或稍高信号; 146个 (98.0%) 病灶实性区为T1WI

低或稍低信号; 130个病灶实性区DWI均表现为高信号, 表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 图呈低信号 (19例显示欠清); 边缘清晰76个 (51.0%); 病灶内钙化22个 (14.8%); 囊变57个 (38.3%); 胰管扩张14个 (9.4%); 远端胰腺萎缩9个 (6.0%); 胰周侵犯30个 (20.1%); 淋巴结转移14个 (9.4%); 肝转移15个 (10.1%)。

表2 不同病理学分级的pNEN患者的临床特征

病理学分级	性别		年龄/岁		病灶位置		有内分泌功能
	男性	女性	中位数	范围	头颈部	体尾部	
NET G1 (n=63)	27	32	54	9~76	27	36	18
NET G2 (n=74)	37	35	51	15~77	31	43	6
NET G3 (n=8)	5	3	48.5	30~76	4	4	1
NEC G3 (n=4)	2	2	46	40~77	2	2	0

NET G1组, 男性26例单发, 1例3个病灶; 女性30例单发, 2例均为2个病灶。NET G2组, 男性36例单发, 1例3个病灶; 女性35例均为单发。

表3 pNEN的CT和MRI形态特征

病理学分级	大小/cm	类圆形	边缘清晰	钙化	囊变	胰管扩张	远端胰腺萎缩	胰周侵犯	淋巴结转移	肝转移
NET G1 (n=63)	2.24 (0.7~5.6)	60	48	6	17	3	3	1	0	2
NET G2 (n=74)	3.29 (0.9~8.6)	58	27	15	35	6	3	20	10	10
NET G3 (n=8)	2.88 (1.0~5.3)	6	1	1	3	3	2	6	2	3
NEC G3 (n=4)	5.75 (3.0~7.4)	3	0	0	2	2	1	3	2	0

2.3 CT和MRI强化特征

CT增强: 在动脉期与静脉期, 92个 (61.7%) 病灶呈持续显著强化, NET G1、NET G2、NET G3病灶明显强化的个数依次为50个 (79.4%)、40个 (54.1%)、2个 (25.0%)。MRI增强: 115个 (77.2%) 病灶动脉期明显强化, 强化程度高于正常胰腺组织, 并随时间延

长呈持续性强化, NET G1、NET G2、NET G3病灶明显强化的个数依次为59个 (93.7%)、52个 (70.3%)、4个 (50.0%), NEC G3的4个 (100%) 病灶在CT和MRI增强均表现为动脉期轻度强化, 随时间延长强化程度稍增加, 但始终低于胰腺组织 (图1~4)。

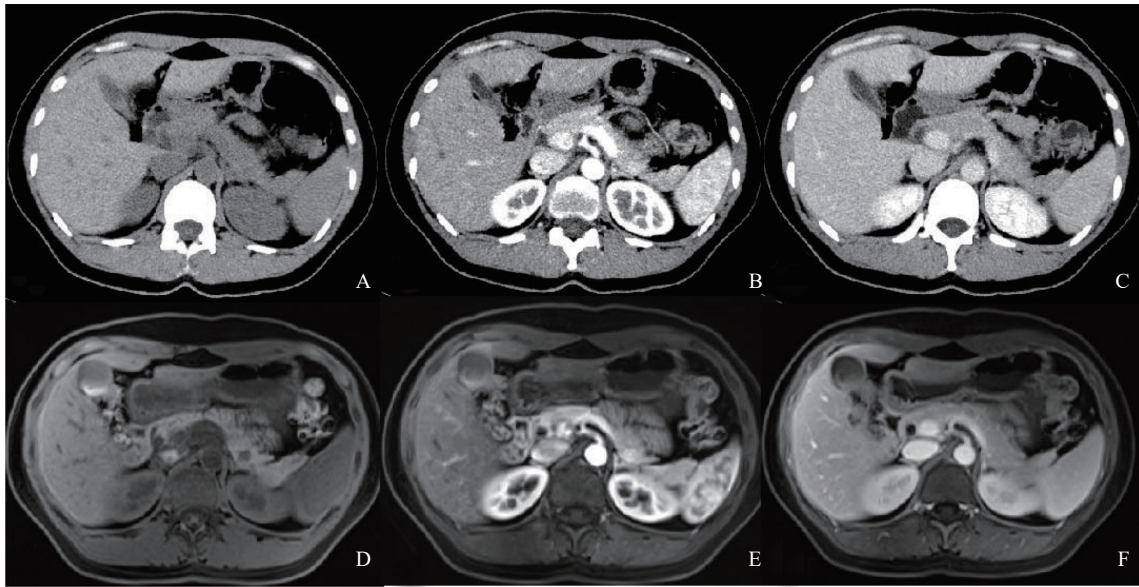


图1 典型病例1 (NET G1患者) CT和MRI图像

A: CT平扫显示胰腺体部等密度结节, 与周围胰腺分界不清; B: CT增强动脉期胰腺体部结节状明显均匀强化, 边界清晰, 强化程度超过邻近胰腺实质; C: CT增强静脉期胰腺体部结节持续强化, 强化程度与胰腺实质一致; D: MRI平扫T1WI胰腺体部结节呈低信号, 与周围胰腺分界清晰; E: MRI增强动脉期胰腺体部结节状明显均匀强化, 边界清晰, 强化程度超过邻近胰腺实质; F: MRI增强静脉期胰腺体部结节持续强化, 强化程度与胰腺实质一致。

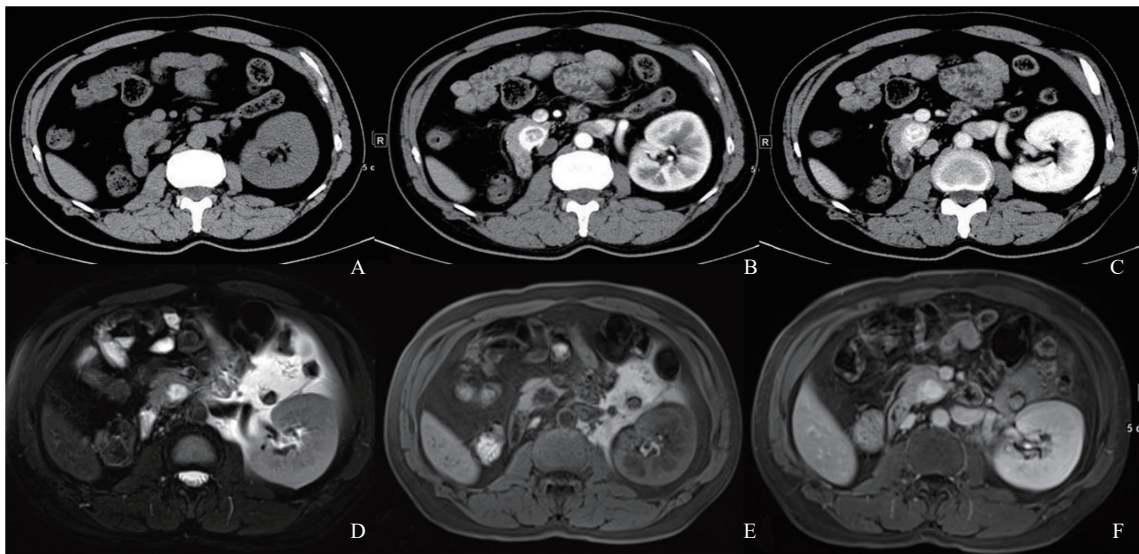


图2 典型病例2 (NET G2患者) CT和MRI图像

A: CT平扫显示胰头沟突部见低密度结节, 与周围胰腺分界不清; B: CT增强动脉期胰头沟突部结节明显不均匀强化, 边界清晰, 强化程度超过邻近胰腺实质; C: CT增强静脉期胰尾结节持续强化, 强化程度仍高于邻近胰腺实质; D: MRI平扫T1WI胰头沟突部结节呈高信号, 与周围胰腺分界清晰; E: MRI平扫T1WI胰腺体部结节呈低信号; F: MRI增强静脉期结节明显强化, 强化程度超过胰腺实质。

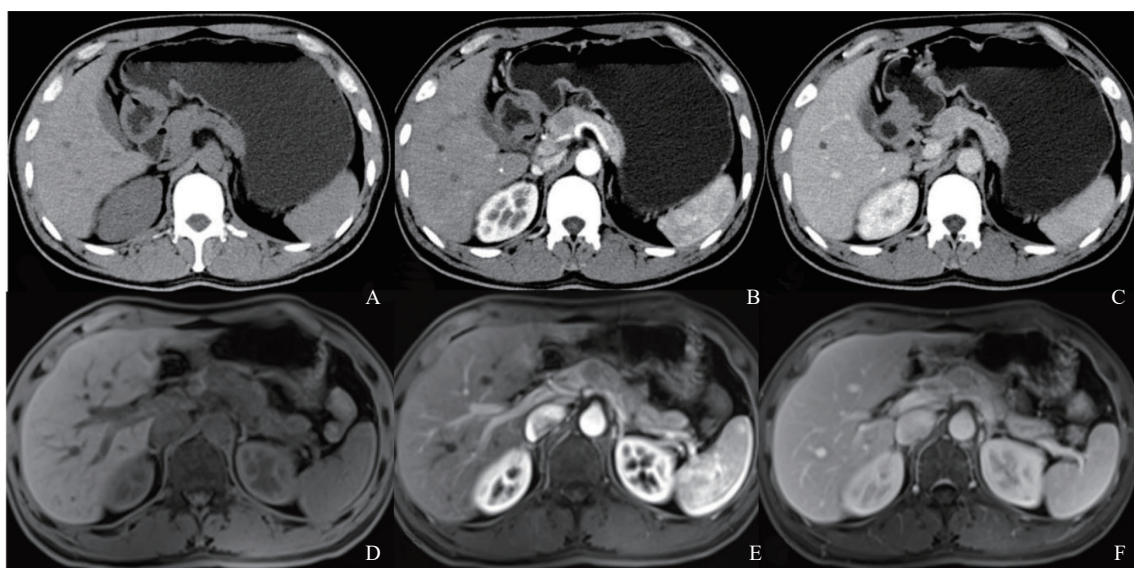


图3 典型病例3 (NET G3患者) CT和MRI图像

A: CT平扫显示胰颈部等密度类圆形结节, 边界不清; B: CT动脉期结节轻度强化, 强化程度略微低于邻近胰腺实质; C: CT静脉期结节强化程度稍增加, 强化程度接近邻近胰腺实质; D: MRI平扫T1WI胰腺体部结节呈低信号, 与周围胰腺分界不清; E: MRI增强动脉期胰颈部结节状轻度强化, 强化程度低于邻近胰腺实质; F: MRI增强静脉期胰颈结节强化程度稍增加, 但仍稍低于胰腺实质。

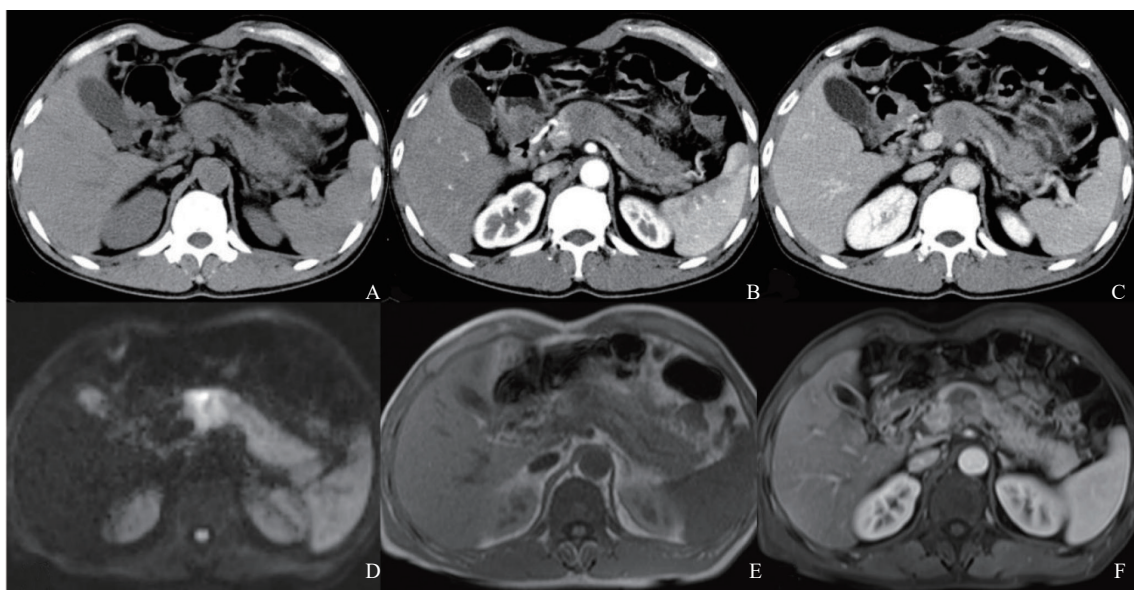


图4 典型病例4 (NEC G3患者) CT和MRI图像

A: CT平扫显示胰颈体部不规则等密度肿块影, 肿块与邻近胰腺分界不清, 后缘突出胰腺包膜, 远端胰管轻度扩张; B: CT动脉期肿块呈轻度强化, 强化程度低于胰腺实质; C: CT静脉期肿块实质性部分轻中度强化, 强化程度仍低于胰腺实质; D: DWI显示肿块呈高信号, 与周围胰腺分界清晰; E: MRI平扫T1WI肿块呈不均匀低信号; F: MRI增强动脉期肿块轻度强化, 强化程度低于胰腺实质。

3 讨 论

依据激素的分泌状态和患者的临床表现, pNEN分为功能性和无功能性pNEN。无功能性pNEN占pNEN的大多数, 功能性pNEN仅占约

15%^[4]。本研究中功能性pNEN约占16.8%, 与文献报道一致, 同时发现功能性pNEN均为胰腺NET, 且多为NET G1级, 提示功能性神经内分泌肿瘤因为早期出现临床症状而更容易被发现, 同时有无内分泌功能也可以作为胰腺NET与胰腺NEC的鉴别点之一。

本研究发现pNEN不同病理学级别患者在性别、年龄方面没有差别,与相关研究^[5-6]结果一致。肿瘤可以发生在胰腺头颈部,也可以位于体尾部,不同病理学分级之间也没有明显的位置差异;胰腺NEC病灶明显比胰腺NET病灶大,提示胰腺NEC的生长速度更快,生物学行为更差;本研究中pNEN大多数病灶呈类圆形,在G1级的NET中更明显,与既往研究^[7]结果相似。大约一半的肿瘤边缘比较清晰,超过1/3的肿瘤内可见囊变坏死,而钙化比较少见,与相关研究^[5-6]结果也一致。胰管扩张更少见,在高级别肿瘤(NET G3和NEC G3)出现的概率较高,提示肿瘤容易侵犯到主胰管造成胰管堵塞,从而引起远端的胰管扩张,也有研究^[6]证实这个观点,而胰管扩张更常见于胰腺导管腺癌,因此胰管扩张可以作为pNEN与胰腺导管腺癌的鉴别点之一^[8],可以用于乏血供的pNEN与胰腺导管腺癌的鉴别^[9]。远端胰腺萎缩较少见,而胰周侵犯、淋巴结转移多数出现在NET G2及更高级别的肿瘤中,肝转移在NET G3中出现的比例最高,但也可以发生在G1级的肿瘤中。

本研究发现pNEN的病灶CT平扫呈等或稍低密度,密度与胰腺密度接近,与既往研究^[6, 10]结果一致,因此CT平扫容易漏诊。MRI由于软组织分辨率高,在pNEN的检出方面有天然的优势,因为正常胰腺在T1WI上显示为高信号,神经内分泌肿瘤显示为低或稍低信号,尤其对于小病灶的检出,具有明显优势,本组中98%的病灶平扫T1WI就可以发现病灶。肿瘤实性区在DWI上均呈高信号,ADC图呈低信号,提示水分子弥散受限。注射对比剂后病灶在动脉期大多数肿瘤明显强化,静脉期呈持续显著强化,低级别肿瘤(NET G1、NET G2)尤为明显,可能是因为pNEN血窦丰富,但随着病理学级别增高,病灶增强程度逐渐减低,高级别肿瘤(NET G3、NEC G3)强化程度接近或略低于周围正常胰腺组织,也许与肿瘤内坏死及纤维组织增生等有关,这与多项研究^[10-13]一致。

综上所述,pNEN的典型CT和MRI表现为类圆形的实性结节或肿块,CT平扫呈等或稍低密度,T1WI低或稍低信号,增强后大多数低级别

肿瘤呈明显持续强化,高级别肿瘤多数强化程度较低,接近或稍低于周围胰腺。

[参 考 文 献]

- [1] SUNDIN A, ARNOLD R, BAUDIN E, et al. ENETS consensus guidelines for the standards of care in neuroendocrine tumors: radiological, nuclear medicine & hybrid imaging [J]. *Neuroendocrinology*, 2017, 105(3): 212-244.
- [2] GUILMETTE J M, NOSÉ V. Neoplasms of the neuroendocrine pancreas: an update in the classification, definition, and molecular genetic advances [J]. *Adv Anat Pathol*, 2019, 26(1): 13-30.
- [3] 中华医学会病理学分会消化病学组, 2020年中国胃肠胰神经内分泌肿瘤病理诊断共识专家组. 中国胃肠胰神经内分泌肿瘤病理诊断共识(2020版) [J]. *中华病理学杂志*, 2021, 50(1): 14-20.
- [4] CHEN M Y, VAN NESS M, GUO Y T, et al. Molecular pathology of pancreatic neuroendocrine tumors [J]. *J Gastrointest Oncol*, 2012, 3(3): 182-188.
- [5] 周延, 刘剑羽, 朱翔. 胰腺神经内分泌肿瘤多层螺旋CT双期增强扫描特征 [J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(3): 225-230.
- [6] 刘黎明, 唐艳华, 王海屹, 等. 多层CT对胰腺神经内分泌肿瘤病理分级的可行性 [J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50(2): 105-109.
- [7] HUMPHREY P E, ALESSANDRINO F, BELLIZZI A M, et al. Non-hyperfunctioning pancreatic endocrine tumors: multimodality imaging features with histopathological correlation [J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(7): 2398-2410.
- [8] KIM J H, EUN H W, KIM Y J, et al. Pancreatic neuroendocrine tumour (PNET): staging accuracy of MDCT and its diagnostic performance for the differentiation of PNET with uncommon CT findings from pancreatic adenocarcinoma [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(5): 1338-1347.
- [9] JEON S K, LEE J M, JOO I, et al. Nonhypervascular pancreatic neuroendocrine tumors: differential diagnosis from pancreatic ductal adenocarcinomas at MR imaging—retrospective cross-sectional study [J]. *Radiology*, 2017, 284(1): 77-87.
- [10] FOTI G, BONINSEGNA L, FALCONI M, et al. Preoperative assessment of nonfunctioning pancreatic endocrine tumours: role of MDCT and MRI [J]. *Radiol Med*, 2013, 118(7): 1082-1101.
- [11] KARMAZANOVSKY G, BELOUSOVA E, SCHIMA W, et al. Nonhypervascular pancreatic neuroendocrine tumors: spectrum of MDCT imaging findings and differentiation from pancreatic ductal adenocarcinoma [J]. *Eur J Radiol*, 2019, 110: 66-73.
- [12] 许秦凤, 郭万华. 部分或完全低强化型胰腺神经内分泌肿瘤多层螺旋CT的表现特征 [J]. *中华胰腺病杂志*, 2017, 17(3): 184-188.
- [13] HYODO R, SUZUKI K, OGAWA H, et al. Pancreatic neuroendocrine tumors containing areas of iso- or hypoattenuation in dynamic contrast-enhanced computed tomography: spectrum of imaging findings and pathological grading [J]. *Eur J Radiol*, 2015, 84(11): 2103-2109.

(收稿日期: 2021-06-03 修回日期: 2021-06-22)