

胰腺神经内分泌肿瘤分级的影像学研究进展

王成 综述 王中秋 审核

【摘要】 胰腺神经内分泌肿瘤(PNET)是一种少见胰腺肿瘤。不同分级的 PNET 的治疗方式不尽相同。术前活检结果易产生假阴性或活检与切除标本分级不同的现象,因此影像学对于 PNET 的诊断以及分级起着至关重要的作用,本文拟对 PNET 分级的影像学研究进展进行综述。

【关键词】 胰腺肿瘤; 肿瘤分级; 磁共振成像; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R735.9; R445.2; R814.42 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2019)02-0207-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.02.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



胰腺神经内分泌肿瘤(pancreatic neuroendocrine tumor, PNET)是一种起源于肽能神经元和神经内分泌细胞的胰腺少见肿瘤,约占胰腺肿瘤的 1%~2%^[1]。随着近年来影像学检查技术及诊断水平的提高, PNET 的检出率有所上升^[2]。2010 年 WHO 根据细胞增殖指数 Ki-67 的阳性指数,将 PNET 分为三级:G1 级, Ki-67 阳性指数 $\leq 2\%$; G2 级, Ki-67 阳性指数 3%~20%; G3 级, Ki-67 阳性指数 $> 20\%$ ^[3,4]。

不同分级的 PNET 的治疗方式不尽相同。G2-3 级肿瘤有复发及转移风险,通常需要扩大切除范围; G3 级需同时辅助全身化疗^[5,6]。肿瘤的最终病理结果只有通过病变切除或穿刺活检得到,且细针穿刺获得的病理组织含量较小,可能产生假阴性或活检与切除标本分级不同的现象^[7],故影像学对于 PNET 的诊断以及分级至关重要^[8]。目前用于评价 PNET 分级的影像征象主要包括肿瘤大小、形态、边界、密度(CT 值)、MRI 信号、DWI 信号、ADC 值、强化方式以及 PET/CT 的各项指标等。

肿瘤大小及边界

1. 肿瘤大小

相关文献^[9-14]报道肿瘤的大小与分级存在密切的联系,肿瘤的大小随着 Ki-67 指数的增加而增大^[7,12,15],其差别具有统计学意义^[16]。乏血供的 PNET 一般大于富血供 PNET,而乏血供的 PNET 多为 G3 级^[17]。G1 级肿瘤的最大径明显小于 G2-3 级^[18]。当肿瘤最大径 $> 1.75\text{cm}$ 时诊断为 G2-3 级的敏感度为 91.7%^[19],而以肿瘤最大径 2.6cm 为阈值

鉴别 G1 级与 G2-3 级的敏感度、特异度分别为 78.5%、87.5%^[20]。Guo 等^[9]的研究表明肿瘤最大径 $< 2\text{cm}$ 时,鉴别 G1-2 级与 G3 级肿瘤的特异度为 100%,而其他文献结果^[21,22]显示,当肿瘤最大径 $> 2\text{cm}$ 时,鉴别 G1 级与 G2-3 级肿瘤时具有明显统计学意义。Kim 等^[15]在比较不同级别肿瘤大小时发现,将最大径为 3cm 作为诊断阈值时,鉴别 G3 级与 G1-2 级肿瘤的敏感性 & 特异性最高。在 b 值为 1000s/mm² 的 DWI 图像上测量不同级别肿瘤的体积时, G3 级肿瘤的体积也明显大于 G1、G2 级^[23]。

2. 肿瘤边界、形态

Hyodo 等^[17]研究表明肿瘤边界对于肿瘤级别的鉴别具有统计学意义,大多数 G2-3 级 PNET 边界不清^[15,19,24,25]。有文献^[24,26]表明相对于 G1 级 PNET, G2 级肿瘤在静脉期和延迟期更常表现为边界不清,且诊断为 G2-3 级的特异度为 90.3%^[19]。部分学者^[9,15]研究发现,与 G1-2 级相比, G3 级肿瘤边界不清更常见; G1 级肿瘤多为圆形或椭圆形,而 G2-3 级多为分叶状或不规则形态^[10]。

CT 平扫密度及 MR 信号

1. CT 平扫密度

根据病灶内囊性与实性的比例不同, PNET 可表现为实性、囊实性及纯囊性,以实性多见^[22]。平扫时肿瘤的平均密度存在差异,但这种差异对于 PNET 分级无统计学意义。

2. MRI 信号

目前用于评价 PNET 分级的 MRI 参数包括 T₁WI、T₂WI、DWI、ADC 等。不同级别 PNET 的 T₁WI、T₂WI 信号存在差异,高级别肿瘤在门脉期及延迟期图像上多呈低信号^[24]。Canellas 等^[21]认为肿瘤在 T₂WI 上表现为高信号对于 G1-2 级与 G3 级肿

作者单位: 210029 南京, 南京中医药大学附属医院; 233030 安徽, 蚌埠医学院研究生院

作者简介: 王成(1994—), 男, 安徽亳州人, 硕士研究生在读, 主要从事胰腺癌的影像诊断研究和工作。

通讯作者: 王中秋, E-mail: zhq2001us@163.com

基金项目: 江苏省重点研发项目(BE2017772)

瘤的鉴别具有统计学意义。而 Lotfalizadeh 等^[7]的研究显示,肿瘤上下游正常胰腺组织在 T₁WI 上呈高信号对于 PNET 分级具有统计学意义。相对于高级别 PNET,低级别 PNET 上下游正常胰腺组织的 T₁WI 信号较高。Toshima 等^[18]对比 G1 级和 G2 级 PNET 的 T₂ 信号发现,G2 级 PNET 出现囊变的概率高于 G1 级,而 Guo 等^[9]发现 G3 级肿瘤出现囊变的概率高于 G1-2 级,且两者间具有明显的统计学意义。

DWI 是一种检测生物组织内水分子随机扩散的功能成像模式,肿瘤细胞的增加可导致水分子扩散受限^[27],目前 DWI 多用于肿瘤分期、分级和预后分析。不同级别 PNET 的肿瘤细胞组成不同,肿瘤在 DWI 图像上扩散受限程度与 PNET 分级存在显著相关性,因此,DWI 也可用来评估 PNET 分级^[12,21,25,26]。

Wang 等^[27]的研究显示 ADC 值与 Ki-67 值存在明显相关,故可用 ADC 值来评估 PNET 的分级。Jang 等^[10]采用 DWI 评估不同级别 PNET 的 ADC 值发现,ADC 比(肿瘤的 ADC 值/周围正常胰腺 ADC 值)可用来评估 PNET 分级,G1 级 PNET 的 ADC 比明显高于 G2-3 级^[10,18]。ADC 值的大小与肿瘤的级别呈负相关,肿瘤级别越高,ADC 值越小^[7,9,12];G1 级肿瘤的 ADC 值明显高于 G2-3 级^[10,19,21,24],使用 ADC 值鉴别 G1、G2 级肿瘤的敏感度、特异度分别为 82.4% 和 79.5%^[26]。Pereira 等^[23]的研究表明,G1 级肿瘤的平均 ADC 值、ADC 值的第 75 百分位数、第 90 百分位数、第 95 百分位数均高于 G2、G3 级,但上述数值在 G2 与 G3 级肿瘤之间无明显统计学差异。不同阈值评估 PNET 分级的敏感性和特异性不同。有关文献报道^[7,9],当 ADC 阈值为 $(0.95 \sim 1.19) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别 G3 级与 G1-2 级肿瘤的敏感度和特异度范围分别为(72.3%~100%)和(91.6%~92%),且阈值为 $1.19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,敏感性和特异性均最高;当 ADC 阈值为 $(1.09 \sim 1.28) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别 G1 级与 G2-3 级肿瘤的敏感度和特异度范围分别为(70.8%~92.9%)和(64%~84.6%)^[10,19];当 ADC 阈值为 $1.22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别 G1 和 G2 级肿瘤的敏感度和特异度分别为 70% 和 86%^[24]。

Lotfalizadeh 等^[7]表明真实扩散系数(true diffusion coefficient,D)值与平均 ADC 值之间存在显著正相关,与肿瘤的大小、Ki-67 指数等呈显著负相关(相关指数分别为 -0.23、-0.41);随着 PNET 的 Ki-67 指数的增加,D 值明显减小;当 D 值取 $1.04 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 作为最佳阈值时,诊断 G3 级 PNET 的敏感度和特异度分别为 82% 和 92%。

强化方式

不同级别 PNET 的强化方式不同^[15,28],因此肿瘤

的强化方式可用来鉴别肿瘤分级^[7,29-31]。

1. CT 强化方式

在 CT 增强图像上,G1 级肿瘤的强化方式与 G2-3 级存在统计学差异。随着肿瘤级别的提升,肿瘤明显强化的可能性越小^[32]。G2-3 级肿瘤在动脉期及门脉期上呈等-低密度,而 G1 级肿瘤强化明显,呈高密度^[25]。Belousova 等^[14]研究发现增强动脉期肿瘤小于 2cm,且动脉期强化率(肿瘤强化值/正常胰腺强化值) >1.1 时,多为 G1 级肿瘤;该研究同时将肿瘤的强化方式分为 A、B 两种类型,A 型为动脉早期明显强化,B 型为延迟强化;当强化率 <1.1 ,且强化方式为 A 型时,同样多为 G1 级肿瘤。另一项研究^[15]表明,动脉期增强比、门脉期增强比在 G3 级与 G1-2 级肿瘤间均具有明显的统计学差异;当门脉期增强比 <1.1 时,鉴别 G3 级与 G1-2 级肿瘤的敏感度和特异度分别为 92.3% 和 80.5%;当动脉期增强比 <1.1 时,敏感度和特异度分别为 76.9% 和 79.2%。

2. MRI 强化方式

Lotfalizadeh 等^[7]研究显示,相对于 G2-3 级肿瘤,G1 级肿瘤在 MRI 增强扫描动脉期及门脉期呈高信号更为普遍;而 G3 级肿瘤在门脉期及延迟期多呈低或等信号。G2-3 级肿瘤多呈不均质强化^[19]。动脉期呈等-低信号的 PNET 多为高级别肿瘤。G1 级肿瘤动脉期强化程度明显高于其他级肿瘤^[18]。在 MRI 图像上,G2-3 级肿瘤门脉期及延迟期信号呈低信号,而 G1 级多为高信号^[24]。赵妮妮等^[33]基于 DCE-MRI 图像测定各灌注参数发现,Ktrans、Kep 值的大小与肿瘤级别呈正相关。

PET/CT

PET/CT 广泛应用于 PNET 分级。Cingarlini 等^[34]使用¹⁸F-FDG 及⁶⁸Ga-DOTATOC PFT/CT 进行 PNET 分级时发现,¹⁸F-FDG 阳性率在 G2 级 PNET 中高于 G1 级,且两者间的差异具有统计学意义;⁶⁸Ga-DOTATOC PET/CT 的 SUVmax 值随着肿瘤级别的升高而增大。Tomimaru 等^[35]研究发现²⁻¹⁸F-Fluoro-2-deoxy-D-glucose PET/CT 的 SUVmax 值在鉴别 G3 级 PNET 与 G1-2 级时同样具有统计学意义。Sato 等^[36]报道肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume,MTV)和病灶总糖酵解值(total lesion glycolysis,TLG)在 G1 级与 G2 级 PNET 间具有统计学差异。

胰管扩张及转移

1. 胰管扩张

胰管扩张程度与肿瘤分级密切相关^[7,12,19,21,37],胰

管扩张多出现在高级别级 PNET 内。Belousova 等^[14]认为胰管扩张对于 G1 级与 G2 级 PNET 的鉴别无明显作用,但胰管扩张常用于 G1-2 级与 G3 级肿瘤的鉴别。Jang 等^[10]研究发现主胰管扩张在 G3 级 PNET 中更普遍;其他文献亦认为胰管扩张(主胰管管径超过 4mm)在 G1-2 级与 G3 级 PNET 间具有明显统计学差异^[9,21,22]。

2. 临近结构的侵犯及转移

De 等^[19]认为在众多 PNET 定性特征中,出现血管侵犯或肝转移时,诊断为 G2-3 级 PNET 的特异度为 96.7%。Kim 等^[15]研究表明,G3 级 PNET 出现血管侵犯的可能性明显大于 G1-2 级,鉴别诊断特异度为 94.8%。Guo 等^[9]对比 G1-2 级与 G3 级 PNET 发现,G3 级肿瘤出现转移的概率高于 G1-2 级;他在研究 G1 级与 G2 级肿瘤特征时发现,G2 级肿瘤出现淋巴结或远处转移,但 G1 级未出现转移征象^[26]。Canellas 等^[21,22]研究发现,只有 G2-3 级 PNET 出现胰外扩散、血管侵犯、肝转移。

纹理分析

图像纹理分析是对图像像素灰度值的局部特征、像素灰度值变化规律及其分布模式进行研究。纹理分析可定量分析图像灰阶分布特征、像素间关系和空间特征,提供大量肉眼无法识别的物体表面特征信息。因不同级别 PNET 的像素灰度、像素间关系等特征存在差异,目前已有使用纹理分析方法对 PNET 进行分级的研究报道。李旭东等^[38]研究发现,使用 Fisher 系数、分类错误概率联合平均相关系数和互信 3 种方法联合的 MRI 图像纹理特征选择技术结合非线性判别分析,可以用于 PNET 的术前分级,尤以 ADC 图效果最佳。Choi 等^[25]基于 CT 图像进行纹理分析时发现,G2-3 级 PNET 在动脉期二维和三维图像上的空间灰度共生矩阵反差矩(gray-level co-occurrence matrices-inverse difference moment, GLCM-IDM)、偏态及表面积高于 G1 级肿瘤,但球形度和峰值低于 G1 级肿瘤。Canellas 等^[22]的研究发现,具有不同空间尺度过滤器的熵是鉴别 PNET 的唯一参数,熵联合多个 CT 征象(直径>2cm、胰管扩张、淋巴结转移、血管侵犯)鉴别 PNET 分级时准确度最高。

其他

部分单个特征评估 PNET 分级时,敏感性、特异性不高,而联合 2 个或 2 个以上特征鉴别不同级别 PNET,其诊断的敏感性、特异性明显提高。Guo 等^[9]对肿瘤的大小、ADC 值及转移等指标进行多因素分析时发现,ADC 值及转移对于评估 G1-2 级及 G3 级

PNET 具有潜在意义。有学者^[19]研究发现,当肿瘤边界不清,同时出现周围血管侵犯或(和)肝脏转移时,诊断为 G2-3 级 PNET 的特异度为 100%。Toshima 等^[18]比较各级 PNET 的影像学特征发现,当肿瘤呈分叶状、最大径>25mm、且动脉早期无强化时,诊断为 G2-3 级 PNET 的特异度为 87.5%;而当肿瘤同时满足动脉早期强化、ADC 比(肿瘤的 ADC 值/周围正常胰腺 ADC 值)<0.94、最大径<25mm 三个条件时,诊断为 G1 级 PNET 的特异度为 100%。Kim 等^[15]研究发现边界不清、最大径>3cm、血管侵犯、胆总管扩张以及诊断优势比>49.60 时,鉴别 G1-2 级与 G3 级肿瘤具有统计学差异,且在满足 5 个征象中 2 个以上时,鉴别诊断的敏感度及特异度分别为 92.3%和 87.7%。

小结

PNET 的分级与部分影像学征象存在密切联系。随着肿瘤级别的增高,肿瘤的大小随之增大,当肿瘤最大径>2cm 时,多为 G2-3 级肿瘤;肿瘤边界不清、胰管扩张、血管侵犯以及转移发生于高级别 PNET;高级别 PNET 多表现为乏血供病变,且在 DWI 图像上呈高信号。随着肿瘤级别的增高,肿瘤的 ADC 值反而下降,当阈值为 $1.19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别 G3 级与 G1-2 级肿瘤的敏感度和特异度最高,分别为 100%和 92%。

联合多个有价值的影像学特征鉴别 PNET 肿瘤级别的敏感性、特异性明显高于单个特征。当肿瘤同时满足动脉早期强化、ADC 比<0.94、最大径<25mm 时,诊断为 G1 级 PNET 的特异度达 100%;当满足边界不清、最大径>3cm、血管侵犯、胆总管扩张以及诊断优势比>49.60 中 2 个或 2 个以上时,鉴别 G1-2 与 G3 级肿瘤的敏感性、特异性最高。

随着计算机纹理技术的迅猛发展,纹理分析技术在 PNET 分级中的应用日益广泛,其中具有不同空间尺度过滤器的熵在鉴别肿瘤分级时准确性最高。

参考文献:

- [1] 中华医学会肿瘤学分会胰腺癌学组. 胰腺神经内分泌肿瘤诊治专家共识[J]. 中华肿瘤杂志, 2014, 36(9): 717-720.
- [2] Kloppel G. Classification and pathology of gastroenteropancreatic neuroendocrine neoplasms[J]. Endocr Relat Cancer, 2011, 18(1): S1-S16.
- [3] Rindi G, Falconi M, Klersy C, et al. TNM staging of neoplasms of the endocrine pancreas: results from a large international cohort study[J]. J Natl Cancer Inst, 2012, 104(10): 764-777.
- [4] Kulke MH, Shah MH, Bergsland E, et al. Neuroendocrine tumors, version 1. 2015[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2015, 13(1): 78-108.
- [5] Ramage JK, Ahmed A, Ardill J, et al. Guidelines for the management of gastroenteropancreatic neuroendocrine (including carcinoid) tumours (NETs)[J]. Gut, 2012, 61(1): 6-32.

- [6] Yamamoto Y, Okamura Y, Uemura S, et al. Vascularity and tumor size are significant predictors for recurrence after resection of a pancreatic neuroendocrine tumor[J]. *Ann Surg Oncol*, 2017, 24(8):2363-2370.
- [7] Lotfalizadeh E, Ronot M, Wagner M, et al. Prediction of pancreatic neuroendocrine tumour grade with MR imaging features: added value of diffusion-weighted imaging[J]. *Eur Radiol*, 2016, 27(4):1748-1759.
- [8] Baur AD, Pavel M, Prasad V, et al. Diagnostic imaging of pancreatic neuroendocrine neoplasms (pNEN): tumor detection, staging, prognosis, and response to treatment[J]. *Acta Radiol*, 2016, 57(3):260-270.
- [9] Guo C, Chen X, Xiao W, et al. Pancreatic neuroendocrine neoplasms at magnetic resonance imaging: comparison between grade 3 and grade 1/2 tumors[J]. *Onco Targets Ther*, 2017, 10:1465-1474.
- [10] Jang KM, Kim SH, Lee SJ, et al. The value of gadoxetic acid-enhanced and diffusion-weighted MRI for prediction of grading of pancreatic neuroendocrine tumors[J]. *Acta Radiol*, 2014, 55(2):140-148.
- [11] Bettini R, Partelli S, Boninsegna L, et al. Tumor size correlates with malignancy in nonfunctioning pancreatic endocrine tumor[J]. *Surgery*, 2011, 150(1):75-82.
- [12] Kim M, Kang TW, Kim YK, et al. Pancreatic neuroendocrine tumour: correlation of apparent diffusion coefficient or WHO classification with recurrence-free survival [J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(3):680-687.
- [13] Luo Y, Dong Z, Chen J, et al. Pancreatic neuroendocrine tumours: correlation between MSCT features and pathological classification[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(11):2945-2952.
- [14] Belousova E, Karmazanovsky G, Kriger A, et al. Contrast-enhanced MDCT in patients with pancreatic neuroendocrine tumours: correlation with histological findings and diagnostic performance in differentiation between tumour grades[J]. *Clin Radiol*, 2017, 72(2):150-158.
- [15] Kim DW, Kim HJ, Kim KW, et al. Neuroendocrine neoplasms of the pancreas at dynamic enhanced CT: comparison between grade 3 neuroendocrine carcinoma and grade 1/2 neuroendocrine tumour[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(5):1375-1383.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] Toshima F, Inoue D, Komori T, et al. Is the combination of MR and CT findings useful in determining the tumor grade of pancreatic neuroendocrine tumors? [J]. *Jpn J Radiol*, 2017, 35(5):242-253.
- [19] De Robertis R, Cingarlini S, Tinazzi Martini P, et al. Pancreatic neuroendocrine neoplasms: magnetic resonance imaging features according to grade and stage[J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(2):275-285.
- [20] 徐学勤, 缪飞, 林晓珠, 等. 胰腺神经内分泌肿瘤影像学特征与病理分级的关系[J]. *诊断学理论与实践*, 2014, 13(5):481-486.
- [21] Canellas R, Lo G, Bhowmik S, et al. Pancreatic neuroendocrine tumor: correlations between MRI features, tumor biology, and clinical outcome after surgery [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 42(2):425-432.
- [22] Canellas R, Burk KS, Parakh A, et al. Prediction of pancreatic neuroendocrine tumor grade based on CT features and texture analysis[J]. *AJR*, 2018, 210(2):341-346.
- [23] Pereira JA, Rosado E, Bali M, et al. Pancreatic neuroendocrine tumors: correlation between histogram analysis of apparent diffusion coefficient maps and tumor grade[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(8):3122-3128.
- [24] Kim JH, Eun HW, Kim YJ, et al. Staging accuracy of MR for pancreatic neuroendocrine tumor and imaging findings according to the tumor grade[J]. *Abdom Imaging*, 2013, 38(5):1106-1114.
- [25] Choi TW, Kim JH, Yu MH, et al. Pancreatic neuroendocrine tumor: prediction of the tumor grade using CT findings and computerized texture analysis[J]. *Acta Radiol*, 2018, 59(4):383-392.
- [26] Guo C, Zhuge X, Chen X, et al. Value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in predicting World Health Organization grade in G1/G2 pancreatic neuroendocrine tumors [J]. *Oncol Lett*, 2017, 13(6):4141-4146.
- [27] Wang Y, Chen ZE, Yaghamai V, et al. Diffusion-weighted MR imaging in pancreatic endocrine tumors correlated with histopathologic characteristics[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2011, 33(5):1071-1079.
- [28] Humphrey PE, Alessandrino F, Bellizzi AM, et al. Non-hyperfunctioning pancreatic endocrine tumors: multimodality imaging features with histopathological correlation[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(7):2398-2410.
- [29] Manfredi R, Bonatti M, Mantovani W, et al. Non-hyperfunctioning neuroendocrine tumours of the pancreas: MR imaging appearance and correlation with their biological behaviour[J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(11):3029-3039.
- [30] Cappelli C, Boggi U, Mazzeo S, et al. Contrast enhancement pattern on multidetector CT predicts malignancy in pancreatic endocrine tumours[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(3):751-759.
- [31] Jeon SK, Lee JM, 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.
- [32] 李冬成, 杨莹, 于燕萍, 等. 胰腺神经内分泌肿瘤的 CT 诊断[J]. *放射学实践*, 2014, 29(12):1448-1451.
- [33] 赵妮妮, 任静, 印弘, 等. DCE-MRI 在胰腺神经内分泌肿瘤术前分级中的应用[J]. *放射学实践*, 2017, 32(10):1003-1007.
- [34] Cingarlini S, Ortolani S, Salgarello M, et al. Role of combined ⁶⁸Ga-DOTATOC and ¹⁸F-FDG positron emission tomography/computed tomography in the diagnostic workup of pancreas neuroendocrine tumors: implications for managing surgical decisions [J]. *Pancreas*, 2016, 46(1):42-47.
- [35] Tomimaru Y, Eguchi H, Tatsumi M, et al. Clinical utility of ²⁻¹⁸F-Fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in predicting World Health Organization grade in pancreatic neuroendocrine tumors[J]. *Surgery*, 2015, 157(2):269-276.
- [36] Satoh K, Sadowski SM, Dieckmann W, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT

volumetric parameters are associated with tumor grade and metastasis in pancreatic neuroendocrine tumors in von Hippel-Lindau disease[J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23(S5):1-8.

[37] Gallotti A, Johnston RP, Bonaffini PA, et al. Incidental neuroendocrine tumors of the pancreas: MDCT findings and features of malignancy[J]. AJR, 2013, 200(2):355-362.

[38] 李旭东, 林晓珠, 房炜恒, 等. MRI 图像纹理分析在胰腺神经内分泌肿瘤病理分级中的应用研究[J]. 诊断学理论与实践, 2017, 16(6):601-606.

(收稿日期:2018-03-21 修回日期:2018-07-24)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
- ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow): 血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
- BV (blood volume): 血容量
- b: 扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation): 曲面重组
- CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography): 计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
- CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
- DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
- ECG (electrocardiography): 心电图
- EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
- ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length): 回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 液体衰减反转恢复
- FLASH (fast low angel shot): 快速小角度激发
- FOV (field of view): 视野
- FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
- IR (inversion recovery): 反转恢复
- Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo): 梯度回波
- HE 染色: 苏木素-伊红染色
- HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

- MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
- MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time): 平均通过时间
- NEX (number of excitation): 激励次数
- PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
- PC (phase contrast): 相位对比法
- PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability): 表面通透性
- ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
- ROI (region of interest): 兴趣区
- SE (spin echo): 自旋回波
- STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复
- TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
- TE (time of echo): 回波时间
- TI (time of inversion): 反转时间
- TR (time of repetition): 重复时间
- TOF (time of flight): 时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
- VR (volume rendering): 容积再现
- WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
- NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
- Cho (choline): 胆碱
- Cr (creatine): 肌酸