

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.14.015

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200330.1648.014.html\(2020-03-31\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200330.1648.014.html(2020-03-31))

磁共振成像预测胰腺神经内分泌肿瘤病理分级的价值研究*

张 沥^{1,2}, 李陇超¹, 张 鑫¹, 汤 敏^{1△}, 折 霞¹, 宦 怡²

(1. 陕西省人民医院 MRI 室, 西安 710068; 2. 空军军医大学附属西京医院放射科, 西安 710032)

[摘要] **目的** 探讨磁共振成像(MRI)特征术前预测胰腺神经内分泌肿瘤(PNETs)病理分级的价值。**方法** 回顾性分析陕西省人民医院 2010 年 1 月至 2019 年 2 月 124 例经手术病理证实的 PNETs 患者的 MRI 表现, 观察征象主要包括: 病灶体积、边界不清、囊变坏死、胰管扩张、周围血管侵犯、肝转移、强化方式等, 并使用 Image J 软件计算病灶体积。参照 2017 年世界卫生组织(WHO)病理分级标准, 将病灶分为 G₁、G₂、G₃ 3 组。比较不同病理级别肿瘤的 MRI 图像特征, 分析 MRI 表现与 Ki-67 指数的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线, 并计算曲线下面积(AUC)评估诊断效能。**结果** 共计 137 个病灶, 其中 G₁ 组 58 个, G₂ 组 68 个, G₃ 组 11 个。3 组间病灶体积、边界不清、囊变坏死、胰管扩张、周围血管侵犯、肝转移、动静脉期强化方式均有明显差异($P < 0.05$)。Ki-67 指数与病灶体积、边界不清及囊变坏死呈正相关($r = 0.996, 0.839, 0.315, P < 0.05$)。鉴别 G₁ 与 G₂₋₃ 级 PNETs 时, MRI 囊变坏死征象 AUC 最大(0.642); G₃ 与 G₁₋₂ 级 PNET 鉴别诊断中, 各 MRI 征象 AUC 均较高(0.790~0.925)。**结论** 不同病理级别 PNETs 的 MRI 表现有一定差异, MRI 检查有助于术前预测病理分级。

[关键词] 胰腺肿瘤; 神经内分泌瘤; 磁共振成像; 病理分级; 诊断, 鉴别**[中图分类号]** R445.2; R735.9**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)14-2311-06

The value of magnetic resonance imaging appearance in predicting pathological grade of pancreatic neuroendocrine tumors*

ZHANG Li^{1,2}, LI Longchao¹, ZHANG Xin¹, TANG Min^{1△}, ZHE Xia¹, HUAN Yi²

(1. Department of MRI, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an, Shaanxi 710068, China; 2. Department of Radiology, Xijing Hospital, Air Force Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 710032, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of magnetic resonance imaging (MRI) appearance in predicting the pathological grading of pancreatic neuroendocrine tumors (PNETs). **Methods** A total of 124 patients with pathologically proved PNETs who underwent preoperative MRI in Shaanxi Provincial People's Hospital from January 2010 to February 2019 were retrospectively reviewed. The image analysis mainly included: lesion volume, boundary, cyst necrosis, pancreatic duct dilation, peripheral vascular invasion, liver metastasis, arterial enhancement, etc. The volumes of lesions were calculated by Image J software. According to the 2017 World Health Organization (WHO) pathological grading standards, the lesions were divided into 3 groups: the G₁, G₂ and G₃ group. The MRI imaging appearances of tumors of different pathological grades were compared, and the correlation between MRI performance and Ki-67 index was analysed. The diagnostic performance was evaluated by drawing the receiver operating characteristic (ROC) curve and calculating the the area under the curve (AUC). **Results** A total of 137 lesions were found, with 58 lesions in the G₁ group, 68 lesions in the G₂ group, 11 lesions in the G₃ group. There were statistically significant differences in lesion volume, boundary, cystic necrosis, main pancreatic duct dilatation, peripheral vascular invasion, liver metastasis and arterial enhancement among the three groups ($P < 0.05$). The Ki-67 index was positively correlated with lesion volume, unclear boundary and cystic degeneration ($r = 0.996, 0.839, 0.315, P < 0.05$). The AUC of cystic degeneration was the largest (0.642) in differentiating G₁ form G₂₋₃ PNETs. In the differential diagnosis of G₃ and G₁₋₂

* 基金项目: 陕西省重点研发计划一般项目-社会发展领域(2018SF-169)。

作者简介: 张沥(1988—), 主治医师, 硕士, 主要从事腹部肿瘤

影像学诊断研究。△ 通信作者, E-mail: 18202990355@139.com。

PNETs, the AUCs of all MRI appearances were relatively high, ranging from 0.790 to 0.925. **Conclusion** The MRI appearances vary with different pathological grades of PNETs, and MRI examination is helpful for preoperative prediction of pathological grade.

[Key words] pancreatic neoplasms; neuroendocrine tumors; magnetic resonance imaging; pathological grade; diagnosis, differential

胰腺神经内分泌肿瘤(pancreatic neuroendocrine tuomors, PNETs)是一组异质性肿瘤,较为罕见,发病率占原发性胰腺肿瘤的 1%~2%^[1],近年来发病率有增高趋势^[2]。2017 年世界卫生组织(WHO)消化道神经内分泌肿瘤分类系统根据核分裂数和(或)Ki-67 指数的不同将神经内分泌肿瘤(NET)分为低度恶性肿瘤(G₁级)、中度恶性(G₂级)和高度恶性(G₃级)及高增殖活性(G₃级)^[3-4]。肿瘤的 G 分级与生存期密切相关。如果术前能对 PNETs 进行分级评估,对治疗方案的制订有重要作用^[5]。以往研究中,关于磁共振成像(MRI)征象与 PNETs 分级研究的相关报道较少,且样本量小^[6-7]。本研究通过分析 PNETs 的发病位置、体积、MRI 平扫、增强的特征表现与病理分级、Ki-67 指数的相关性,以期为临床术前分期提供帮助。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析陕西省人民医院 2010 年 1 月至 2019 年 2 月所有经病理证实的 124 例 PNETs 患者的临床及影像资料。检查前签订知情同意书。其中,男 49 例,女 75 例;年龄 16~81 岁,平均(47.29±12.00)岁;47 例表现为发作性低血糖,44 例临床症状仅为上腹隐痛不适,38 例无明显临床症状,系体检时偶然发现。本研究经医院伦理委员会审核通过,所有受试者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 检查方法

采用 Philips 1.5T(34 例)和 Philips Ingenia 3.0T(90 例)MRI 扫描仪和腹部相控阵线圈行上腹部 MRI 平扫+4 期动态增强扫描(动脉期、胰腺期、门静脉期和延迟期)。患者在扫描前禁食、禁水 8 h。主要扫描序列和参数如下,Dixon T1 加权成像(T1WI)序列;TR 3.3 ms,TE 2.1 ms(3.0T)或 WATS TR 197 ms,TE 5.1 ms(1.5T),层厚 5 mm,距阵 220×192(3.0T)或 224×224(1.5T);脂肪抑制序列 T2 加权成像(T2WI);TR 1 000 ms,TE 70 ms(3.0T)或 TR 390 ms,TE 80 ms(1.5T),距阵 216×189(3.0T)或 288×288(1.5T)。增强扫描采用钆布醇注射液,剂量 0.1 mL/kg,注射流率 2.0 mL/s。

1.2.2 图像分析

由 1 名从事腹部 MRI 检查 10 年的放射科医师根据组织病理学证实的位置,使用 Image J 软件在增强扫描动脉期序列勾画病灶的范围,包括整个病灶,同时计算病灶体积,相隔 1 周后,再次测量体积,过程同

前,两次测量结果间行一致性检验;由 2 名具有 10 年以上的腹部 MRI 阅片资历的放射科医生,在不知晓手术及病理分级的情况下共同阅片,如遇不一致,通过协商解决。观察主要征象包括:病灶部位(胰腺钩突头颈部、胰体、胰尾)、边界(清或不清楚)、有无囊变、主胰管是否扩张(管径大于 3 mm)、平扫信号特点(与正常胰腺实质比较,高等低信号)、强化方式(与正常胰腺实质相比,动脉期呈低等高强化)、侵袭性(侵袭周围组织、血管侵犯、有无肝转移及远处转移)。

1.2.3 病理分析

由 2 名病理学专家共同阅片,以 2017 年 WHO 版消化道神经内分泌肿瘤分类系统标准进行病理分级评估。主要根据核分裂象和 Ki-67 指数将 PNETs 分为 3 个病理级别(G₁~G₃),G₁(核分裂象小于 2 个/10 HPF,Ki-67 指数小于或等于 2%);G₂(核分裂象 2~20 个/10 HPF,Ki-67 指数大于 2%~20%);G₃(核分裂象大于 20 个/10 HPF,Ki-67 指数大于 20%),其中高增殖活性 PNETs G₃ 的 Ki-67 指数通常为 20%~50%,即恶性程度从低度至高度^[3-4]。

1.3 统计学处理

使用 SPSS 20.0 统计软件进行统计分析。一致性检验通过计算组内相关系数评估,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用单因素方差分析;计数资料以频数和百分比表示,比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。MRI 图像征象与 Ki-67 指数的相关性使用 Person 相关性检验。诊断效能通过绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)评估灵敏度和特异度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料及病理结果

124 例患者共发现 137 个病灶,其中单发病灶 116 例,3 例 2 个病灶,5 例 3 个病灶。最终经病理证实 G₁、G₂、G₃ 级分别为 58、68、11 个病灶,50、63、11 例患者;G₁、G₂、G₃ 3 组患者的年龄、性别构成比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。肿瘤多位于胰腺体尾部,占 54.03%(67/124);其次是头颈部,占 41.94%(52/124);多部位少见,占 4.03%(5/124),但 3 组间患者肿瘤部位分布比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。有无功能性方面,G₁ 组低血糖患者占 42.0%,G₂ 组占 31.7%,G₃ 组占 54.5%,3 组间功能性肿瘤所占百分比比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 MRI 特征

2.2.1 3 组间病灶 MRI 图像特征比较

3 组间病灶体积、边界、囊变、胰管扩张、周围血管侵犯、肝转移征象比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。医生前后两次测量体积的结果具有高度一致性($r = 0.91, P < 0.01$)。纳入病例中 G_1 组患者均未出现转移,肝转移在 G_2 组出现 11 例占 17.46%(11/63) G_3 组 7 例占 66.67%(7/11)。MRI 信号特点中,3 组间病灶 T1WI 和 T2WI 平扫信号特点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。动脉期强化特点中,3 组动脉期均以高强化为主, G_1 组肿瘤均呈中等-高等强化;典型病例女,57 岁,反复低血糖,病理诊断为胰岛细胞瘤,Ki-67 指数为 1%,MRI 显示胰腺尾部小结节,病灶边界清楚,信号均匀,T1WI 呈等信号,T2WI 呈稍高信号,增强扫描动脉期均匀强化,见图 1。 G_2 组低-

中等强化肿瘤 19 例占 27.9%;典型病例:女,46 岁,无明显临床症状,病理诊断为胰腺体尾部多发 PNETs,Ki-67 指数为 5%~10%,肝脏肿瘤符合转移性神经内分泌肿瘤,MRI 显示体尾部病灶边界尚清,中央囊变,无胰管扩张,T2WI 呈高信号,增强扫描动脉期呈明显不均匀强化;体部病灶边界清楚,信号均匀,T2WI 呈高信号,增强扫描动脉期明显均匀强化,见图 2。 G_3 组低强化 4 例占 36.4%;典型病例:女,48 岁,上腹部不适,病理诊断为 PNET,Ki-67 指数为 30%,MRI 显示病灶累及整个胰腺,体积巨大,边界不清,内可见囊变区,T1WI 呈不均匀稍低信号,T2WI 呈等或稍高信号,增强扫描动脉期呈不均匀弱强化,见图 3。3 组动脉期强化方式比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表 1 3 组一般资料比较(n)

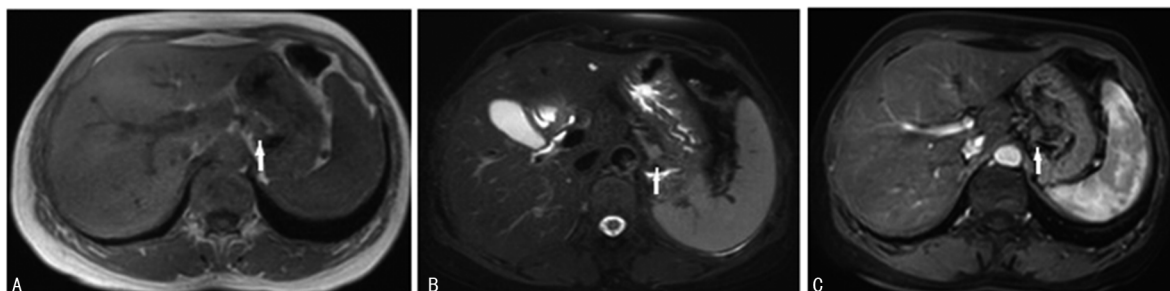
项目	G_1 组(n=50)	G_2 组(n=63)	G_3 组(n=11)	F/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	49.98 ± 10.8	50.57 ± 11.4	41.33 ± 10.6	0.696	0.909
性别(男/女, n/n)	20/30	21/42	8/3	176.792	0.386
部位[n(%)]				171.952	0.306
头颈	21(42.0)	29(46.0)	2(18.2)		
体尾	27(54.0)	34(54.0)	6(54.5)		
多部位	2(4.0)	0	3(27.3)		
有无功能[n(%)]				177.992	0.205
无	29(58.0)	43(68.2)	5(45.4)		
有	21(42.0)	20(31.7)	6(54.5)		

表 2 3 组病灶 MRI 图像特征比较

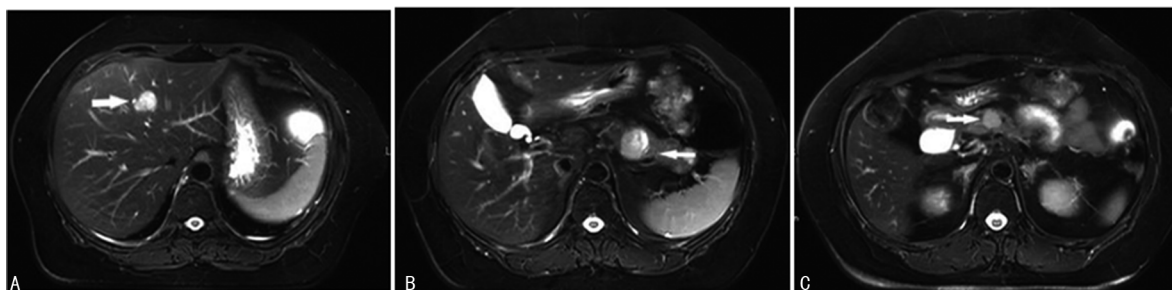
指标	G_1 组(n=58)	G_2 组(n=68)	G_3 组(n=11)	F/χ^2	P
体积($\bar{x} \pm s, \text{cm}^3$)	9.7 ± 10.7	31.6 ± 6.9	119.0 ± 67.5	1.965	0.018
边界[n(%)]				199.268	<0.001
清楚	55(94.8)	35(51.5)	2(18.2)		
不清楚	3(5.2)	33(48.5)	9(81.8)		
囊变[n(%)]				198.334	<0.001
无	53(91.4)	31(45.6)	3(27.3)		
有	5(8.6)	37(54.4)	8(72.7)		
胰管扩张[n(%)]				198.873	<0.001
无	54(93.1)	43(63.2)	3(27.3)		
有	4(6.9)	25(36.8)	8(72.7)		
周围血管侵犯[n(%)]				201.893	<0.001
无	57(98.3)	50(73.5)	2(18.2)		
有	1(1.7)	18(26.5)	9(81.8)		
肝转移[n(%)]				202.005	<0.001
无	58(100.0)	57(83.8)	4(36.4)		
有	0	11(16.2)	7(63.6)		
T1WI[n(%)]				194.851	0.083
低	54(93.1)	63(92.6)	9(81.8)		
等	3(5.2)	3(4.4)	0		

续表 2 3 组病灶 MRI 图像特征比较

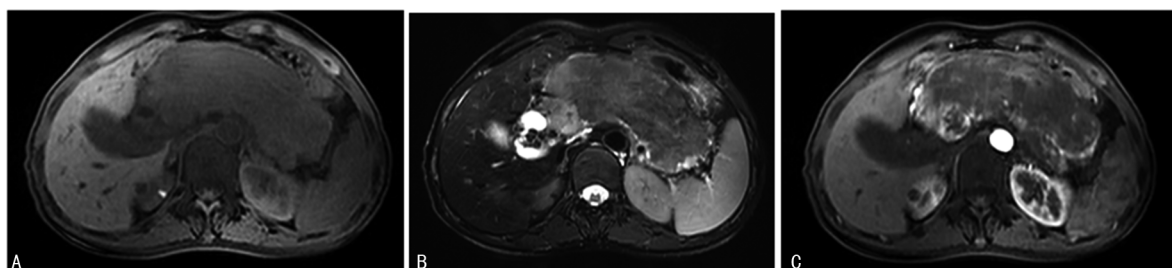
指标	G ₁ 组(n=58)	G ₂ 组(n=68)	G ₃ 组(n=11)	F/χ ²	P
T2WI[n(%)]				198.623	0.052
高	1(1.7)	2(2.9)	2(18.2)		
低	0	0	4(36.4)		
等	14(24.1)	7(10.3)	1(9.1)		
高	44(75.9)	61(89.7)	6(54.5)		
强化方式(动静脉期)[n(%)]				179.766	<0.001
低-低	0	4(5.9)	4(36.4)		
中-中	4(6.9)	15(22.0)	1(9.1)		
高-高	54(93.1)	49(72.0)	6(54.5)		



A: T1WI 图; B: T2WI 图; C: 增强扫描图; 白色箭头所指: 胰腺尾部小结节。

图 1 G₁ 组典型病例 MRI 影像

A~C: T2WI 图; A 中肝脏白色箭头所指: 肝转移瘤; B 中胰腺白色箭头所指: 胰腺体尾部结节。

图 2 G₂ 组典型病例 MRI 影像

A: T1WI 图; B: T2WI 图; C: 增强扫描图; 白色箭头所指: 病灶累及整个胰腺。

图 3 G₃ 组典型病例 MRI 影像

表 3 各 MRI 图像特征及 Ki-67 表达水平间的相关性

变量	Ki-67 指数	体积	边界不清	有囊变	胰管扩张	周围血管侵犯
Ki-67 指数		0.996 ^a	0.839 ^a	0.315 ^a	0.082	0.082
体积			0.864 ^a	0.245 ^a	0.085	0.085
边界不清				0.019	0.079	0.079
有囊变					0.276 ^a	0.276 ^a

^a: P<0.05。

2.2.2 相关性分析

体积较大,边界不清,动脉期强化较弱,伴有囊变,胰管扩张及肝转移在 G₃ 组更常见。Ki-67 指数与病灶体积、边界不清及囊变呈正相关($r=0.996、0.839、0.315, P<0.05$)。病灶体积与边界不清及囊变呈正相关($r=0.864、0.245, P<0.05$),见表 3。肝转移征象与 Ki-67 指数无明显相关性($P>0.05$)。

2.2.3 诊断效能

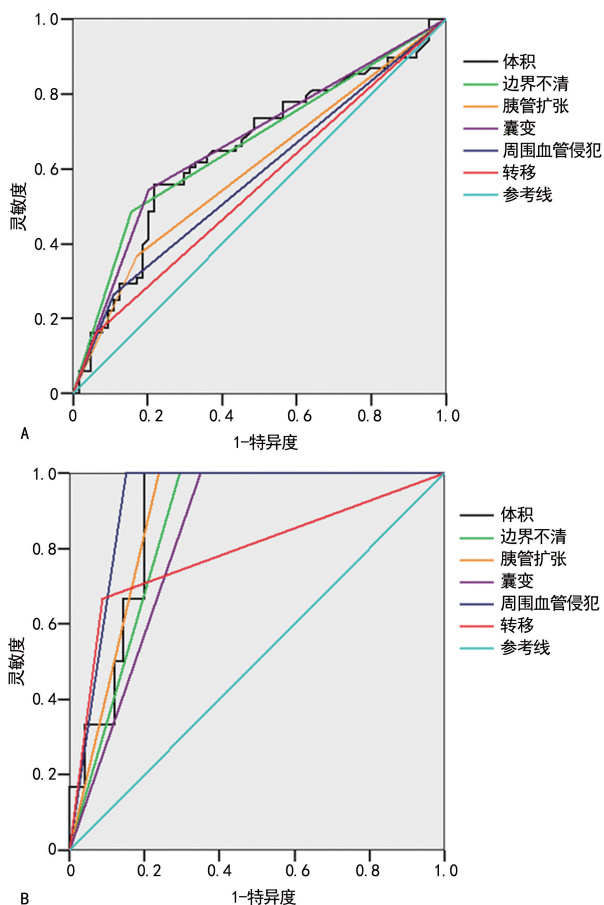
鉴别 G_1 与 G_{2-3} 级 PNETs 时, MRI 出现囊变征象, AUC 最大(0.642)。 G_3 与 G_{1-2} 级 PNETs 鉴别诊断中, 各 MRI 征象 AUC 均较高, 0.790~0.925。 使用 ROC 曲线评估 MRI 特征鉴别不同病理级别 PNETs 的诊断效能、灵敏度和特异度, 见表 4、5, 图 4。

表 4 MRI 图像征象鉴别 G_1 与 G_{2-3} 级 PNETs 的诊断效能

MRI 征象	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)
体积	0.602	61.7	63.9
边界不清	0.629	46.7	79.2
主胰管扩张	0.571	35.0	79.2
囊变	0.642	53.3	75.0
周围血管侵犯	0.571	26.7	87.5
肝转移	0.533	15.0	91.7

表 5 MRI 图像征象鉴别 G_3 与 G_{1-2} 级 PNETs 的诊断效能

MRI 征象	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)
体积	0.884	100.0	80.2
边界不清	0.853	100.0	70.6
主胰管扩张	0.881	100.0	76.2
囊变	0.825	100.0	65.1
周围血管侵犯	0.925	100.0	84.9
肝转移	0.790	66.7	91.3



A: MRI 不同图像征象鉴别 G_1 与 G_{2-3} 级 PNETs 的 ROC 曲线;
B: MRI 不同图像征象鉴别 G_3 与 G_{1-2} 级 PNETs 的 ROC 曲线。

图 4 MRI 不同图像征象鉴别诊断的 ROC 曲线

3 讨论

PNETs 是我国最常见的神经内分泌肿瘤类型, 占 49.8%^[8]。 有研究表明, 对于分化良好的 G_1 和 G_2 级别的 PNETs (无论转移与否), 手术治疗是首选方法。 而对于分化较差的 G_3 级别肿瘤, 应联合一线化疗方案^[9-10]。 因此, 准确预测肿瘤的病理分级对治疗方案的确有重要作用。 本研究结果显示, 不同病理级别的 PNETs 在 MRI 图像上具有一定的差异。

本研究还发现, 肿瘤的体积随着病理分级的升高而升高, 而 3 组间年龄、性别、有无功能特征无明显差异, 这与以往研究结果相似。 KIM 等^[11] 认为肿瘤的最大径随着病理级别的升高而升高, 肿瘤的大小有助于病理级别的诊断。 国外学者对肿瘤最大横径与病理分级之间的关系进行了探讨, 结果表明 G_3 级别 PNETs 直径大于 5.8 或 5.6 cm^[12-13]。 最近有学者报道, 使用 18F-FDG PET/CT 证实了 G_2 级肿瘤的代谢体积大于 G_1 级别 PNETs^[14]。 本研究使用了 Image J 软件勾画病灶体积, 避免了以往单纯测量病灶直径造成的差异。 而且, 相对于 PET/CT, MRI 不会产生辐射, 且经济实惠。 此外, 本研究结果显示病灶体积与 Ki-67 表达水平呈明显正相关; 同时, 作者还发现病灶体积与边界不清、囊变也呈正相关。 提示肿瘤体积大具有恶性生物学行为。

病灶伴有囊变、边界不清、胰管扩张及周围血管侵犯、转移征象在 3 组间有明显差异。 在鉴别 G_1 与 G_{2-3} 级 PNETs 时, 上述征象的 AUC(0.533~0.642) 均不高, 可能是由于 G_1 和 G_2 PNETs 在这些征象上有所重叠。 在 G_3 与 G_{1-2} 级 PNETs 鉴别诊断中, 上述征象的 AUC(0.790~0.925) 均较高。 本组病例中远处转移均为肝转移, 因为肝脏也是 PNETs 最容易发生转移的器官。 这与近期 GUO 等^[15] 发表的研究结果类似, 但本研究基于大样本量, 且对 G_1 、 G_2 、 G_3 3 组进行了比较研究。

富血供是 PENTs 的重要特征, KIM 等^[16] 报道 G_1 和 G_3 级肿瘤鉴别诊断中, 强化方式具有显著差异。 LOTFALIZADEH 等^[13] 报道, 大部分 G_1 、 G_2 级别肿瘤在动脉期均表现为显著强化, 大部分 G_3 级呈低或中等强化, 级别越高, 动脉期强化程度越低。 本研究结果显示 G_1 、 G_2 、 G_3 级 3 组之间动脉期强化方式有明显差异。 此外, 本组研究中发现病变伴有囊变、边界不清与 Ki-67 表达水平呈正相关。 一般认为, 肿瘤病理分级越高, 肿瘤细胞增殖速度越快, 自身血液难以满足肿瘤的增殖需求, 因此, 较易出现坏死或囊变区。 本研究显示, 胰管扩张与 Ki-67 表达水平无明显相关性, 而 GUO 等^[15] 报道胰管扩张与 Ki-67 呈正相关($r=0.574$), KIM 等^[16] 报道 G_1 和 G_3 两组中胰管扩张无明显差异。 分析原因可能为本组病例中 G_2 和 G_3 组患者大部分病灶均位于体尾部($G_2=54.0\%$,

G₃ = 54.5%)。本组病例中肝转移征象与 Ki-67 指数也无明显相关性,分析原因可能是由于 G₃ 病灶数量太少所致。因此,肿瘤体积小、边界清、无明显胰管扩张、无周围血管侵犯、无转移、动脉期高强化说明其病理级别越低,其分化程度越好,肿瘤越表现为良性生物学行为。

综上所述,不同病理级别 PNETs 的 MRI 表现有一定差异,MRI 检查有助于术前预测 PNETs 的病理分级。Ki-67% 指数与病灶体积、边界不清及囊变坏死呈正相关。本研究尚存在一定的局限性:(1)样本中纳入 G₃ 组患者较少,这与本身发病率极低有关。因此,本研究未能将 G₃ 组按照高增殖活性和分化差进行亚组分析,未来需增加样本量做更深入的研究。(2)本研究为回顾性研究,只纳入了病理证实的病例,可能存在一定的选择偏倚。

参考文献

- [1] ASA S L. Pancreatic endocrine tumors [J]. *Modern Pathol*, 2011, 24: S66-77.
- [2] KLÖPPEL G. Classification and pathology of gastroenteropancreatic neuroendocrine neoplasms [J]. *Endocr Relat Cancer*, 2011, 18(Suppl 1): S1-16.
- [3] 高鹤丽,刘亮,王文权,等. 2017 欧洲神经内分泌肿瘤学会共识解读:胰腺神经内分泌瘤诊治更新要点 [J]. *中华外科杂志*, 2018, 56(11): 809-812.
- [4] PERREN A, COUVELARD A, SCOAZEC J Y, et al. ENETS consensus guidelines for the standards of care in neuroendocrine tumors: pathology: diagnosis and prognostic stratification [J]. *Neuroendocrinology*, 2017, 105(3): 196-200.
- [5] FALCONI M, ERIKSSON B, KAITASAS G, et al. ENETS consensus guidelines update for the management of patients with functional pancreatic neuroendocrine tumors and non-functional pancreatic neuroendocrine tumors [J]. *Neuroendocrinol*, 2016, 103(2): 153-171.
- [6] 王佳,张伟强,俞方荣,等. 良恶性胰腺神经内分泌肿瘤的影像学表现及鉴别诊断 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2018, 15(9): 544-547.
- [7] 许跃根,刘郁芳. 胰腺神经内分泌肿瘤(pNENs)的 MRI 征象分析 [J]. *现代医用影像学*, 2018, 27(6): 1861-1862.
- [8] 中华医学会肿瘤学分会胰腺癌学组(筹). 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.
- [9] RAMAGE J K, AHMED A, ARDILL J, et al. Guidelines for the management of gastroenteropancreatic neuroendocrine (including carcinoid) tumours (NETs) [J]. *Gut*, 2012, 61(1): 6-32.
- [10] BILIMORIA K Y, TOMIINSON J S, MERKOW R P, et al. Clinicopathologic features and treatment trends of pancreatic neuroendocrine tumors: analysis of 9,821 patients [J]. *J Gastrointest Surg*, 2007, 11(11): 1460-1467.
- [11] KIM J H, EUN H W, KIM Y J, 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.
- [12] KIM D W, KIM H J, KIM K W, 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.
- [13] 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*, 2017, 27(4): 1748-1759.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] KIM J H, LEE J M, PARK J H, et al. Solid pancreatic lesions: characterization by using timing bolus dynamic contrast-enhanced MR imaging assessment — a preliminary study [J]. *Radiology*, 2013, 266(1): 185-196.

(收稿日期:2019-12-20 修回日期:2020-02-04)