

论著

不同病理类型垂体神经内分泌肿瘤的影像形态学表现及临床特点分析*

段瑾^{1,2} 卓钰^{1,2} 张心然^{1,2}
张生^{1,2} 许倩^{1,2} 刘恺^{1,2}
汪秀玲^{1,2,*}

1.徐州医科大学附属医院影像科

2.徐州医科大学医学影像学院

(江苏 徐州 221000)

【摘要】目的 分析不同谱系来源的垂体神经内分泌肿瘤的MRI影像学特点。**方法** 回顾性分析2022年6月至2024年6月徐州医科大学附属医院211例垂体神经内分泌肿瘤的术前磁共振影像学及相关临床资料,根据转录因子的表达将其分为四组(PIT-1谱系组、T-PIT谱系组、SF-1谱系组和无明确细胞谱系组),分析不同组之间的影像形态学特征及临床特点的差异。**结果** 年龄、性别、是否为功能性肿瘤、Ki-67指数、囊变坏死的发生率及视交叉受压的情况在不同细胞谱系的垂体神经内分泌肿瘤之间存在显著差异($P<0.01$)。多重对应分析结果显示PIT-1谱系组与Ki-67高表达、巨大腺瘤、Knosp级别较高、T2高信号和卒中发生率显著相关,尤其是与Knosp3-4级的肿瘤和巨大腺瘤密切相关。**结论** 不同谱系来源的垂体神经内分泌肿瘤具有不同的临床、影像学特点,PIT-1谱系组具有较高的增殖活性、生长较快,可能存在较大的侵袭性。这些发现将对临床制定合适的治疗方案提供依据,并对患者的预后具有一定的提示意义。

【关键词】 垂体神经内分泌肿瘤; PitNETs; 垂体腺瘤; 肿瘤细胞谱系; 肿瘤分类; 转录因子; PIT-1; T-PIT; SF-1; 磁共振成像; 海绵窦侵袭; Knosp分级; Ki-67

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

【基金项目】 国家自然科学基金面上项目(82271980); 徐州市科技局课题资助项目(KC23259)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.03.003

Imaging Morphological Features and Clinical Characteristics in Different Pathological Types of Pituitary Neuroendocrine Tumors*

DUAN Jin^{1,2}, ZHUO Shuo^{1,2}, ZHANG Xin-ran^{1,2}, ZHANG Sheng^{1,2}, XU Qian^{1,2}, LIU Kai^{1,2}, WANG Xiu-ling^{1,2,*}

1. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

2. School of Medical Imaging, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the magnetic resonance imaging (MRI) features of different types of pituitary neuroendocrine tumors (PitNETs). **Methods** The preoperative MRI and clinical data of 211 patients with PitNETs in the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from June 2022 to June 2024 were analyzed retrospectively. These patients were categorized into four groups based on transcription factor expression: PIT-1 lineage, T-PIT lineage, SF-1 lineage, and no distinct lineage. Differences in imaging morphological characteristics and clinical features among these four groups were assessed. **Results** Statistical analysis revealed significant differences in age, gender, whether it was a functional tumor, Ki-67 index, incidence of cystic necrosis and chiasmatic compression between different lineage-defined PitNETs types ($P<0.01$). Multiple correspondence analysis indicated that the PIT-1-lineage tumors were significantly associated with high Ki-67 expression, giant adenomas, higher Knosp classification, hyperintensity on T2-weighted imaging, and a higher incidence of apoplexy, and in particular was closely associated with tumors of Knosp3-4 and giant adenomas. **Conclusion** Pituitary neuroendocrine tumors of different cellular lineages exhibit distinct clinical and imaging characteristics. The PIT-1-lineage has higher proliferation activity, grows faster, and may be more aggressive. These findings will provide a basis for the formulation of appropriate treatment plans in clinical practice and have certain implications for the prognosis of patients.

Keywords: Pituitary Neuroendocrine Tumors; Pitnets; Pituitary Adenoma; Tumor Cell Lineage; Tumor Classification; Transcription Factors; PIT-1; T-PIT; SF-1; Magnetic Resonance Imaging; Cavernous Sinus Invasion; Knosp Classification; Ki-67

垂体腺瘤(pituitary adenoma, PA)是指由腺垂体激素分泌细胞发展而来的肿瘤^[1],是一种相对常见的颅内肿瘤,约占中枢神经系统原发性肿瘤的15%^[2],发病率仅次于脑膜瘤和胶质瘤^[3]。2022年第五版世界卫生组织(World Health Organization, WHO)正式将垂体腺瘤更名为垂体神经内分泌肿瘤(pituitary neuroendocrine tumors, PitNETs)。在新分类中,基于垂体细胞谱系将所有的PitNETs分为四大类,包括PIT-1谱系、T-PIT谱系、SF-1谱系和无明确细胞谱系的PitNETs,此种分类方法突出了转录因子在细胞分化和调节中的重要性^[4]。在PitNETs细胞发育分化的过程中,垂体转录因子(transcription factors, TFs)决定腺垂体干细胞的分化方向^[5]:生长激素(GH)细胞、催乳素(PRL)细胞、促甲状腺素(TSH)细胞属于垂体转录因子垂体特异性POU类同源结构域转录因子1(pituitary specific POU-class homodomain transcription factor1, PIT-1)细胞谱系;促肾上腺皮质激素(ACTH)细胞属于T-box转录因子19(T-box pituitary transcription factor, T-PIT)细胞谱系;促性腺激素(LH/FSH)细胞属于类固醇生成因子1(steroidogenic factor1, SF-1)细胞谱系。根据腺垂体细胞的不同谱系来源,结合分泌激素的类型和特定的垂体细胞转录因子来对PitNETs命名^[6]。PIT-1、T-PIT和SF-1谱系定义的PitNETs类型和亚型具有明显的形态学、分子和临床差异^[4]。

目前,使用2022年WHO分类指南对PitNETs的临床、影像特征进行的研究较少。因此,本研究回顾性分析了徐州医科大学附属医院经术后病理证实的211例PitNETs患者的临床、影像数据,探究不同细胞谱系来源的垂体神经内分泌肿瘤的临床、影像学特点。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集徐州医科大学附属医院2022年6月至2024年6月经手术及病理确诊的PitNETs共211例,其中男性110例(52%),女性101例(48%);PIT-1谱系组55例(26%)、T-PIT谱系组30例(14%)、SF-1谱系组95例(45%)和无明确细胞谱系组31例(15%)。

纳入标准:(1)患者年龄 ≥ 18 周岁;(2)在本院行神经内镜下鼻腔-蝶窦病损切除术且术后病理结果为PitNETs;(3)具备完整术前MRI影像学资料;(4)入院后生化检验完善,包括术前血清中性激素五项、甲状腺功能三项、生长激素及皮质醇的测定、血浆中促肾上腺皮质激素的测定;(5)术后免疫组化资料完整,包括PIT-1、T-PIT和SF-1的表达情况及Ki-67指数。排除标准:(1)影像检查序列不全或图像质量较差影响观察;(2)肿瘤过小,无法测量其大小或评估影像学特征;(3)影像检查前患者行药物治疗;(4)免疫组化或生化检查不完善。

【第一作者】 段瑾,女,研究生,主要研究方向:中枢神经系统影像诊断。E-mail: duanjin01@foxmail.com

【通讯作者】 汪秀玲,女,主任医师,主要研究方向:影像诊断的临床教学与科研。E-mail: xuzhouwangxl@hotmail.com

1.2 临床资料收集 检索徐州医科大学附属医院电子病历系统,记录患者的性别、年龄、临床症状、术前激素是否分泌过多。将所有PitNETs患者的临床症状分为四种:(1)内分泌系统症状(如肥胖、高血压、糖尿病、甲亢、男性乳腺发育、月经紊乱、多毛痤疮、肢端肥大等);(2)压迫症状(如头痛、视野缺损、眼肌麻痹、垂体功能减退等);(3)同时出现内分泌症状和肿瘤压迫症状;(4)偶然发现,无明显症状。每位患者入院后均抽静脉血进行生化激素指标检测,根据检验结果有无激素分泌功能,可以分为功能性PitNETs(functioning PitNETs, F-PitNET)和无功能性PitNETs(non-functioning PitNETs, NF-PitNETs)^[7]。

1.3 影像学检查方法 所有患者均于术前一星期行垂体MRI平扫+增强检查。采用GE Discovery MR750 3.0T或Philips Ingenia 3.0T MRI扫描仪扫描,采用16通道相控阵头部线圈。

GE Discovery MR750 3.0T扫描参数:冠状位T1WI,重复时间(repetition time, TR)2175.4ms,回波时间(echo time, TE)24ms,层厚2.0mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。冠状位T2WI,重复时间(repetition time, TR)3880.0ms,回波时间(echo time, TE)128.0ms,层厚2.0mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。矢状位T1WI,重复时间(repetition time, TR)1931.0ms,回波时间(echo time, TE)24.0ms,层厚2.0mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。

Philips Ingenia 3.0T MRI扫描参数:冠状位T1WI,重复时间(repetition time, TR)550.0ms,回波时间(echo time, TE)16.9ms,层厚2.0mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。冠状位T2WI,重复时间(repetition time, TR)2400.0ms,回波时间(echo time, TE)130.0ms,

层厚2.0mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。矢状位T1WI,重复时间(repetition time, TR)625.0ms,回波时间(echo time, TE)9.3ms,层厚2.5mm,层间距设定为0.5mm,视野(field of view, FOV)180mm×180mm。平扫完成后,对患者进行动态增强扫描,并获得冠状位增强T1WI,对比剂使用钆喷酸葡胺(Gd-DTPA),剂量0.1mmol/kg,注射速率为3.0mL/s,注射完毕立即用生理盐水20mL冲洗。

1.4 影像特征评估方法 由一名放射科住院医师和一名具有五年以上工作经验的主治医师同时双盲判读患者的影像图像,记录肿瘤的最大径、体积、T2信号等级(图1)、Knosp分级、视交叉压迫、内部囊变坏死、卒中等情况,两名医师意见相左时,二者讨论一致后得出最后结果。

根据肿瘤大小可将肿瘤分为:(1)微腺瘤:最大直径<10mm;(2)大腺瘤:10mm≤最大直径≤40mm;(3)巨大腺瘤:最大直径>40mm。通过与正常垂体组织的视觉比较,将肿瘤的T2WI信号分为低信号、等信号和高信号;当正常垂体不可见时,则将肿瘤信号与邻近颞叶脑实质信号进行比较(当肿瘤信号等于或小于周围脑白质时为低信号,等于或大于脑灰质时为高信号,介于白质和灰质之间时为等信号)^[8]。使用Knosp分级评估海绵窦受侵犯的程度^[9]:0级:肿瘤未跨越颈内动脉内侧壁连线;1级:肿瘤超过颈内动脉内侧壁连线,但未跨越颈内动脉血管管径的中心连线;2级:肿瘤超过颈内动脉血管管径的中心连线,但未跨越颈内动脉外侧壁连线;3级:肿瘤超出颈内动脉外侧壁连线;4级:颈内动脉海绵窦段被肿瘤完全包绕^[10]。临床上常常将Knosp分级0-2级认为是非侵袭性肿瘤,3-4级认为是侵袭性肿瘤^[11]。PitNETs卒中是由于肿瘤内部发生出血或梗塞引起的临床综合征,在MRI上表现可垂体瘤出血、囊变和液平面形成等^[12]。

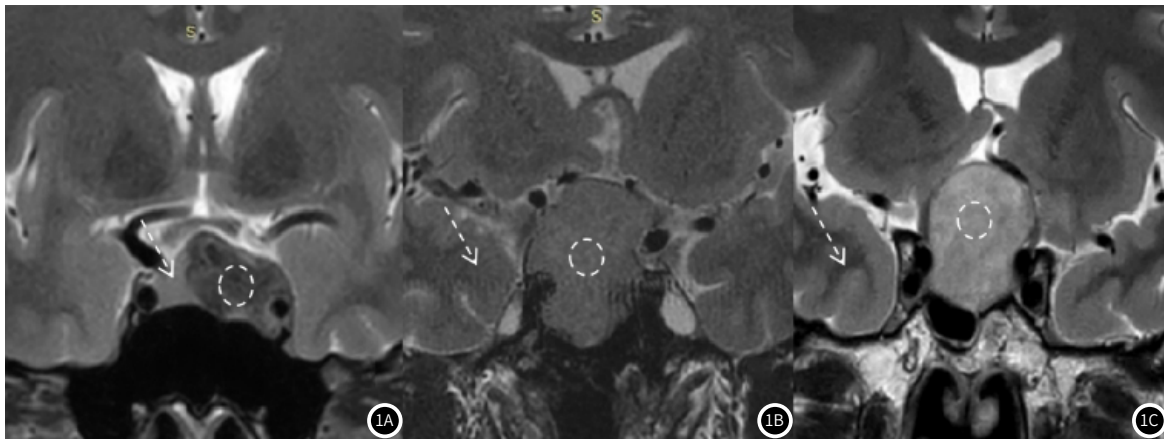


图1 1A图(T2WI低信号的PitNETs):当正常垂体(箭头所指)可见时,将肿瘤(圆圈所指)信号与正常垂体信号进行对比;1B、1C图(T2WI等信号、高信号的PitNETs):当正常垂体不可见时,将肿瘤(圆圈所指)信号与邻近颞叶脑实质(箭头所指)信号进行比较。

1.5 术中探查结果及术后病理分类方法 根据术中探查结果,将肿瘤分为软、韧/软韧不均两种。在我院病理科收集所有患者的术后病理资料:(1)Ki-67指数:常被用于初步判断肿瘤的增殖性和侵袭性活力,肿瘤Ki-67≥3%时提示肿瘤增殖活力升高^[13];根据Ki-67指数的高低将其分为两类:高增殖者(Ki-67≥3%)、低增殖者(Ki-67<3%)。(2)对所有肿瘤至少进行三个主要转录因子(PIT-1、TPI-T和SF-1)染色,根据最终染色结果分为PIT-1(+)、T-PIT(+)、SF-1(+)和无明确细胞谱系的PitNETs,后者包括2017年世卫组织分类中定义的零细胞腺瘤和多激素腺瘤^[6,14]。

1.6 统计学方法 采用SPSS 26.0软件进行各组之间的统计分析,对于连续变量如符合正态分布用($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析(ANOVA);不符合正态分布的计量资料用M(Q₁, Q₃)表示,多组间比较采用秩和检验(Kruskal-Wallis H test)。对于分

类变量使用频数和百分比描述,使用卡方检验(Chi-Square Test)或Fisher精确检验进行组间比较,以确定不同谱系之间是否存在显著差异。以P<0.05为差异有统计学意义。

多重对应分析(multiple correspondence analysis, MCA)用于可视化和解释多重分类变量之间的关系。对非数值变量进行编码后,使用主成分分析(principal component analysis, PCA)对数据进行降维,并进行二维平面可视化,帮助发现数据中潜在的结构和关系。通过条形图显示各谱系中不同变量的比例,并在图中添加显著性标注,显示显著性差异,确保视觉上易于识别显著性结果。在多重对应分析图中,将不同类别的点在二维平面上进行可视化,并使用颜色区分不同类别,以便直观展示各类别之间的关系。通过以上方法和软件的应用,本研究系统地分析了各谱系中不同变量的分布和差异,确保统计结果的准确性和可靠性。

2 结果

2.1 不同谱系PitNETs患者的临床、病理资料特点 在211例垂体神经内分泌肿瘤中，PIT-1谱系组55例、T-PIT谱系组30例、SF-1谱系组95例和无明确细胞谱系组31例(表1)。各组中位年龄、性别分布及功能性肿瘤的占比差异具有统计学意义：PIT-1谱系组患者的中位年龄相对较小、功能性肿瘤所占比例最高，而SF-1谱系组患者的中位年龄相对较大、功能性肿瘤所占比例较小($P<0.01$)(图2)。在临床症状方面，四组均以压迫症状最为常见，偶然发现无明显临床症状的患者中以T-PIT谱系组的患者最为多见，而以内分泌症状为主的主要是PIT-1谱系组的患者($P<0.01$)。术后病理结果中PIT-1谱系组中Ki-67 $\geq 3\%$ 的患者所占比例最高，统计结果显示Ki-67指数在PIT-1谱系组与无明确细胞谱系组之间存在统计学差异(图2)。

2.2 影像学特征 对不同谱系PitNETs患者的影像学特征进行分析，结果表明是否伴有囊变坏死及视交叉受压在各组间存在统计学差异，其中T-PIT谱系组囊变坏死的比例最高(53%)，与其他组别之间差别有统计学差异($P<0.05$)。T-PIT和SF-1谱系组视交叉受压的比例较高(87%)(图3)。本研究结果显示大腺瘤(1~4cm)在各组中均最为常见，尤其在T-PIT组中比例最高(93%)。但是肿瘤大小、Knosp分级、T2信号等级及是否伴有卒中组间差异没有统计学意义(表1)。

2.3 不同谱系PitNETs影像、病理特征之间多重对应分析结果 将病理指标及组间计算无统计学意义的影像特征(肿瘤大小、Knosp分级、Ki-67指数、T2信号等级和卒中发生率)纳入多重对应分析(MCA)，来进一步探讨各组病理、影像特征间是否存在相关关系(图4)。MCA结果清楚地展示了不同细胞谱系肿瘤样本与特定特征之间的关联。结果表明PIT-1组与巨大腺瘤、Knosp高级别、Ki-67高表达、T2高信号和卒中高发率相关，其中，与Ki-67高表达、Knosp高级别以及巨大腺瘤相关性更强。T-PIT谱系组与大腺瘤、Knosp低级别及T2等/低信号之间存在一定的相关性。SF-1谱系组与大腺瘤、Ki-67低表达相关，与Ki-67低表达之间的相关性更强。

表1 不同细胞谱系类型PitNETs的临床、影像指标统计结果

项目	PIT-1谱系 (n=55)	T-PIT谱系 (n=30)	SF-1谱系 (n=95)	无明确细胞谱系 (n=31)	χ^2/P 值
中位年龄(岁)	46	51	58	56	<0.01*
女性比例	30 (55%)	26 (87%)	25 (26%)	20 (65%)	<0.01*
是否具有激素分泌功能					<0.01*
功能性肿瘤	38 (69%)	13 (43%)	33 (35%)	11 (35%)	
无功能性肿瘤	17(31%)	17(57%)	62(65%)	20(65%)	
症状					<0.01*
内分泌系统症状	13 (24%)	3 (10%)	1 (1%)	3 (10%)	
压迫症状	33 (60%)	22 (73%)	83 (87%)	22 (71%)	
内分泌和压迫症状	3 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)	
偶然发现无症状	6 (11%)	5 (17%)	11 (12%)	5 (16%)	
质地					0.36
软	47 (85%)	28 (93%)	82 (86%)	24 (77%)	
韧/软韧不均	8(15%)	2(7%)	13(14%)	7(23%)	
Ki-67 指数					<0.01*
$\geq 3\%$	21 (38%)	4 (13%)	18 (19%)	3 (10%)	
<3%	34(62%)	26(87%)	77(81%)	28(90%)	
肿瘤大小					0.06
微腺瘤(<1cm)	3 (5%)	0 (0%)	1 (1%)	4 (13%)	
大腺瘤(1-4cm)	44 (80%)	28 (93%)	81 (85%)	23 (74%)	
大腺瘤(>4cm)	8 (15%)	2 (7%)	13 (14%)	4 (13%)	
Knosp分级					0.38
0—2级	32 (58%)	15 (50%)	58 (61%)	18 (58%)	
3—4级	23 (42%)	15 (50%)	37 (39%)	13 (42%)	
T2信号等级					0.07
低信号	17 (31%)	4 (13%)	10 (11%)	4 (13%)	
等信号	13 (24%)	8 (27%)	24 (25%)	9 (29%)	
高信号	25 (45%)	18 (60%)	61 (64%)	18 (58%)	
是否囊变坏死(是)	13 (24%)	16 (53%)	29 (31%)	8 (26%)	0.03*
是否卒中(是)	22 (40%)	11 (37%)	23 (24%)	9 (29%)	0.20
视交叉是否受压(是)	37 (67%)	26 (87%)	83 (87%)	26 (84%)	0.02*

注：* $P<0.05$ 。

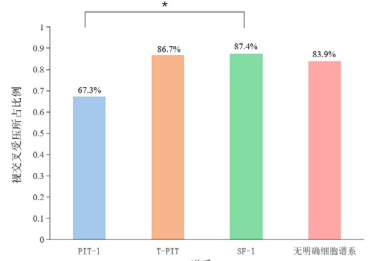
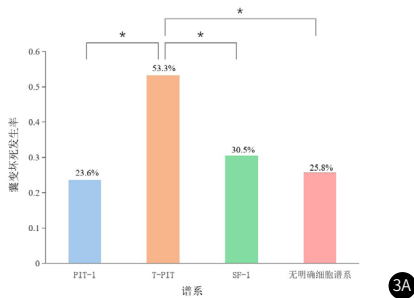
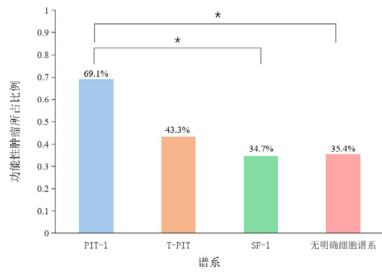
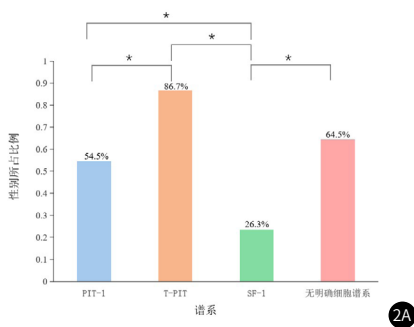
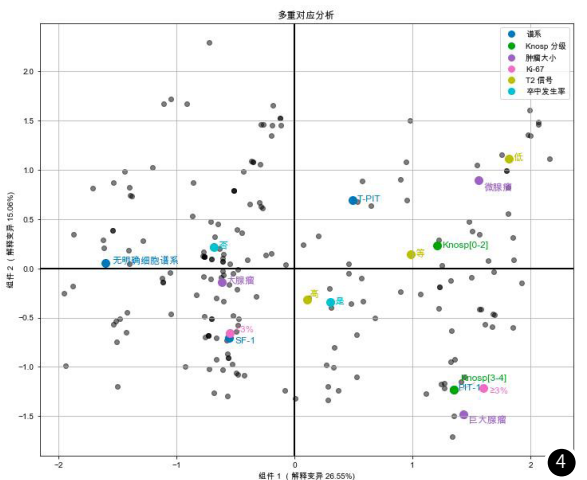
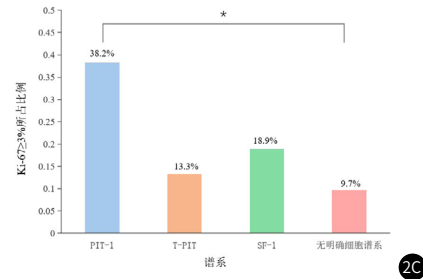


图2 不同组别间性别比例、功能性肿瘤所占比例及Ki-67 $\geq 3\%$ 所占比例的统计分析和显著性差异标注结果；* $P<0.05$ 。

图3 不同组间囊变坏死、视交叉受压情况的统计分析和显著性差异标注结果；* $P<0.05$ 。

图4 不同谱系PitNETs的影像、病理特征之间的多重对应分析结果。



3 讨论

自2017年WHO发布第四版内分泌肿瘤分类以来,多项研究证明了转录因子(TF)在PitNETs分类中至关重要^[3,5,15-16]。根据三个关键的转录因子(SF-1、T-PIT和PIT-1)对垂体瘤进行分类更为简单、直接,不仅提高了诊断的准确性,而且还与预后存在一定的相关性,这是以前基于垂体前叶激素染色的分类无法实现的^[17]。在2022年第五版WHO垂体肿瘤分类中,根据转录因子的不同,将PitNETs分为四大类,它们在形态学、分子和临床上存在一定的差异^[14]。

肿瘤细胞增殖指数Ki-67作为一个评估肿瘤增殖活性的重要指标,已被多项研究证明与多种肿瘤的侵袭性和预后密切相关,其本质是一种核蛋白,在细胞静止时期不表达,因此可以用来提示肿瘤细胞的增殖分化程度^[18]。本研究中PIT-1谱系组Ki-67高表达的患者所占比例最高,多重对应分析显示PIT-1谱系组肿瘤与Ki-67高表达密切相关,提示PIT-1谱系类型肿瘤具有较高的增殖活性、生长较快,存在较大的侵袭性。与之相比,SF-1谱系组与Ki-67低表达密切相关,提示SF-1谱系肿瘤增殖活性较低、侵袭性相对较低。

PitNETs发生囊变坏死可由肿瘤体积较大或鞍隔附近血管受压导致组织缺血所致,也可能与其功能代谢旺盛,容易出现瘤体相对缺血有关^[19]。本研究结果表明T-PIT谱系组肿瘤更容易发生囊变坏死,与其他三组之间均有统计学差异,虽然此组肿瘤在大腺瘤中最为常见,但是各组间差异并未达到统计学意义,笔者推测可能由于本组肿瘤易向鞍上生长,使垂体门脉系统在鞍隔孔处受压,导致肿瘤缺血坏死,这种猜测需要后续进一步研究证实。

本研究发现PIT-1谱系组与较大的肿瘤、更高的Knosp级别、更高的T2信号和更高的卒中发生率之间存在相关关系,尤其是与Knosp3-4级和巨大腺瘤密切相关。PitNETs发生海绵窦侵袭(Cavernous Sinus Invasion, CSI)会增加手术的复杂性,导致肿瘤的高残留或高复发率,目前临床上常用MRI图像中Knosp分级来评估CSI^[11]。Karam Asmaro等^[20]人发现CSI因TF的表达而异,相较于其他细胞谱系类型的肿瘤,PIT-1谱系肿瘤更易侵犯海绵窦;此研究还表明肿瘤大小对CSI有影响,与微腺瘤相比,大腺瘤表现出更高的侵袭性。这与本研究结果相吻合。既往研究证明,垂体神经内分泌肿瘤的T2信号强度与不同的临床特征和治疗反应相关^[21]。最近, Pedro Iglesias等^[22]人发现, T2高信号的无功能性垂体腺瘤通常更大、更具侵袭性;此研究还提示了T2低信号的生长激素腺瘤对生长抑素类似物更加敏感,预后更好。本研究中, PIT-1谱系组与T2高信号之间存在相关关系,说明此种类型肿瘤存在更大的侵袭性,可能对某些药物治疗不敏感。另外,根据《中国垂体瘤卒中诊治专家共识》,发生卒中的PitNETs患者严重者可出现意识障碍,甚至会危及生命,需要施行规范化的诊治^[12],而PIT-1谱系组与高卒中发生率之间存在相关关系,临床上需要重点关注。以上发现提示PitNETs的MRI影像学表现对患者的治疗和预后具有一定的提示和指导意义。

本研究存在一定的局限性。首先,这是一项回顾性的单中心研究,样本量有限,会存在选择偏移。其次,部分影像学指标(如T2信号等级)主要通过主观观察获得,评估过程中可能存在误差,在接下来的研究中笔者会进一步探索,通过客观测量指标进行验证。再者,本研究主要比较不同细胞谱系类型的PitNETs之间的差异,没有进一步对样本进行分层(即根据激素染色进行更详细的分类),在后续的研究中可以扩大样本以便进行细致的研究。

综上所述,本研究发现,相较于其他谱系的垂体神经内分泌

肿瘤, PIT-1谱系肿瘤患者年龄较小、功能性肿瘤所占比例较高;影像上肿瘤体积较大、Knosp级别较高、T2WI信号较高,且卒中发生率较高。这些发现有助于临床早期制定合适的治疗方案,并对患者的预后具有提示意义。

参考文献

- [1]李储忠,何艳姣,谢微嫣,等.2022年第五版who垂体肿瘤分类解读[J].中华神经外科杂志,2022,38(5):442-445.
- [2]Melmed S.Pituitary-Tumor Endocrinopathies[J].New England Journal of Medicine,2020,382(10):937-950.
- [3]Liu J,He Y,Zhang X,et al.Clinicopathological analysis of 250 cases of pituitary adenoma under the new WHO classification[J].Oncology Letters,2020,19(3):1890-1898.
- [4]谢静,吴哲寰.2022版世界卫生组织垂体神经内分泌肿瘤的病理新分类和临床启示[J].中华医学杂志,2022,102(47):3723-3726.
- [5]Nishioka H,Inoshita N,Mete O,et al.The Complementary Role of Transcription Factors in the Accurate Diagnosis of Clinically Nonfunctioning Pituitary Adenomas[J].Endocrine Pathology,2015,26(4):349-355.
- [6]燕羽佳,刘佳雨,阎晓玲,等.2017年WHO垂体肿瘤分类变化的解读与分析[J].中国微侵袭神经外科杂志,2020,25(11):525-528.
- [7]Thakkar K,Sarathi V,Shah N.Current status of diagnosis and management for functioning pituitary tumors: part I[J].Neurology India,2020,68(7):13.
- [8]Fajardo-Montañana C,Villar R,Gómez-Ansón B,et al.Recommendations for the diagnosis and radiological follow-up of pituitary neuroendocrine tumours[J].Endocrinología,Diabetes y Nutrición (English ed.),2022,69(9):744-761.
- [9]Villa C,Baussart B,Assié G,et al.The World Health Organization classifications of pituitary neuroendocrine tumours: a clinico-pathological appraisal[J].Endocrine-Related Cancer,2023,30(8):e230021.
- [10]Araujo-Castro M,Acitores Cancela A,Vior C,et al.Radiological knosp, revised-knosp, and hardy-wilson classifications for the prediction of surgical outcomes in the endoscopic endonasal surgery of pituitary adenomas: study of 228 cases[J].Frontiers in Oncology,2022,11:807040.
- [11]何璐,郭亮,胡春洪,等.垂体腺瘤MRI Knosp分级与Ki-67、p53、MMP-9的相关性分析[J].中华神经外科疾病研究杂志,2016,15(5):410-413.
- [12]李振兴,寿雪飞.中国垂体瘤卒中诊治专家共识[J].临床神经外科杂志,2022,19(6):601-608.
- [13]中国难治性垂体腺瘤诊治专家共识(2019)[J].中华医学杂志,2019,99(19):1454-1459.
- [14]Asa S L,Mete O,Perry A,et al.Overview of the 2022 WHO Classification of Pituitary Tumors[J].Endocrine Pathology,2022,33(1):6-26.
- [15]Silva-Ortega S,García-Martínez A,Niveiro De Jaime M,et al.Proposal of a clinically relevant working classification of pituitary neuroendocrine tumors based on pituitary transcription factors[J].Human Pathology,2021,110:20-30.
- [16]Hong S W,Kim S H,Lim S H,et al.Clinical relevance of new World Health Organization classification system for pituitary adenomas: a validation study with 2-year experience[J].Frontiers in Oncology,2021,11:739290.
- [17]Woo C S L,Ho R S L,Ho G,et al.A clinicopathological study of non-functioning pituitary neuroendocrine tumours using the World Health Organization 2022 classification[J].Frontiers in Endocrinology,2024,15:1368944.
- [18]La Rosa S.Diagnostic, prognostic, and predictive role of Ki67 proliferative index in neuroendocrine and endocrine neoplasms: past, present, and future[J].Endocrine Pathology,2023,34(1):79-97.
- [19]肖德勇,张小军,王守森,等.垂体腺瘤囊变和囊内液平面形成的MRI特征及相关因素分析[J].中国临床神经外科杂志,2013,18(5):257-260.
- [20]Asmaro K,Zhang M,Rodrigues A J,et al.Cytodifferentiation of pituitary tumors influences pathogenesis and cavernous sinus invasion[J].Journal of Neurosurgery,2023:1-9.
- [21]Potorac I,Petrosians P,Daly A F,et al.T2-weighted MRI signal predicts hormone and tumor responses to somatostatin analogs in acromegaly[J].Endocrine-Related Cancer,2016,23(11):871-881.
- [22]Iglesias P,Biagetti B,Araujo-Castro M,et al.Clinical significance of T2-weighted sequence intensity on magnetic resonance imaging in clinically non-functioning pituitary adenomas[J].Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes,2023,131(12):631-638.

(收稿日期:2024-11-15)

(校对:翁佳鸿 排版:张鸿燊)