

基于常规磁共振成像影像组学模型 预测垂体大腺瘤质地的价值

陈基明¹ 万强¹ 朱浩雨¹ 葛亚琼² 吴莉莉¹ 翟建¹ 丁治民¹

¹皖南医学院弋矶山医院影像中心, 芜湖 241001; ²通用电气药业(上海)有限公司精准医学研究院, 上海 200000

通信作者: 陈基明, Email: yjsyycjm@126.com

【摘要】 目的 探讨基于常规磁共振成像(MRI)影像组学模型预测垂体大腺瘤质地价值。方法 回顾性分析2014年12月至2019年12月皖南医学院弋矶山医院经手术病理证实的101例垂体大腺瘤患者完整资料,根据术中垂体瘤质地分为质软组($n=58$)与质硬组($n=43$),按照7:3比例随机将患者分为训练组($n=72$)和验证组($n=29$)。所有患者均行垂体常规MRI扫描。使用ITK-SNAP软件逐层手动勾画 T_1 加权像(T_1WI)、 T_2 加权像(T_2WI)和 T_1WI 增强图像上肿瘤感兴趣区(ROI)并进行三维融合,然后导入AK软件提取纹理特征;利用最小冗余最大相关(mRMR)和最小绝对值收敛和选择算子(LASSO)回归分析进行特征选择和建立影像组学标签,并用100次留组交叉验证(LGOVC)验证模型的可靠性,绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价模型的预测能力;应用决策曲线分析(DCA)评估模型的临床应用价值。结果 T_1WI 、 T_2WI 、 T_1WI 增强和联合序列模型在训练组和验证组中预测垂体大腺瘤质地曲线下面积(AUC)(95%CI)分别为0.91(0.84~0.98)和0.90(0.78~1.00)、0.86(0.78~0.95)和0.83(0.64~1.00)、0.90(0.83~0.97)和0.89(0.77~1.00)以及0.92(0.85~0.98)和0.91(0.79~1.00)。DCA表明 T_1WI 、 T_2WI 、 T_1WI 增强和联合序列模型均具有较好净获益。结论 常规MRI的 T_1WI 、 T_2WI 、 T_1WI 增强和联合序列模型均具有很高预测垂体大腺瘤质地的效能,为探索预测垂体大腺瘤质地提供了一种新的定量分析方法。

【关键词】 垂体; 腺瘤; 质地; 磁共振成像; 影像组学

DOI:10.3760/cma.j.cn 112137-20200511-01511

The value of conventional magnetic resonance imaging based radiomic model in predicting the texture of pituitary macroadenoma

Chen Jiming¹, Wan Qiang¹, Zhu Haoyu¹, Ge Yaqiong², Wu Lili¹, Zhai Jian¹, Ding Zhimin¹

¹Medical Imaging Central, Yijishan Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, China; ²GE health care, Shanghai 200000, China

Corresponding author: Chen Jiming, Email: yjsyycjm@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the value of conventional magnetic resonance imaging (MRI) based radiomic model in predicting the texture of pituitary macroadenoma. **Methods** The complete data of 101 patients with pituitary macroadenoma confirmed by surgery and pathology in Yijishan Hospital of Wannan Medical College from December 2014 to December 2019 were retrospectively analyzed. According to the texture of the intraoperative pituitary tumor, patients were divided into soft group ($n=58$) and hard group ($n=43$). They were randomly divided into training group ($n=72$) and validation group ($n=29$) at a ratio of 7 : 3. All patients underwent conventional MRI scan of the pituitary gland. Itk-snap software was used to manually outline the T_1 -weighted image (T_1WI), T_2 -weighted image (T_2WI) and enhanced T_1WI image section by section on tumor area of interest (ROI) and perform three-dimensional fusion. Then AK software was imported to extract texture features. The regression analysis methods of minimum redundancy maximum relevance (mRMR) and least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) were used for feature selection and radiomic signature establishment. The reliability of the model was verified by 100 leave-group-out cross validation (LGOVC), and the predictive ability of the model was evaluated by drawing the receiver operating characteristic (ROC) curve. The decision curve analysis (DCA) was used to evaluate the clinical application value of the model. **Results** The AUC (Area Under the ROC Curve)

(95%CI) values of T₁WI, T₂WI, enhanced T₁WI, and the combined sequence model to predict the texture of pituitary macroadenomas in the training and validation groups were 0.91 (0.84–0.98) and 0.90 (0.78–1.00), 0.86 (0.78–0.95) and 0.83 (0.64–1.00), 0.90 (0.83–0.97) and 0.89 (0.77–1.00), 0.92 (0.85–0.98) and 0.91 (0.79–1.00), respectively. DCA demonstrated that T₁WI, T₂WI, enhanced T₁WI, and combined sequence model all had good net benefits in clinical practice. **Conclusions** T₁WI, T₂WI, enhanced T₁WI, and combined sequence model of conventional MRI all had high efficacy in predicting the texture of pituitary macroadenoma, which provided a new quantitative method for predicting the texture of pituitary macroadenoma.

【Key words】 Pituitary gland; Adenoma; Texture; Magnetic resonance imaging; Radiomics
DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200511-01511

经蝶窦内镜下切除术是垂体大腺瘤首选手术方法。肿瘤质地是影响肿瘤切除程度的重要因素,肿瘤质地坚韧,经蝶窦切除困难,术后常有较多的残留,而残留肿瘤无法有效解除对周围神经的压迫,且易复发;如果盲目地“全切”则可能损伤邻近视交叉、海绵窦等重要结构,产生严重的并发症。因此术前如何准确判断肿瘤质地对手术方案的制定和预后十分重要。磁共振成像(MRI)是判断垂体大腺瘤质地最佳方法,目前文献中T₂加权像(T₂WI)以及弥散加权成像(DWI)判断垂体大腺瘤质地价值的研究最多,但都存在争议。研究显示垂体瘤T₂WI信号或其比值与肿瘤质地和手术方式及切除程度密切相关^[1-2]。但也有研究^[3]认为T₂WI信号比值与肿瘤质地不具有相关性。对于DWI预测垂体大腺瘤质地的价值,不同研究的表现扩散系数(ADC)值或其比值与肿瘤的质地及肿瘤内胶原蛋白含量同样存在较大差异^[3-5]。影像组学是当前研究的热点,通过自动化数据特征化算法将医学影像转化为可挖掘的特征空间数据,量化病灶形态学特征及内部潜在的病理及生理学的异质性^[6]。本文旨在探讨常规MRI影像组学预测垂体大腺瘤质地的价值。

对象与方法

一、研究对象

本研究为横断面研究,回顾性收集2014年12月至2019年12月皖南医学院弋矶山医院经手术病理证实为垂体大腺瘤患者的完整资料。纳入标准:(1)所有患者均经MRI平扫及增强扫描,MRI检查与手术间隔时间≤2周;(2)垂体腺瘤直径≥10 mm;(3)既往无放射治疗、内分泌治疗及手术治疗等病史。排除标准:(1)瘤体内有明显出血、坏死囊变者(≥50%肿瘤体积);(2)图像质量不佳影响观察与测

量。最终101例患者纳入研究,男49例,女52例,年龄(52±12)(21~78)岁。根据术中所见,将肿瘤分为质软组($n=58$)和质硬组($n=43$);根据肿瘤分泌功能分为功能性腺瘤(包括一种或多种分泌功能)($n=24$)和无功能性腺瘤($n=77$);按照完全随机方法将患者分为训练组($n=72$)和验证组($n=29$)。本研究已通过皖南医学院弋矶山医院医学伦理委员会批准(2019-65)。

二、方法

1. MRI图像采集:采用Signa HDxt 3.0T MR扫描仪、8通道头线圈(美国GE公司)。患者取仰卧位。常规行冠状位及矢状位扫描,扫描序列及参数:快速自旋回波T₁加权像(FSE T₁WI):重复时间(TR) 560 ms,回波时间(TE) 6.7 ms; T₂WI: TR 2 000 ms, TE 112.6 ms;层厚2 mm,层间0.2 mm,视野(FOV) 22 cm×22 cm,矩阵320×256;增强扫描参数同T₁WI,采用双筒高压注射器静脉团注对比剂Gd-DTPA,注射流速2.5 ml/s,剂量为0.1 mmol/kg。

2. 垂体瘤质地判定:质软组肿瘤:切开脑膜后肿瘤可自行涌出,易于用吸引器吸除或刮匙刮除;质硬组肿瘤:不能用吸引器吸除或刮匙刮除,取瘤钳取瘤时有较强的牵拉感,有时需反复电凝或用锐器切割小块切除。

3. 影像分析:由2名高年资(具有25年以上工作经验)MRI诊断医师在PACS系统共同阅片,意见不一致时协商解决。观察分析肿瘤的大小、形态、信号特点及向周围组织侵袭生长方式等。垂体瘤侵袭性诊断标准:(1)侵犯鞍底及鞍上垂体瘤:参照Wilson改良的Hardy^[7]分类法,将Ⅲ~Ⅳ级或C、D、E期的肿瘤归为侵袭性垂体腺瘤;(2)侵犯海绵窦垂体瘤:参照Knosp等^[8]MRI分级标准,将3、4级确定为侵袭性垂体腺瘤。在增强图像上测量肿瘤各径线,并记录其最大径。分别在冠状面T₁WI、T₂WI与T₁WI增强放置感兴趣区(ROI)测量信号强度,同时

在右侧颞叶白质放置另一 ROI;所有 ROI 形状及大小相同($\geq 10 \text{ mm}^2$),均测量 3 次,取其平均值;放置 ROI 时应尽量避开肿瘤出血、坏死及囊变区。分别计算 $T_1\text{WI}$ 、 $T_2\text{WI}$ 与 $T_1\text{WI}$ 增强上病灶与脑白质信号比值以及肿瘤 $T_1\text{WI}$ 强化率[$\text{ER}=(\text{增强后信号强度}-\text{平扫信号强度})/\text{平扫信号强度} \times 100\%$]。

4. 特征提取、筛选及影像组学标签的建立:将所有患者 MRI 图像从 PACS 系统以 DICOM 格式导入 ITK-SNAP (Version 3.6) 软件,由 2 名医师(具有 5 年和 15 年以上工作经验)以增强图像为标准,分别在 $T_1\text{WI}$ 增强、 $T_1\text{WI}$ 和 $T_2\text{WI}$ 图像上沿病灶边缘逐层手动勾画 ROI,并进行三维融合(图 1),然后导入 AK (GE Healthcare Analysis Kit) 软件提取纹理特征(包括直方图特征、形态特征、灰度共生矩阵特征、游程矩阵特征及哈塔里克特征)。采用组内相关系数 (ICC) 评价 2 名医师提取特征的一致性,保留一致性较好 (ICC > 0.80) 的特征。在训练集上,运用最小冗余最大相关 (mRMR) 去除冗余和不相干特征,再经最小绝对值收敛和选择算子 (LASSO) 回归选择特征,最终采用十折交叉验证得到二项式偏差最小时所对应的 λ 值,保留此处系数不为零的特征,构建影像组学标签,再按照权重计算组学标签得分,并在验证集上进行验证。

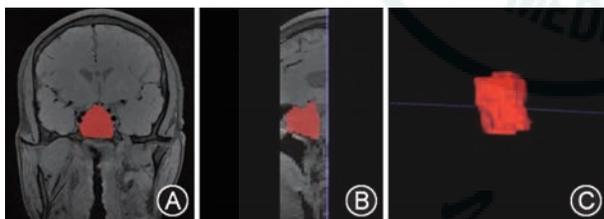


图 1 肿瘤三维感兴趣区 (ROI) 体积勾画 A: 从矢状面基于像素沿垂体瘤病灶边缘勾画 ROI; B: 从冠状面基于像素沿垂体瘤病灶边缘勾画 ROI; C: ROI 融合后的三维图像

三、统计学方法

统计分析采用 SPSS 20.0 软件、R 软件 (Version 3.5.2) 和 MedCalc 软件 (Version 19.0.2)。年龄、肿瘤最大径、 R_{T_1} 、 R_{T_2} 、 R_{ce-T_1} 和 ER 服从正态分布,用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用两独立样本 t 检验进行组间比较。采用率和频数描述性别、肿瘤功能状态和肿瘤侵袭性,组间率的比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用 ICC 评价提取纹理特征的一致性。利用 mRMR 法选择纹理特征,然后经 LASSO 回归进一步精简纹理特征构建影像组学标签,根据特征权重计算每个患者的得分;执行 100 次留组交叉验证

(LGOCV) 判定结果的可靠性,利用受试者工作特征 (ROC) 曲线下面积 (AUC) 评价模型预测能力,多个模型 AUC 的比较采用 DeLong 检验;采用决策曲线分析 (DCA) 评价模型的临床应用价值及效益。利用单因素和多因素 logistic 回归分析构建临床和 MRI 定量特征预测模型。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

一、患者一般资料分析

两组间肿瘤最大径差异有统计学意义 ($P < 0.05$),肿瘤侵袭性在训练组差异有统计学意义 ($P < 0.05$)、在验证组差异无统计学意义 ($P > 0.05$),其余变量均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。对临床和 MRI 定量特征构建模型,结果模型没有预测价值 (AUC 为 0.50)。

二、一致性评估

2 名医师提取纹理特征的一致性较好 (ICC 为 0.783~0.913),选取高年资医师提取的特征进行影像组学分析。

三、影像组学标签的构建及其鉴别效能

AK 软件从 $T_1\text{WI}$ 、 $T_2\text{WI}$ 和 $T_1\text{WI}$ 增强各提取 1 044 个纹理特征,3 个序列联合提取 3 132 个纹理特征,经 mRMR 去除冗余和不相干特征后保留 30 个特征,然后经 LASSO 回归降维得到 $T_1\text{WI}$ 、 $T_2\text{WI}$ 、 $T_1\text{WI}$ 增强和联合序列最具有预测价值的特征 (图 2、3) 分别为 7、6、8 和 10 个。根据这些特征建立每个患者的影像组学标签,再根据特征权重计算每一个患者的标签得分,质硬组组学标签得分均高于质软组,训练组和验证组的质软组与质硬组间组学标签得分差异均有统计学意义 (均 $P < 0.01$)。经 ROC 分析,单一及多序列联合模型均具有很高诊断效能,联合模型最高 (表 2, 图 4),但各模型的 AUC 相比差异均无统计学意义 (DeLong 检验, $P > 0.05$); 100 次 LGOCV 显示训练组和验证组的单一和联合序列模型 AUC 分布变异程度均较小,各模型均具有很好的稳定性。DCA 显示阈值概率在 0.15~1 范围内单一和联合序列模型均具有较好净获益, $T_1\text{WI}$ 增强和联合序列模型好于 $T_1\text{WI}$ 和 $T_2\text{WI}$ 序列模型 (图 5)。

讨 论

本研究纳入多种与垂体大腺瘤质地相关的临

表 1 两组不同质地垂体大腺瘤患者的临床和磁共振成像特征

项目	训练组 (n=72)		$t\chi^2$ 值	P值	验证组 (n=29)		$t\chi^2$ 值	P值
	质软组 (n=41)	质硬组 (n=31)			质软组 (n=17)	质硬组 (n=12)		
男/女 (例)	16/25	19/12	3.503	0.064	7/10	7/5	2.000	0.385
年龄 (岁)	51±11	54±13	0.825	0.449	48±12	56±9	1.818	0.111
肿瘤最大径 (cm, $\bar{x} \pm s$)	2.3±0.7	3.2±0.9	4.259	0.001	2.3±0.7	3.0±0.7	2.351	0.037
肿瘤功能状态 (例)								
有	6	10			4	4		
无	35	21	3.172	0.078	13	8	0.338	0.561
肿瘤侵袭性 (例)								
有	14	19			8	7		
无	27	12	5.239	0.023	9	5	1.575	0.574
$R_{T_1}(\bar{x} \pm s)$	0.99±0.03	0.98±0.09	0.461	0.651	1.19±1.09	0.99±0.02	-0.133	0.913
$R_{T_2}(\bar{x} \pm s)$	1.2±0.7	1.1±0.5	-1.086	0.282	1.1±0.5	1.2±0.3	1.373	0.180
$R_{ce-T_1}(\bar{x} \pm s)$	1.26±1.37	1.05±0.32	-1.166	0.248	1.04±0.25	1.92±2.50	0.133	0.913
ER ($\bar{x} \pm s$)	0.06±0.18	0.12±0.43	-0.614	0.462	0.17±0.58	0.07±0.13	0.199	0.449

注: R_{T_1} 为 T_1 加权像 (T_1WI) 信号强度比值; R_{T_2} 为 T_2 加权像 (T_2WI) 信号强度比值; R_{ce-T_1} 为 T_1WI 增强信号强度比值; ER 为 T_1WI 强化率

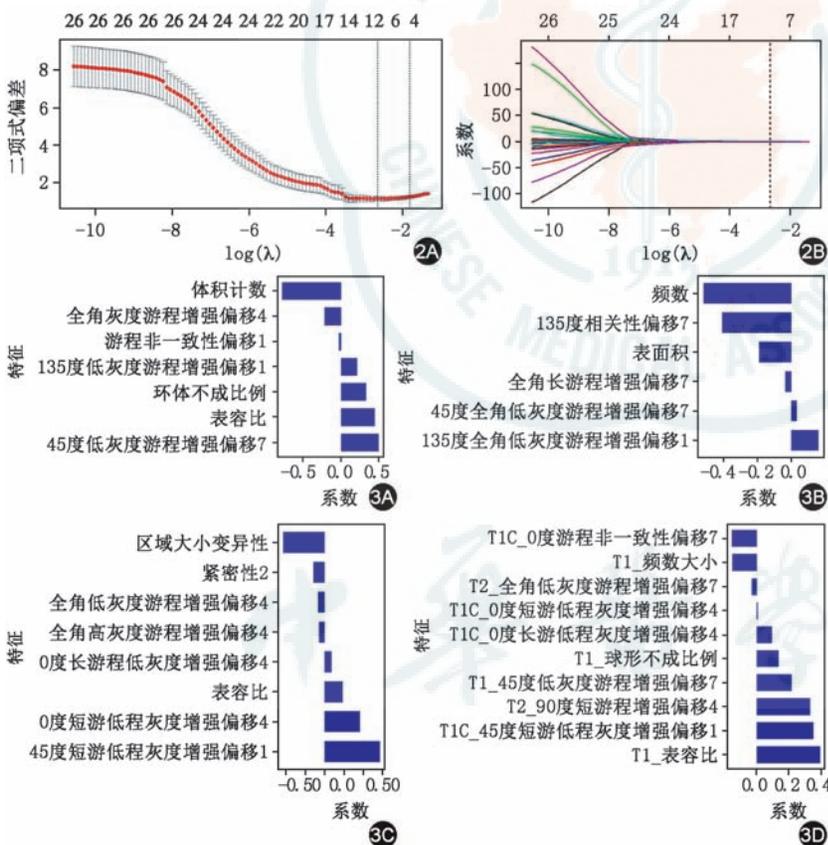


图 2 最小绝对值收敛和选择算子 (LASSO) 回归法进行联合序列特征降维图像 2A: 使用 LASSO 方法进行影像学特征降维, 绘制二项偏差与最优超参数 $\log(\lambda)$ 图; 2B: 不同纹理特征 LASSO 收敛系数图, 虚线为最佳 λ 值 (0.0705) 选择 10 个非零系数的纹理特征
图 3 T_1 加权像 (T_1WI)、 T_2 加权像 (T_2WI)、 T_1WI 增强和联合序列模型的特征及权重 3A: T_1WI 模型特征及权重; 3B: T_2WI 模型特征及权重; 3C: T_1WI 增强模型特征及权重; 3D: 联合序列模型特征及权重

有统计学意义, 但武春雪等^[1]研究认为肿瘤大小没有统计学意义, 这可能与样本量有关。肿瘤侵袭性在训练组的质软组与质硬组间差异有统计学意义, 说明肿瘤侵袭性与质地有关, 在验证组可能由于样本量少差异无统计学意义。理论上垂体大腺瘤胶原蛋白含量和 T_2WI 信号强度具有负相关性^[9], 但本研究显示 T_2WI 比值在两组质软组与质硬组间差异均无统计学意义。同样, 本研究发现两组 T_1WI 、 T_1WI 增强比值以及肿瘤强化程度与垂体腺瘤质地均无相关性, 但 Romano 等^[10]结合手术及术后病理对照分析发现当垂体腺瘤动态增强前后信号强度比值 > 1.92 时, 提示腺瘤质地较软, 而 Ma 等^[11]研究发现 T_1WI 增强比值与垂体腺瘤质地无相关性, 但 T_1WI 比值有显著的正相关性。进一步, 本研究将多种临床和 MRI 定量特征结合构建的模型也没有显示预测能力, 说明临床和 MRI 定量特征预测垂体大腺瘤质地价值有限。

由于无论是临床还是常规 MRI 定量或定性信息判断垂体大腺瘤质地价值均有限, 本研究着重探索 MRI 组学特征预测垂体大腺瘤质地的效能, 结果显示无论是单一模型

床和 MRI 定量特征预测垂体大腺瘤质地价值, 结果显示肿瘤最大径在两组质软组与质硬组间差异均

有统计学意义, 但武春雪等^[1]研究认为肿瘤大小没有统计学意义, 这可能与样本量有关。肿瘤侵袭性在训练组的质软组与质硬组间差异有统计学意义, 说明肿瘤侵袭性与质地有关, 在验证组可能由于样本量少差异无统计学意义。理论上垂体大腺瘤胶原蛋白含量和 T_2WI 信号强度具有负相关性^[9], 但本研究显示 T_2WI 比值在两组质软组与质硬组间差异均无统计学意义。同样, 本研究发现两组 T_1WI 、 T_1WI 增强比值以及肿瘤强化程度与垂体腺瘤质地均无相关性, 但 Romano 等^[10]结合手术及术后病理对照分析发现当垂体腺瘤动态增强前后信号强度比值 > 1.92 时, 提示腺瘤质地较软, 而 Ma 等^[11]研究发现 T_1WI 增强比值与垂体腺瘤质地无相关性, 但 T_1WI 比值有显著的正相关性。进一步, 本研究将多种临床和 MRI 定量特征结合构建的模型也没有显示预测能力, 说明临床和 MRI 定量特征预测垂体大腺瘤质地价值有限。

表 2 训练组和验证组 T₁WI、T₂WI、T₁WI 增强和联合序列模型 ROC 曲线分析结果

模型	训练组						验证组					
	AUC(95%CI)	准确性(95%CI)	特异度	灵敏度	PPV	NPV	AUC(95%CI)	准确性(95%CI)	特异度	灵敏度	PPV	NPV
T ₁ WI	0.91(0.84~0.98)	0.89(0.79~0.95)	0.84	0.93	0.88	0.90	0.90(0.78~1.00)	0.87(0.69~0.96)	1.00	0.78	1.00	0.75
T ₂ WI	0.86(0.78~0.95)	0.82(0.71~0.90)	0.66	0.95	0.77	0.91	0.83(0.64~1.00)	0.77(0.58~0.90)	0.73	0.79	0.83	0.67
T ₁ WI 增强	0.90(0.83~0.97)	0.83(0.72~0.91)	0.91	0.77	0.91	0.76	0.89(0.77~1.00)	0.73(0.54~0.88)	1.00	0.58	1.00	0.58
联合模型	0.92(0.85~0.98)	0.87(0.77~0.94)	0.84	0.90	0.88	0.87	0.91(0.79~1.00)	0.80(0.61~0.92)	0.92	0.72	0.93	0.69

注: T₁WI 为 T₁ 加权像; T₂WI 为 T₂ 加权像; AUC 为曲线下面积; PPV 为阳性预测值; NPV 为阴性预测值; ROC 为受试者工作特征

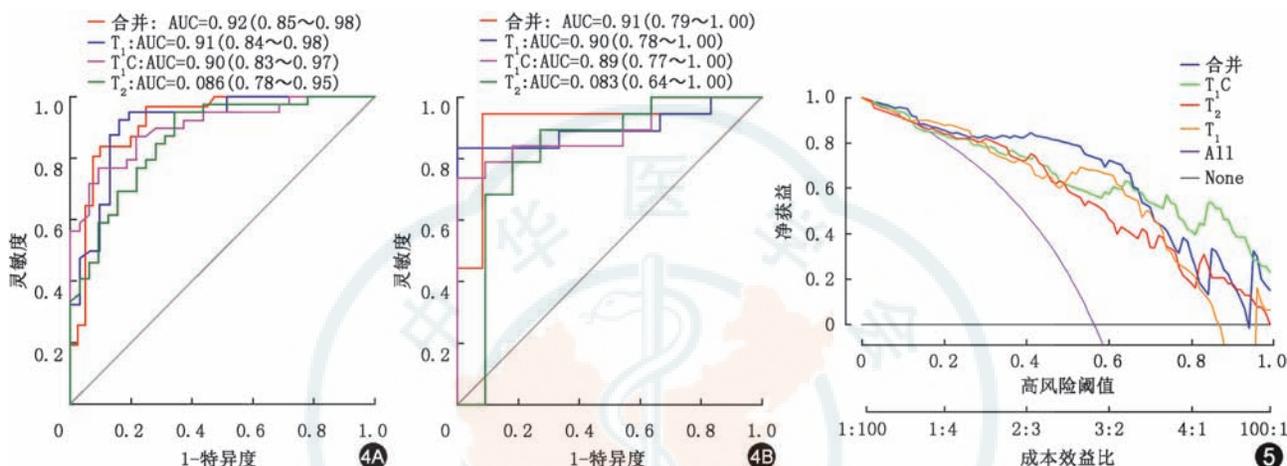


图 4 训练组和验证组 T₁ 加权像 (T₁WI)、T₂ 加权像 (T₂WI)、T₁WI 增强和联合序列模型的受试者工作特征 (ROC) 曲线 4A: 训练组 ROC 曲线; 4B: 验证组 ROC 曲线 图 5 T₁WI、T₂WI、T₁WI 增强和联合序列模型决策曲线 None 表示所有受试者均为质地软垂体瘤患者, All 表示所有患者均为质地硬垂体瘤患者

还是多序列联合模型在训练组和验证组中均获得很高预测效能, 100 次 LGOCV 显示各模型均具有很好的可靠性, 这说明影像组学特征能检测垂体大腺瘤的异质性, 反映肿瘤的复杂病理生理学信息。所有模型中联合模型预测效能相对最高, 这可能是多序列、多参数能更为全面地反映肿瘤的特点。T₂WI 是判断垂体瘤质地最常用序列, 其回波时间长, 组织间对比度好, 图像中蕴含更多具有鉴别诊断的纹理特征, 但本研究 T₂WI 模型预测效能最低, 需要积累资料进一步研究。DCA 表明单一和联合序列模型预测曲线临床受益均较好, 证明各模型预测垂体大腺瘤质地的可行性。本研究的单一和多序列联合模型预测效能均优于杨晓莹等^[12]基于 T₁WI、T₂WI 图像二维直方图纹理分析和万强等^[13]基于 CT 密度联合纹理参数建模预测垂体大腺瘤质地效能 (AUC 0.743 和 0.711), 这可能是由于基于单一像素值的直方图提供的定量特征有限, 难以反映垂体瘤图像的细微差别和更深层次的信息, 而 CT 难以获得 MRI 所提供的更丰富肿瘤特征, 同时本研究基于三维纹理分析能获得更多信息, 从而提高鉴别组织特性的能力^[14-15]。

本研究局限性: 首先, 为回顾性研究, 难免存在

选择性偏倚; 其次, 肿瘤质地评判受不同外科医师经验影响, 且存在一定的主观性; 最后手动勾画 ROI 受个人主观影响, 且增强与 T₁WI 和 T₂WI 图像很难完全匹配。

总之, 基于常规 MRI 的 T₁WI、T₂WI、T₁WI 增强和多序列联合影像组学模型均能获得很高预测垂体大腺瘤质地效能, T₁WI 增强和联合序列模型临床获益更好, 为探索预测垂体大腺瘤质地提供了一种新的定量分析方法。

利益冲突 通用电气药业有限公司葛亚琼进行纹理特征选择和统计分析, 其他作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 武春雪, 蒙茗, 王政, 等. 磁共振 T₂WI 对垂体腺瘤质地的评估[J]. 磁共振成像, 2017, 8(10): 721-725. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2017.10.001.
- [2] Smith KA, Leever JD, Chamoun RB. Prediction of consistency of pituitary adenomas by magnetic resonance imaging[J]. J Neurol Surg B Skull Base, 2015, 76(5): 340-343. DOI: 10.1055/s-0035-1549005.
- [3] Yiping L, Ji X, Daoying G, et al. Prediction of the consistency of pituitary adenoma: a comparative study on diffusion-weighted imaging and pathological results[J]. J Neuroradiol, 2016, 43(3): 186-194. DOI: 10.1016 / j.

- neurad.2015.09.003.
- [4] Boxerman JL, Rogg JM, Donahue JE, et al. Preoperative MRI evaluation of pituitary macroadenoma: imaging features predictive of successful transsphenoidal surgery[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(3):720-728. DOI: 10.2214/AJR.09.4128.
- [5] Mahmoud OM, Tominaga A, Amatya VJ, et al. Role of PROPELLER diffusion weighted imaging and apparent diffusion coefficient in the diagnosis of sellar and parasellar lesions[J]. Eur J Radiol, 2010, 74(3):420-427. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.03.031.
- [6] 张利文, 方梦捷, 臧亚丽, 等. 影像组学的发展与应用[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(1):75-77. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.01.017.
- [7] Yhapar K, Scheithauer BW, Kavacs K, et al. p53 expression in pituitary adenomas and carcinomas correlation with invasiveness and tumor growth fractions[J]. Neurosurg, 1996, 38(4): 765-770. DOI:10.1097/00006123-199604000-00027.
- [8] Knosp E, Steiner E, Kitz K, et al. Pituitary adenomas with invasive of the cavernous sinus space: a magnetic resonance imaging classification compared with surgical findings[J]. Neurosurgery, 1993, 33(4): 610-617. DOI:10.3109/13645709309152970.
- [9] Wei LF, Lin SA, Fan KC, et al. Relationship between pituitary adenoma texture and collagen content revealed by comparative study of MRI and pathology analysis[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(8): 12898-12905.
- [10] Romano A, Coppola V, Lombardi M, et al. Predictive role of dynamic contrast enhanced T1-weighted MR sequences in pre-surgical evaluation of macroadenomas consistency[J]. Pituitary, 2017, 20(2):201-209. DOI: 10.1007/s11102-016-0760-z.
- [11] Ma Z, He W, Zhao Y, et al. Predictive value of PWI for blood supply and T1-spin echo MRI for consistency of pituitary adenoma[J]. Neuroradiology, 2016, 58(1):51-57. DOI: 10.1007/s00234-015-1591-8.
- [12] 杨晓莹, 朱远, 张敏, 等. 垂体腺瘤质地与 MRI 图像的纹理分析比较[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(4):613-617.
- [13] 万强, 陈基明, 邢涛, 等. 基于 CT 密度联合纹理参数建模预测垂体大腺瘤质地[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(8): 1190-1194. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201901019.
- [14] Fetit AE, Novak J, Peet AC, et al. Three-dimensional textural features of conventional MRI improve diagnostic classification of childhood brain tumours[J]. NMR Biomed, 2015, 28(9): 1174-1184. DOI: 10.1002/nbm.3353.
- [15] Béresová M, Larroza A, Arana E, et al. 2D and 3D texture analysis to differentiate brain metastases on MR images: proceed with caution[J]. MAGMA, 2018, 31(2):285-294. DOI: 10.1007/s10334-017-0653-9.

(收稿日期:2020-05-11)

(本文编辑:李君)

·读者·作者·编者·

《中华医学杂志》启用新版远程稿件管理系统

自 2019 年 1 月 7 日起,《中华医学杂志》已经启用新版远程稿件管理系统,旧版系统已经关闭投稿功能。新系统网址:<http://cmaes.medline.org.cn>。

1. 作者登录方式:新版远程稿件管理系统和中华医学网、中华医学期刊网及中华系列期刊官方网站共用同一套用户系统。如果您从未在上述网站注册过,那么您需要先行注册账号,以便在新版系统中顺利完成投稿、退修、上传作者校样、缴纳费用等操作,并享受后续增值服务。如果您曾经在上述网站注册过,您可直接用原有账号登录新版远程稿件管理系统,选择成为本刊作者,继续愉快的码字之旅。

2. 审稿专家登录方式:如果您还记得旧版系统的登录名和密码,那么可直接尝试登录,查看您的相关学术信息是否完整(请务必将您的学术领域补充完整,以便能准确送审)。不记得登录名时,用手机号或 Email 也可以登录。如果您是本刊的审稿专家,但系统上未显示,请您及时反馈给编辑部。如果您登录时提示密码不正确,您可以尝试通过验证手机号或 Email 重置您的密码,请牢记重置后的密码。如果您登录时提示用户名不正确,说明您的原始信息中没

有登记正确有效的手机号或 Email 信息,请您将遇到的问题,以及您的姓名、单位、用户名、手机号、Email 等信息反馈给编辑部。

3. 《中华医学杂志》投稿方式:本刊作者可通过本刊官网 <http://www.nmjc.net.cn> 中的“在线投稿”,或者新系统网站 <http://cmaes.medline.org.cn> 进行在线投稿。

4. 注意事项:新系统运行期间,无论是作者还是专家,可能都会感到一些不便,编辑部诚恳地希望得到各位作者与专家的理解和支持,以便帮助我们尽快地完成新旧系统的过渡。另外,希望各位用户(包括专家和作者)尽可能亲自注册并使用您的账号。后续的很多采编流程,包括涉及费用的步骤均将在手机端实现,新版远程稿件管理系统与中华医学期刊网和配套的 APP 使用同一套用户系统,未来以“中华医学期刊 APP”为载体的论文认领、学术积分和社交功能也在策划中,新版系统的账号可能超越一个投稿审稿工具,而成为您的“学术护照”,我们期待那一天的早日到来。

5. 账号问题反馈邮箱:newmedia@cma.org.cn。