

• 骨肿瘤影像学专题 •

CT 影像组学对中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别诊断价值

聂佩,郝大鹏,王宁,杨光杰,颜蕾,苗文杰,段绍峰,左盼莉,徐文坚

【摘要】 目的:建立术前鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的影像组学模型,并验证其诊断效能。**方法:**回顾性纳入中轴骨脊索瘤 59 例、骨巨细胞瘤 33 例共 92 例患者,64 例为训练集,28 例为验证集。基于 CT 图像进行影像组学特征提取,采用 LASSO 模型进行特征选择,构建影像组学模型,并计算影像组学得分(Rad-score)。通过 Logistic 多元回归分析,以独立临床预测因素联合 Rad-score 构建综合模型,通过校正、ROC 曲线、决策曲线评估模型效能。**结果:**从 CT 图像中共提取 1409 个组学特征,降维后获得 7 个最有鉴别价值的特征构建影像组学模型。该标签在训练集(AUC 为 0.890,95%CI:0.800~0.980)和验证集(AUC 为 0.860,95%CI:0.700~1.000)中均有较高的诊断效能。年龄和位于中轴骨两端是独立的临床预测因素。联合独立临床预测因素和 Rad-score 构建的综合模型,在训练集(AUC 为 0.970,95%CI:0.930~1.000)和验证集(AUC 为 0.920,95%CI:0.810~1.000)中均具有较高的诊断效能;训练集中,综合模型的 AUC 优于组学模型($Z=2.092, P=0.036$)。决策曲线分析结果表明,综合模型较组学模型具有更高的临床净获益。**结论:**基于 CT 影像组学联合临床特征建立的综合模型术前鉴别中轴骨脊索瘤和骨巨细胞瘤具有较高的诊断效能,有助于临床决策。

【关键词】 脊索瘤;骨巨细胞瘤;中轴骨;体层摄影术,X 线计算机;影像组学;诊断,鉴别

【中图分类号】 R738.1;R814.42 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)01-0027-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.01.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



A CT-based radiomics nomogram for differentiation of chordoma from giant cell tumor in axial skeleton

NIE Pei, HAO Da-peng, WANG Ning, et al. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266005, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to develop and validate a radiomics nomogram for preoperative differentiation of chordoma and giant cell tumor (GCT) in axial skeleton. **Methods:** A total of 92 patients with chordoma ($n=59$) and GCT ($n=33$) in axial skeleton were retrospectively enrolled and divided into a training set ($n=64$) and a validation set ($n=28$). Radiomics features were extracted from CT images. A radiomics signature was constructed with the least absolute shrinkage and selection operator algorithm and a radiomics score (Rad-score) was calculated. Combined with the Rad-score and independent clinical risk factors, a radiomics nomogram was constructed by multivariate logistic regression analysis. Nomogram performance was assessed with respect to calibration, ROC curves and decision curve analysis. **Results:** 1409 3D features were extracted and reduced to 7 features as the most important discriminators to build the radiomics signature. The radiomics signature showed good discrimination in the training set (AUC:0.890;95%CI:0.800~0.980) and the validation set (AUC:0.860;95%CI:0.700~1.000). Age and location in the cephalic and caudal axial skeleton were the independent clinical factors. The radiomics nomogram combined with the Rad-score and clinical factors showed good discrimination capability in the training set (AUC:0.970;95%CI:0.930~1.000) and the validation set (AUC:0.920;95%CI:0.810~1.000), and showed better discrimination capability ($Z=2.092, P=0.036$) compared with the radiomics signature in the training set. Decision curve analysis demonstrated that the nomogram outperformed the radiomics signature in terms of clinical usefulness. **Conclusion:** The CT-based radiomics nomogram, a preoperative prediction tool that

combined with the Rad-score and clinical factors, shows favorable predictive efficacy for differentiating chordoma from GCT in axial skeleton, which might contribute to clinical decision making.

【Key words】 Chordoma; Giant cell tumor of bone; Axial bone; Radiomics; Tomography, X-ray computer; Diagnosis, differential

脊索瘤和骨巨细胞瘤是中轴骨较常见的原发性骨肿瘤。脊索瘤为低度恶性肿瘤,骨巨细胞瘤多为良性病变,部分表现为交界性和恶性特征^[1,2]。根据 2020 版 NCCN《骨肿瘤临床实践指南》,脊索瘤推荐广泛手术切除联合放疗,而骨巨细胞瘤推荐手术切除或地舒单抗治疗^[3],术前正确诊断对治疗方案的选择至关重要。脊索瘤与骨巨细胞瘤的临床症状相似,术前鉴别诊断主要依靠 X 线、CT、MRI 等影像学检查方法,但两者影像上均表现为溶骨性骨质破坏,密度/信号多不均匀,可伴囊变、钙化或残留骨等,传统影像学鉴别困难^[4]。影像组学将高通量提取的影像中的量化特征转化为可挖掘的数据信息,建立预测模型辅助临床决策^[5]。本文旨在探讨基于 CT 的影像组学对中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 研究对象

回顾性纳入 2010 年 7 月—2020 年 7 月青岛大学附属医院及山东省立医院经病理证实的中轴骨脊索瘤患者 59 例(男 34 例,女 25 例,年龄 25~83 岁,中位年龄 59 岁)和骨巨细胞瘤患者 33 例(男 11 例,女 22 例,年龄 19~62 岁,中位年龄 33 岁)。病例纳入标准如下:①经手术病理证实;②术前 2 周内行 CT 平扫且图像质量满足诊断要求;③术前未行治疗。青岛大学附属医院 64 例(脊索瘤 41 例,骨巨细胞瘤 23 例)作为训练集,山东省立医院 28 例(脊索瘤 18 例,骨巨细胞瘤 10 例)作为验证集。本研究经医院伦理委员会批准通过。

2. 检查方法

CT 扫描采用 64 层螺旋 CT (Somatom Sensation 64, Siemens Healthcare; Discovery 750, GE Healthcare),球管旋转时间为 0.5 s,管电压 120 kV,管电流 200 mAs 或 250~400 mA(自动管电流调节技术),探测器准直 64×0.6 mm、 64×0.625 mm,矩阵 512×512 ,螺距 1、1.375,层厚 5 mm,层间距 5 mm,采用骨及软组织算法重建。

3. 临床特征与 CT 征象分析

由两位分别有 6 年(医师 1)及 5 年(医师 2)CT 诊断经验的医师独立分析以下征象:位于中轴骨两端(即斜坡和骶尾骨,是/否)、单/多中轴骨受累、椎间盘受累(是/否)、邻近非中轴骨受累(是/否)、膨胀性生长(是/否)、最大径(mm)、密度均匀(是/否)、钙化或残留骨(有/无)、骨壳完整(是/否)、硬化边(有/无)、软组织肿块(有/无),两者意见不一致时通过协商达成一致意见。采用单因素分析患者年龄、性别及以上 CT 征象的组间差异,经 Logistic 多因素回归分析获得独立临床鉴别因素,计算 OR 值及 95%CI。

4. CT 图像分割、影像组学特征提取及组学模型建立

医师 1 和医师 2 采用 ITK-SNAP 软件 (Version 3.8, www.itksnap.org) 独立逐层手工勾画病灶边界,获得病灶 3D 容积 ROI(图 1)。本研究纳入的病例采用 2 种不同的检查设备,扫描参数不同,为减少图像差异的影响,首先对图像进行重采样及灰度标准化等预处理,之后提取影像组学特征,并计算观察者自身及观察者间的组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)。随机抽取 20 例,由医师 1 勾画 ROI 1 次,1 周后再进行第 2 次 ROI 勾画,用于评估观察者自身 ICC;医师 2 仅进行 1 次 ROI 勾画,用于评价与医师 1 之间的 ICC。ICC>0.75 认为一致性好。

采用影像组学云平台(Huiying Medical Technology Co., Ltd)共提取 1409 个影像组学参数,分为强度特征、形状特征、纹理特征和图像滤波特征 4 组。为了避免组学标签的过拟合,采用以下步骤进行降维:首先,保留观察者间及观察者自身 ICC 均>0.75 的稳定且重复性好的组学特征;其次,将筛选出的组学特征纳

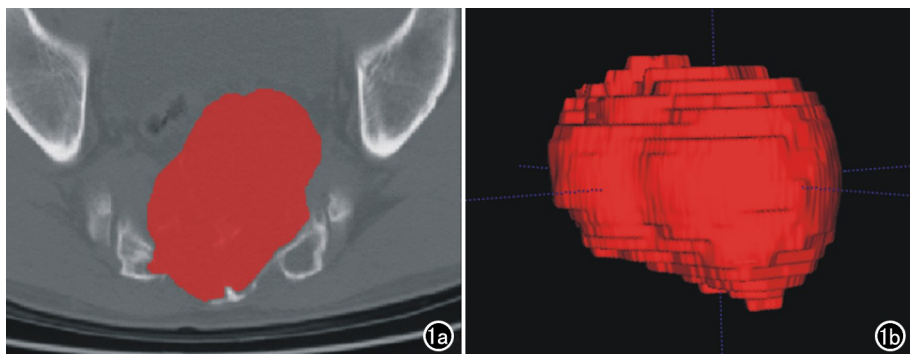


图 1 肿瘤 3D ROI 勾画。a) 肿瘤横轴面 2D ROI 勾画; b) 2D ROI 融合成 3D ROI。

入 LASSO 回归模型,经 10 倍交叉验证选择模型中的最优调和参数 λ 获得压缩模型系数,建立影像组学模型,并计算影像组学得分(Rad-score)。

5.影像组学综合模型建立及效能验证

将独立的临床鉴别因素联合 Rad-score 建立综合模型,并绘制列线图。采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价列线图的拟合度。以受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线的曲线下面积(area under curve, AUC)分析模型的鉴别效能,以决策曲线(decision curve analysis, DCA)评价模型鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的净获益。

6.统计学分析

采用 SPSS 软件(Version 25.0, IBM)进行组间单因素分析(包括卡方检验和 Mann-Whitney *U* 检验),采用 R 语言软件(Version 3.3.3, <https://www.r-project.org>)进行多因素 Logistic 回归分析、ICC、LASSO 回归分析、ROC、Hosmer-Lemeshow 检验、Delong 检验和 DCA 分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.临床特征和 CT 征象分析

训练集和验证集临床因素见表 1。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄($P<0.001$)和位于中轴骨两端($P=0.003$)是鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的独立预测因素。45 岁以下(OR: 0.040, 95% CI: 0.010~0.260)、发生于非中轴骨两端(OR: 0.020,

95% CI: 0.000~0.290)更倾向于诊断为骨巨细胞瘤。

2.影像组学模型

CT 图像提取的 1409 个组学特征中,1083 个特征一致性好(观察者内及观察者间 ICC>0.75),经 LASSO 回归模型分析,最终筛选出 7 个组学特征,建立组学模型(图 2),得到 Rad-score 公式:

Rad-score = $-0.080 \times \text{wavelet_LLL.glszm.LowGrayLevelZoneEmphasis} - 0.319 \times \text{wavelet_LLL.glszm.ZoneVariance} + 0.616 \times \text{wavelet_LLH.glcm.JointAverage} + 0.847 \times \text{wavelet_HLL.firstorder.Maximum} - 0.648 \times \text{wavelet_LHH.firstorder.Median} + 0.153 \times \text{wavelet_LLH.firstorder.Median} + 0.216 \times \text{wavelet_LLL.firstorder.InterquartileRange} - 0.680$ 。

3.综合模型建立及效能验证

将年龄、位于中轴骨两端和 Rad-score 进行 Logistic 多元回归分析并建模,得到综合模型,并绘制列线图(图 3)。列线图的 Hosmer-Lemeshow 检验差异无统计学意义(训练集 $P=0.767$,验证集 $P=0.895$),提示模型未偏离拟合。组学模型、综合模型的鉴别诊断效能见表 2。训练集和验证集中两个模型的 ROC 曲线见图 4。训练集中,综合模型 AUC 优于组学模型($Z=2.092, P=0.036$);验证集中,两模型 AUC 差异无统计学意义($Z=1.226, P=0.220$)。决策曲线(图 5)显示综合模型高于组学模型,提示其鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤具有更高的临床净获益。

表 1 中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤患者的临床因素

临床因素	训练集(n=64)				验证集(n=28)			
	脊索瘤 (n=41)	骨巨细胞瘤 (n=23)	χ^2/U 值 [#]	<i>P</i> 值	脊索瘤 (n=18)	骨巨细胞瘤 (n=10)	χ^2/U 值 [#]	<i>P</i> 值
性别(男/女)	22/19	8/15	1.418	0.234	12/6	3/7	2.157	0.142
年龄(≤ 45 岁/ >45 岁)*	5/36	20/3	31.528	<0.001	5/13	8/2	5.105	0.024
位于中轴骨两端(是/否)	40/1	7/16	30.681	<0.001	16/2	4/6	5.324	0.021
单中轴骨受累(是/否)	8/33	13/10	7.553	0.006	8/10	8/2	2.025	0.155
椎间盘受累(是/否)	21/20	9/14	0.447	0.504	10/8	2/8	2.025	0.155
邻近非中轴骨受累(是/否)	5/36	7/16	2.132	0.144	3/15	1/9	0.000	1.000
膨胀性生长(是/否)	30/11	23/0	5.686	0.017	16/2	8/2	0.006	0.936
最大径(mm,平均数±标准差)	68±35	68±24	499.500	0.946	69±32	52±20	68.000	0.133
密度均匀(是/否)	6/35	4/19	0.000	1.000	2/16	4/6	1.702	0.192
钙化或残留骨(有/无)	30/11	17/6	0.000	1.000	12/6	8/2	0.097	0.755
骨壳完整(是/否)	1/40	0/23	0.000	1.000	0/18	1/9	0.092	0.761
硬化边(有/无)	0/41	2/21	1.368	0.242	1/17	2/8	0.299	0.585
软组织肿块(有/无)	39/2	19/4	1.442	0.230	18/0	7/3	3.319	0.069

注:* 根据 ROC 曲线获得鉴别脊索瘤与骨巨细胞瘤的最佳年龄阈值为 45 岁;# 肿瘤最大径的组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验,其余均采用卡方检验。

表 2 组学模型、组学联合临床因素的综合模型对骨巨细胞瘤的诊断效能

模型	训练集(n=64)		验证集(n=28)	
	AUC (95% CI)	准确度(95%CI)	AUC (95% CI)	准确度(95%CI)
组学模型	0.890(0.800~0.980)	0.859(0.750~0.934)	0.860(0.700~1.000)	0.786(0.590~0.917)
综合模型	0.970(0.930~1.000)	0.906(0.807~0.965)	0.920(0.810~1.000)	0.750(0.551~0.893)

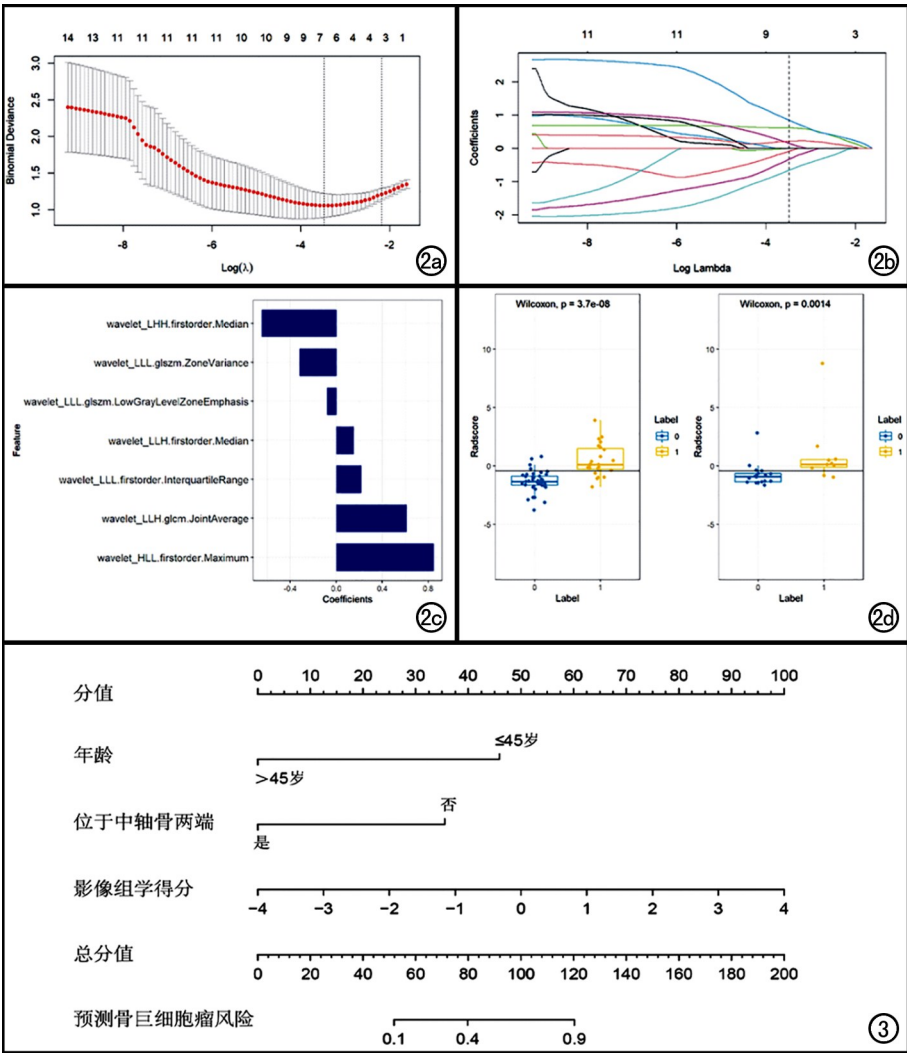


图 2 组学模型。a、b)采用 LASSO 回归模型筛选组学特征;c)筛选出 7 个组学特征及其对应系数的绝对值;d)训练集和验证集中每例患者的影像组学得分(Rad-score),注:图中 0 为脊索瘤;1 为骨巨细胞瘤。图 3 基于年龄、位于中轴骨两端联合影像组学得分构建综合模型列线图。

讨论

脊索瘤是起源于胚胎时期残余脊索的低度恶性骨

肿瘤, 占有恶性骨肿瘤的 1%~4%, 好发于 50~60 岁男性, 以中轴骨的两端最为多见。近年来, 发生于活动节段脊索瘤的报道也日益增多^[6]。骨巨细胞瘤好发于四肢长骨的骨端, 以 20~40 岁女性多见^[7]。中轴骨骨巨细胞瘤少见, 占有骨巨细胞瘤的 2.5%~5.6%^[8]。脊索瘤与骨巨细胞瘤的生物学行为及治疗方案不同, 术前准确诊断至关重要。本研究建立了基于临床特征和 CT 影像组学的综合模型, 发现该模型对于中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别效能较高, 训练集及验证集 AUC 分别为 0.970、0.920。

既往研究表明, 定性和定量影像有助于脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别。Tsuji 等^[9]比较了 9 例脊柱骨巨细胞瘤与 9 例脊索瘤的临床特征、CT 和 MRI 征象, 发现年龄、部位、骨质破坏方式、T₂ 信号、骨性间隔、骨包壳等在两组间差异有统计学意义, 基于以上 6 个因素构建的评分系统有助于两者的鉴别。Si 等^[10]分析了 22 例骶骨脊索瘤与 19 例骶骨骨巨细胞瘤的临床及影像特征, 发现年龄、部位、残存骨、囊变、出血、骨分隔、膨胀性骨破坏、肌肉及骶髂关节侵犯等征象可作为鉴别诊断依据。朗宁等^[8]

对 13 例中轴骨脊索瘤与 17 例中轴骨骨巨细胞瘤的 MR 动态增强定量参数进行比较, 发现骨巨细胞瘤的转运常数(Ktrans)和速率常数(Kep)均显著高于脊索

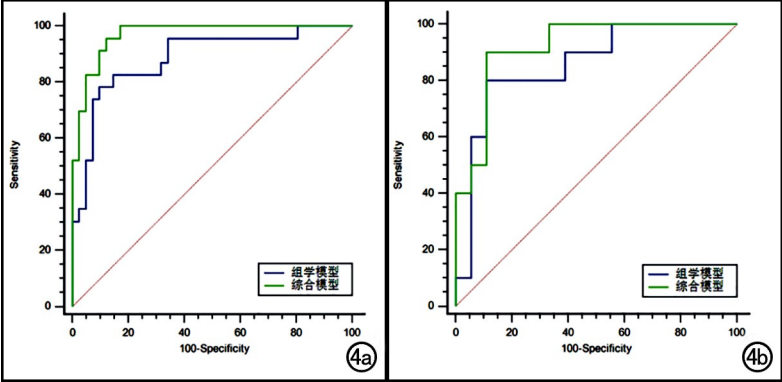


图 4 训练集和验证集中组学模型与综合模型的 ROC 曲线。a) 训练集;b) 验证集。图 5 组学模型和综合模型的决策曲线, Y 轴和 X 轴分别代表净获益和阈概率。

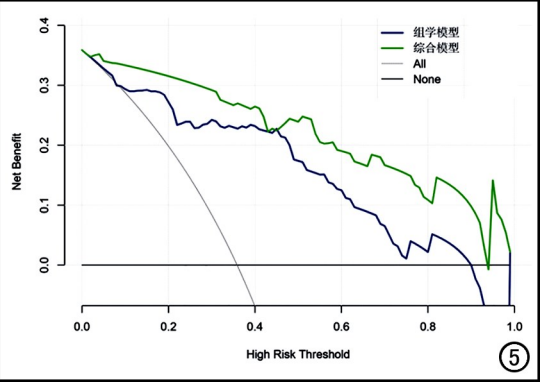


图 5 组学模型和综合模型的决策曲线, Y 轴和 X 轴分别代表净获益和阈概率。

瘤,利用 Ktrans 和 Kep 诊断骨巨细胞瘤的 AUC 分别为 0.826 和 0.980。汤文瑞等^[11]分析了 15 例骶骨脊索瘤与 16 例骶骨骨巨细胞瘤的 DWI 和动态增强 MRI (dynamic contrast enhanced -MRI, DCE-MRI) 表现,发现 ADC 值、最大对比增强率、增强峰值等定量参数有助于两者的鉴别。本研究纳入了 59 例中轴骨脊索瘤与 33 例骨巨细胞瘤,分析患者年龄、性别、位于中轴骨两端、单/多中轴骨受累、椎间盘受累、邻近非中轴骨受累、膨胀性生长、最大径、密度均匀、钙化或残留骨、骨壳完整、硬化边和软组织肿块等 13 个临床因素,发现年龄和位于中轴骨两端是鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的独立临床预测因素,45 岁以上、位于中轴骨两端的肿瘤更倾向于脊索瘤,与既往部分研究结果一致,脊索瘤发病部位的特殊性可能与胚胎残留脊索组织的分布有关。

影像组学在骨肿瘤研究中应用广泛^[12],包括不同病理类型及病理亚型的骨肿瘤鉴别^[13,14]、疗效评价^[15,16]、预后预测^[17,18]等。既往研究表明,基于影像组学定量分析对骶骨脊索瘤与骨巨细胞瘤具有良好的鉴别效能。Yin 等^[19]运用 3 种特征选择方法(Relief、LASSO、随机森林[RF])和 3 种分类法(广义线性模型[GLM]、支持向量机[SVM]、RF)对基于 CT 图像的 53 例骶骨脊索瘤与 42 例骶骨骨巨细胞瘤进行鉴别,发现 LASSO 联合 GLM 的鉴别诊断效能最高,AUC 为 0.984。Yin 等^[20]还分析了 83 例骶骨脊索瘤与 54 例骶骨骨巨细胞瘤的临床特点和基于 CT、MRI 的影像组学特征,发现基于 CT 的临床-组学模型鉴别诊断效能优于 MRI 组学模型,AUC 达 0.948。另外,基于 MRI 的影像组学模型还有助于鉴别骶骨脊索瘤、骨巨细胞瘤和转移瘤^[21]。本研究最终筛选出 7 个经小波变换的强度特征和纹理特征用于构建组学模型,该模型能有效鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤,训练集和验证集的 AUC 分别为 0.890、0.860。与传统影像学只能提供肿瘤大小、形态、密度或信号等大体信息不同,影像组学特征能从微观上反映肿瘤的异质性,与肿瘤组织学成分及分化程度密切相关,因此能够有效地辅助鉴别诊断。

在既往研究的基础上,本研究在课题设计和方法上做了以下优化:首先,选择中轴骨脊索瘤和骨巨细胞瘤作为研究对象,扩展了鉴别诊断模型的适用范围;其次,分析了两组患者的临床特点和十余个 CT 征象,筛选出年龄和发病部位两个独立的临床预测因素,这是对传统影像征象的总结和比较,更贴近临床应用;第三,基于 3DROI 进行特征提取,与以往基于肿瘤最大层面勾画的二维 ROI 相比,能更充分地反映肿瘤整体的异质性^[22];第四,将组学得分联合临床因素构建了

综合模型,并以列线图的形式直观地表达出来,发现列线图的鉴别效能优于组学模型,提示影像组学联合临床因素更有助于中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别。

本研究存在一定的局限性:首先,本研究为双中心回顾性研究,样本量较小,检查参数不一,部分病例的病理亚型和分化程度信息不全,模型效能有待多中心、大样本、前瞻性研究进一步验证;其次,3DROI 勾画工作量大,期待基于深度学习的半自动或自动勾画方法;第三,影像组学特征与肿瘤异质性及生物学行为的确切关联不明,有待于影像基因组学研究进一步探索。

综上所述,基于 CT 影像组学联合临床特征建立的综合模型对术前鉴别中轴骨脊索瘤与骨巨细胞瘤具有较高的诊断效能,有助于临床决策。

参考文献:

- [1] Orguc S, Arkun R. Primary tumors of the spine[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2014, 18(3): 280-299.
- [2] Zhou Z, Wang X, Wu Z, et al. Epidemiological characteristics of primary spinal osseous tumors in Eastern China[J]. *World J Surg Oncol*, 2017, 15(1): 73.
- [3] 牛晓辉. 2020 版 NCCN《骨肿瘤临床实践指南》解读[J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(6): 430-434.
- [4] Murphey MD, Andrews CL, Flemming DJ, et al. From the archives of the AFIP. Primary tumors of the spine: radiologic pathologic correlation[J]. *Radiographics*, 1996, 16(5): 1131-1158.
- [5] Parekh V, Jacobs MA. Radiomics: a new application from established techniques[J]. *Expert Rev Precis Med Drug Dev*, 2016, 1(2): 207-226.
- [6] Walcott BP, Nahed BV, Mohyeldin A, et al. Chordoma: current concepts, management, and future directions[J]. *Lancet Oncol*, 2012, 13(2): e69-e76.
- [7] Ropper AE, Cahill KS, Hanna JW, et al. Primary vertebral tumors: a review of epidemiologic, histological and imaging findings, part II: locally aggressive and malignant tumors[J]. *Neurosurgery*, 2012, 70(1): 211-219.
- [8] 郎宁, 苏敏英, Yu HJ, 等. MR 动态增强对于中轴骨脊索瘤和骨巨细胞瘤的鉴别诊断价值的初步研究[J]. *中国医学影像学杂志*, 2016, 24(8): 616-619.
- [9] Tsuji T, Chiba K, Watanabe K, et al. Differentiation of spinal giant cell tumors from chordomas by using a scoring system[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2016, 26(7): 779-784.
- [10] Si MJ, Wang CS, Ding XY, et al. Differentiation of primary chordoma, giant cell tumor and schwannoma of the sacrum by CT and MRI[J]. *Eur J Radiol*, 2013, 82(12): 2309-2315.
- [11] 汤文瑞, 张焱, 程敬亮, 等. DCE-MRI 和 DWI 对骶骨脊索瘤与骨巨细胞瘤的鉴别诊断价值[J]. *放射学实践*, 2018, 33(3): 280-284.
- [12] 梁晓青, 刘潺溪, 王婧轶, 等. RSNA2019 骨骼肌肉影像学[J]. *放射学实践*, 2020, 35(1): 13-18.
- [13] Lisson CS, Lisson CG, Flosdorf K, et al. Diagnostic value of MRI-based 3D texture analysis for tissue characterisation and discrimination of low-grade chondrosarcoma from enchondroma: a pilot study[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(2): 468-477.

- [14] Gitto S, Cuocolo R, Albano D, et al. MRI radiomics-based machine-learning classification of bone chondrosarcoma[J]. Eur J Radiol, 2020, 128(7): 109043.
- [15] Song H, Jiao Y, Wei W, et al. Can pretreatment ^{18}F -FDG PET tumor texture features predict the outcomes of osteosarcoma treated by neoadjuvant chemotherapy? [J]. Eur Radiol, 2019, 29(7): 3945-3954.
- [16] Lin P, Yang PF, Chen S, et al. A delta-radiomics model for preoperative evaluation of neoadjuvant chemotherapy response in high-grade osteosarcoma[J]. Cancer Imaging, 2020, 20(1): 7.
- [17] Chen H, Liu J, Cheng Z, et al. Development and external validation of an MRI-based radiomics nomogram for pretreatment prediction for early relapse in osteosarcoma: A retrospective multicenter study[J]. Eur J Radiol, 2020, 129(8): 109066.
- [18] Zhao S, Su Y, Duan J, et al. Radiomics signature extracted from diffusion-weighted magnetic resonance imaging predicts outcomes in osteosarcoma[J]. J Bone Oncol, 2019, 19(4): 100263.
- [19] Yin P, Mao N, Zhao C, et al. Comparison of radiomics machine-learning classifiers and feature selection for differentiation of sacral chordoma and sacral giant cell tumour based on 3D computed tomography features[J]. Eur Radiol, 2019, 29(4): 1841-1847.
- [20] Yin P, Mao N, Wang S, et al. Clinical-radiomics nomograms for pre-operative differentiation of sacral chordoma and sacral giant cell tumor based on 3D computed tomography and multiparametric magnetic resonance imaging[J]. Br J Radiol, 2019, 92(1101): 20190155.
- [21] Yin P, Mao N, Zhao C, et al. A triple-classification radiomics model for the differentiation of primary chordoma, giant cell tumor, and metastatic tumor of sacrum based on T_2 -weighted and contrast-enhanced T_1 -weighted MRI [J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 49(3): 752-759.
- [22] Ng F, Kozarski R, Ganeshan B, et al. Assessment of tumor heterogeneity by CT texture analysis: can the largest cross-sectional area be used as an alternative to whole tumor analysis? [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(2): 342-348.

(收稿日期:2020-09-08 修回日期:2020-11-04)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动,稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X线、CT或MRI等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如CT平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每张图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见2个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在1期杂志正文首页,第二部分答案则在3期杂志正文末页)

栏目主持:石鹤 联系电话:027-69378385 15926283035