

网络出版时间: 2023-12-28 15:08:34 网络出版地址: <https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20231227.0801.025>

# 基于多参数磁共振瘤周区域的影像组学模型 在脑胶质瘤预后评估中的应用价值

侯秋阳<sup>1</sup>, 叶成坤<sup>2</sup>, 刘 畅<sup>1</sup>, 邢江浩<sup>3</sup>, 葛亚琼<sup>4</sup>, 宋江典<sup>5</sup>, 邓克学<sup>1</sup>

**摘要** 目的 评估基于脑胶质瘤周区域建立的影像组学模型的预后价值。方法 回顾性分析 138 例脑胶质瘤患者, 运用医学影像工具包(MITK)软件获取距离肿瘤边缘 5、10、20 mm 瘤周区域的核磁共振成像(MRI)图像并提取其纹理特征, 进行特征筛选、建立影像组学模型, 并计算影像组学分数(Rad-score)。建立临床预测模型及 Rad-score 与临床危险因素相结合的联合预测模型; 将联合预测模型以列线图展示, 并评估模型对脑胶质瘤患者生存率预测效能。结果 在验证集中, 基于 T2 加权像(T2WI)序列距肿瘤边缘 10 mm 瘤周区域建立的影像组学模型一致性指数(C-index)为 0.663 (95% CI=0.53~0.80), 预测效能最佳。在训练集和验证集上, 联合预测模型的 C-index 分别为 0.770 和 0.730。模型对脑胶质瘤患者 3 年生存率的预测效能最高[训练集受试者工作特征曲线下的面积(AUC)=0.93, 95% CI=0.83~0.98; 验证集 AUC=0.88, 95% CI=0.76~0.99]。校准曲线显示在训练集和验证集中联合预测列线图具有较好的校准效能。结论 基于术前 MRI T2WI 序列距肿瘤边缘 10 mm 的瘤周区域建立的影像组学预测模型与临床病理危险因素建立的联合预测模型可以更准确地预测脑胶质瘤的预后情况, 其中对脑胶质瘤 3 年生存率预测效果最好。

**关键词** 影像组学; 胶质瘤; 瘤周区域; 生存期; 列线图  
中图分类号 R 445.2

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2024)01-0154-08  
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.01.025

脑胶质瘤是最常见的颅内原发性恶性肿瘤, 约占中枢神经系统原发性肿瘤的 45%, 多呈浸润性生长, 与周围脑组织分界不清, 因此瘤周区域往往存在肿瘤细胞浸润和血管源性水肿, 多项研究<sup>[1]</sup>表明, 肿瘤边缘的异质性是影响脑胶质瘤患者预后的重要

危险因素, 在关于脑胶质瘤复发区域的研究中, 最常用的距离为距残腔 2 cm 范围内<sup>[2]</sup>, 但目前针对该区域展开影像组学方向研究的文献甚少。该文旨在探讨影像组学对于脑胶质瘤周浸润范围与预后的相关性, 为临床对肿瘤的治疗计划制定提供更多支持。

## 1 材料与方法

**1.1 病例资料** 回顾性分析 2016 年 1 月—2020 年 8 月于中国科学技术大学附属第一医院经手术或立体活检病理证实的 138 例脑胶质瘤患者的临床资料。收集临床资料包括年龄、性别、病理级别、生存期等。所有患者均经电话随访, 生存期定义为患者自病理确诊至死亡的生存时间。纳入标准: ① 术前行常规核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查, 包括轴位 T1 加权像(T1 weighted image, T1WI)、T2 加权像(T2 weighted image, T2WI)、对比增强 T1 加权像(contrast-enhanced T1 weighted image, CE-T1WI)序列, 具有完整的影像及临床资料; ② 脑胶质瘤为初发, 术前未接受过放化疗; ③ 各序列图像配准较为准确且图像无明显伪影。研究期间共收集了 227 例脑胶质瘤患者的病例资料, 其中 89 例因下列原因排除: 失访 55 例; 肿瘤位置处于边缘或自动外扩后瘤周区域覆盖颅骨 26 例; MRI 随访图像质量未达到标准 8 例。最终将符合要求的 138 例脑胶质瘤患者纳入本研究, 其中男 89 例, 女 49 例, 年龄 7~76(50.4±14.8)岁。根据 2016 年 WHO 分类, I~II 级为低级别组, I 级 13 例、II 级 30 例, 共 43 例; III~IV 级为高级别组, III 级 23 例、IV 级 72 例, 共 95 例; 按照 7:3 比例将患者随机分为训练集 91 例和验证集 47 例。

**1.2 仪器与方法** 所有患者均于术前行 MRI 检查, 采用美国 General Electric 公司生产的 Discovery MR750 3.0T MRI 和 Philips 3.0T MRI 进行检查, 患者仰卧位, 检查过程中保持头部静止不动, 头部下方垫海绵薄垫, 两侧以海绵垫固定。扫描序列包括轴位 T1WI、T2WI 和 CE-T1WI 序列。扫描参数: ① Discovery MR750 3.0T MRI: 层厚 5 mm、层间距

2023-11-17 接收

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 92259104)

作者单位: 中国科学技术大学附属第一医院南区<sup>1</sup> 影像中心、<sup>2</sup> 神经外科, 合肥 230036

<sup>3</sup> 安徽医科大学第一附属医院肿瘤科, 合肥 230022

<sup>4</sup> GE 医疗中国, 上海 210000

<sup>5</sup> 中国医科大学健康管理学院, 沈阳 110001

作者简介: 侯秋阳, 女, 硕士, 住院医师;

邓克学, 男, 硕士, 教授, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: dengkexue-anhui@163.com

5 mm 扫描视野( field of view , FOV) 240 mm × 240 mm , 矩阵 256 × 256 , 对比剂采用钆喷酸葡胺注射液 ( Gd-DTPA ) , 剂量 0.1 mmol/kg , 经肘静脉推注。T1WI: 重复时间( time of repetition , TR) 350.0 ms、回波时间( time of echo , TE) 2.1 ms; T2WI: TR 7 000 ms、TE 135 ms; ② Philips 3.0T MRI: 层厚 5 mm、层间距 5 mm , FOV 240 mm × 240 mm , 矩阵 256 × 256 , 对比剂采用钆喷酸葡胺注射液 , 剂量 0.1 mmol/kg , 经肘静脉推注。T1WI: TR 250.0 ms、TE 2.3 ms; T2WI: TR 3 500 ms、TE 80 ms。

**1.3 图像分割及特征提取** 采用 ITK-SNAP( Version 3.6) 软件进行手动分割感兴趣区域( region of interest , ROI) 将所有患者 MRI 图像从影像储存和传输系统( picture archiving and communication system , PACS) 系统以 DICOM 格式导入软件 , 由 2 名影像科医师( 具有 5 年以上工作经验) 基于 CE-T1WI 进行肿瘤实性区域分割 , 沿肿瘤轮廓逐层勾画获取 ROI , 并进行三维融合 , 将 CE-T1WI 上的 ROI 直接复制到与 T1WI 配准的轴位 T1WI 平扫、T2WI 序列的同层面病灶上; 运用医学影像工具包( medical imaging interaction toolkit , MITK) 软件进行 ROI 的自动外扩以获取距离肿瘤边缘 5、10、20 mm 的瘤周区域。见图 1。

**1.4 影像组学模型建立及评估** 对于距离肿瘤边缘 5、10、20 mm 的瘤周区域 , 分别在训练集中使用单因素 Cox 回归对纹理特征进行筛选 , 使用 Spearman 相关分析剔除相关性大于 0.8 的特征; 采用 LASSO-Cox10 折交叉验证回归模型获得最优  $\lambda$  值 构建影像组学模型 将系数非零的影像组学特征与对应系数进行加权 , 得到影像组学分数 ( Radiomics score , Rad-score) 。运用模型一致性指数 ( concordance index , C-index) 评价各组模型对脑胶质瘤患者生存期的预测效能。

**1.5 统计学处理** 运用 R 语言 ( Version 3.5.1 , www.R-project.org) 和 SPSS 20.0 统计分析软件进行分析。采用单因素 Cox 分析影响脑胶质瘤患者生存预后的危险因素 , 筛选其中  $P < 0.05$  的因素 , 纳入多因素 Cox 比例风险回归分别建立临床预测模型、Rad-score 与临床危险因素相结合的联合预测模型并计算评分。采用 Kaplan-Meier 生存曲线分别比较各模型在训练集和验证集上 2 组间生存差异。

使用 C-index 评估各个模型对脑胶质瘤患者生存期的预测效能。将联合预测模型以列线图展示 , 运用 ROC 和 AUC 评估训练集和验证集中模型对脑胶质瘤患者 2、3、5 年的生存率预测效能 , 采用校准曲线来评价影像组学列线图的校准效能。

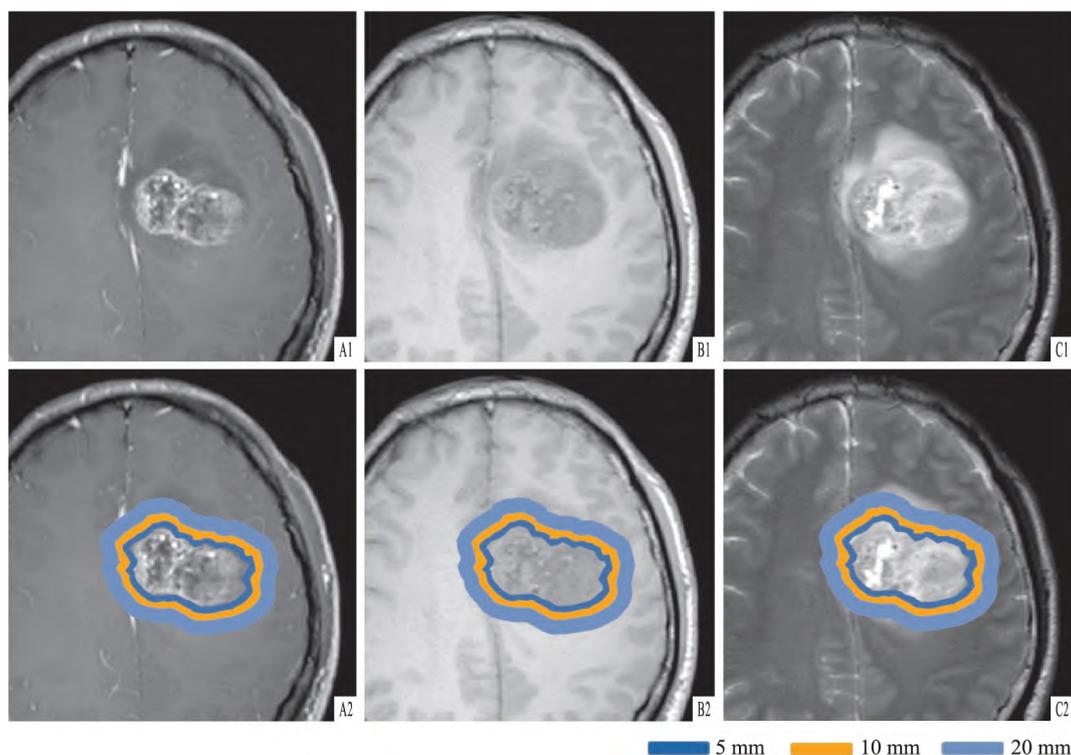


图1 运用 MITK 软件勾画并自动扩展胶质瘤周 ROI 示意图

A: CE-T1WI; B: T1WI; C: T2WI; 1: 横轴位; 2: 横轴位胶质瘤周 ROI 区域

比较验证集和训练集的患者基线临床病理信息,采用独立样本 *t* 检验比较患者年龄的组间差异,采用  $\chi^2$  检验比较性别及临床分期的组间差异,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

### 2 结果

2.1 临床信息 训练集和验证集的人口统计学及临床病理信息见表 1,训练集和验证集两组患者在年龄、性别及病理级别方面差异无统计学意义。

表 1 训练集和验证集两组患者临床病理信息比较 [n( % )]

项目	训练集 (n = 91)	验证集 (n = 47)	<i>t</i> / $\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
年龄(岁)			0.327	0.603
范围	7 ~ 76	2 ~ 76		
中位数	52	53		
平均数 ± 标准差	50.8 ± 14.1	49.8 ± 16.2		
性别			1.648	0.199
男	62( 68.1)	28( 59.6)		
女	29( 31.9)	19( 40.4)		
病理分级			0.809	0.368
低级别	30( 33.0)	12( 25.5)		
高级别	61( 67.0)	35( 74.5)		

2.2 影像组学模型的筛选 表 2 所示为各组模型 C-index 评估结果,在验证集中,基于 T2WI 序列距

肿瘤边缘 10 mm 瘤周区域建立的影像组学模型 C-index 值为 0.663 (95% CI = 0.53 ~ 0.80) 预测效能最佳。

表 2 不同预测模型在训练集和测试集中的 C-index 结果

预测模型	训练集		验证集	
	C-index	95% CI	C-index	95% CI
T1WI 5 mm	0.691	0.567 ~ 0.814	0.654	0.527 ~ 0.781
T1WI 10 mm	0.77	0.654 ~ 0.888	0.481	0.332 ~ 0.629
T1WI 20 mm	0.741	0.635 ~ 0.847	0.519	0.366 ~ 0.672
T2WI 5 mm	0.647	0.482 ~ 0.812	0.519	0.323 ~ 0.715
T2WI 10 mm	0.752	0.646 ~ 0.858	0.663	0.528 ~ 0.798
T2WI 20 mm	0.793	0.677 ~ 0.909	0.526	0.367 ~ 0.685
CE-T1WI 5 mm	0.778	0.674 ~ 0.829	0.574	0.403 ~ 0.745
CE-T1WI 10 mm	0.792	0.696 ~ 0.888	0.537	0.349 ~ 0.725
CE-T1WI 20 mm	0.803	0.701 ~ 0.905	0.556	0.389 ~ 0.723
临床预测模型	0.631	0.549 ~ 0.713	0.654	0.566 ~ 0.742
联合预测模型	0.770	0.672 ~ 0.868	0.730	0.636 ~ 0.824

2.3 影像组学标签的计算 在 T2WI 序列距肿瘤边缘 10 mm 瘤周区域中,经最大相关 - 最小冗余 (minimum redundancy maximum relevance, mRMR) 初步筛选和 LASSO 回归分析进一步筛选,获得 5 个最优影像组学特征(图 2)。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个患者的标签得分,根据对应系数得出 Rad-score,公式

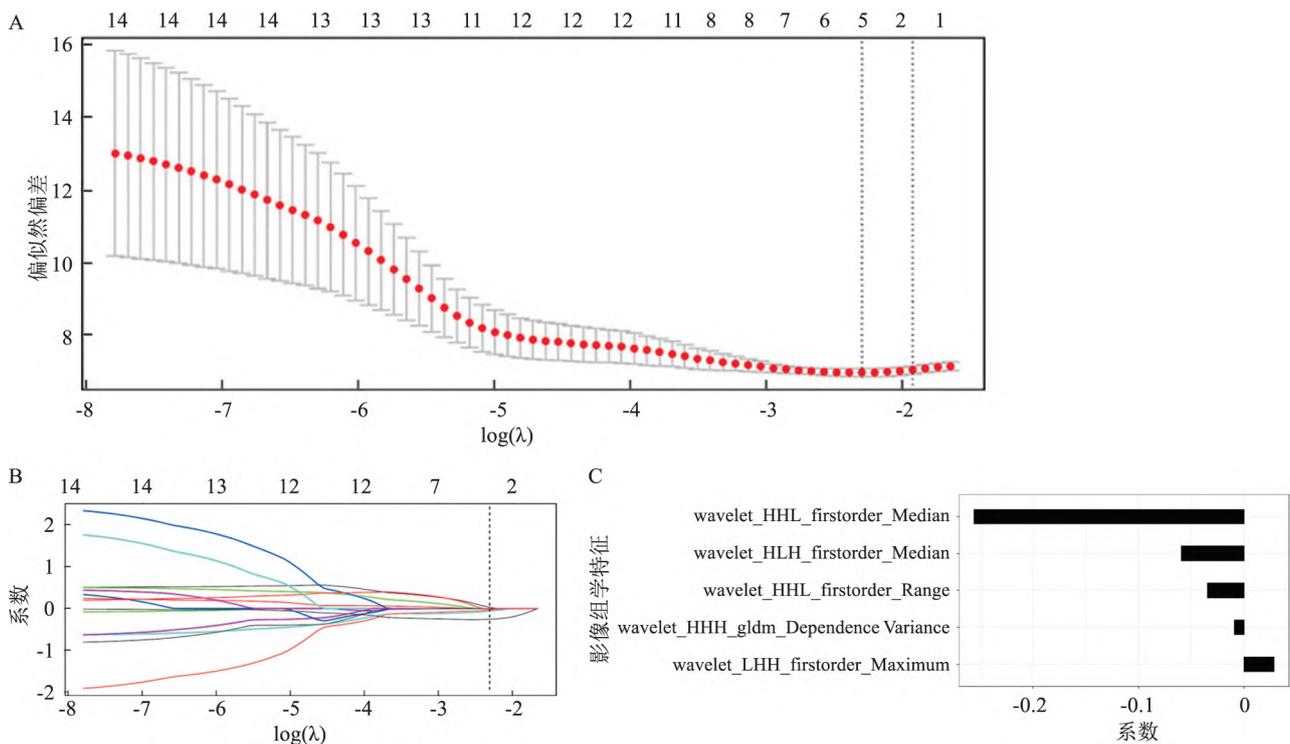


图 2 LASSO 模型 10 折交叉验证图

A: LASSO 模型中最优超参数  $\lambda$  值的选择; B: LASSO 回归系数分布图; C: 影像组学特征及相应评估系数

表3 脑胶质瘤患者预后单因素及多因素分析

项目	单因素分析			多因素分析		
	HR 值	95% CI	P 值	HR 值	95% CI	P 值
性别	2.54	1.13 ~ 5.71	0.06	-	-	-
年龄	1.02	0.99 ~ 1.07	0.13	-	-	-
病理分组	3.58	1.31 ~ 9.72	0.01	5.2	1.86 ~ 14.57	0.002
Rad-score	5.87	2.37 ~ 14.54	<0.001	8.82	3.16 ~ 24.60	<0.001

如下: Rad-score = 0.031 947 122 951 35 × wavelet\_LLH\_firstorder\_Maximum - 0.006 874 482 080 576 35 × wavelet\_HHH\_gldm\_DependenceVariance - 0.059 457 229 572 901 × wavelet\_HLH\_firstorder\_Median - 0.230 897 722 042 04 × wavelet\_HHL\_firstorder\_Median - 0.035 714 291 527 5 × wavelet\_HHL\_firstorder\_Range

**2.4 各变量 Cox 回归分析** 根据单变量 Cox 回归分析, Rad-score、病理分期与患者生存期显著相关 ( $P < 0.05$ )。纳入多因素 Cox 回归模型后, 结果显示 Rad-score ( $HR = 8.82$ ,  $95\% CI = 3.16 \sim 24.60$ )、病理分期 ( $HR = 5.2$ ,  $95\% CI = 1.86 \sim 14.57$ ) 与患者生存期显著相关 ( $P < 0.05$ )。见表3。

**2.5 各组 Kaplan-Meier 生存分析** 以影像组学评

分的最佳临界值为阈值, 将患者分为高危组和低危组, 训练集中影像组学模型、临床分期模型及联合预测模型的 log-rank  $P$  值分别为  $< 0.0001$ 、 $0.0092$ 、 $0.00081$ , 两组胶质瘤患者生存预后差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )；验证集中影像组学模型的 log-rank  $P$  值为  $0.034$ , 两组胶质瘤患者生存预后差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )；临床分期模型及联合预测模型的 log-rank  $P$  值分别为  $0.053$ 、 $0.067$ , 两组胶质瘤患者生存预后差异无统计学意义。见图3。

**2.6 各组模型间 C-index 对比** 在训练集和验证集上, 预测效能最佳的影像组学模型组, 即 T2WI 10 mm 组, C-index 分别为  $0.752$  ( $95\% CI = 0.646 \sim 0.858$ ) 和  $0.663$  ( $95\% CI = 0.528 \sim 0.798$ )；临床分期模型组 C-index 分别为  $0.631$  ( $95\% CI = 0.549 \sim$

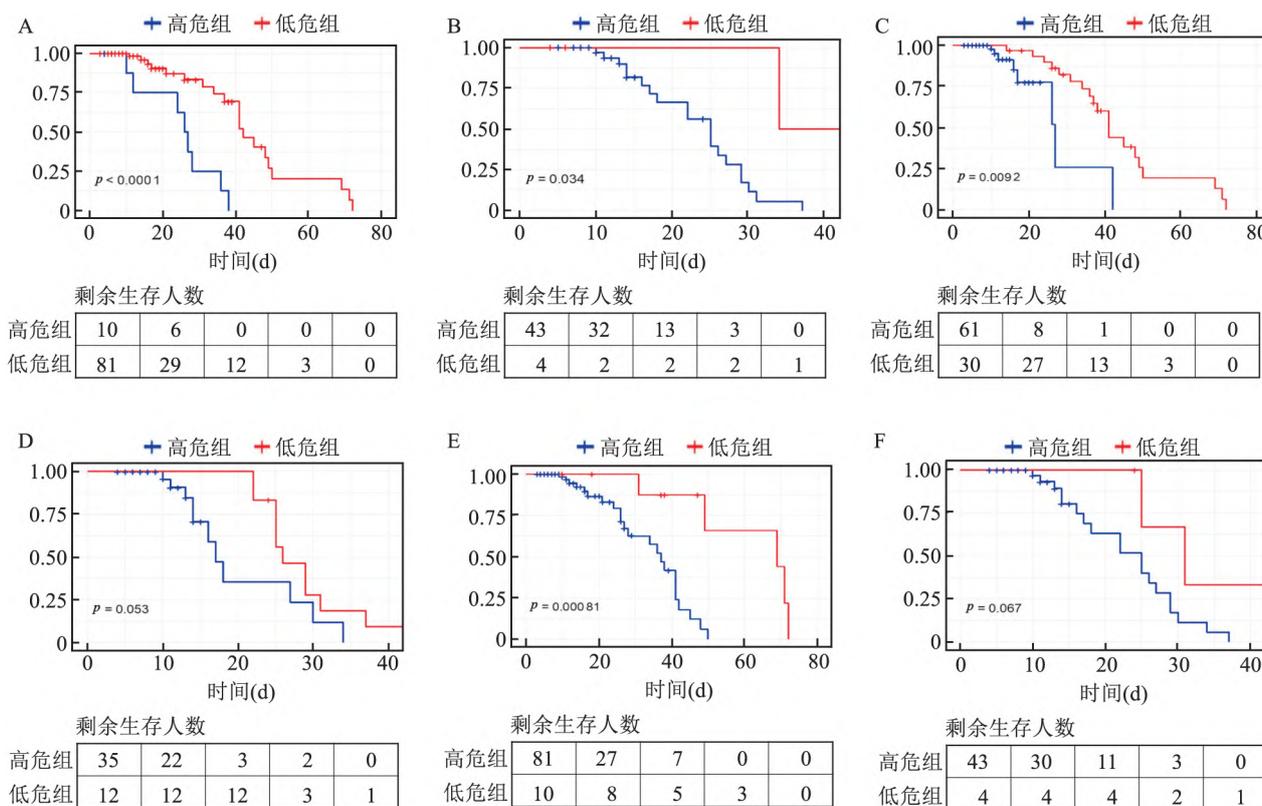


图3 各组模型预测脑胶质瘤患者的 Kaplan-Meier 生存曲线

A: 影像组学模型 - 训练集; B: 影像组学模型 - 验证集; C: 临床分期模型 - 训练集; D: 临床分期模型 - 验证集; E: 联合预测模型 - 训练集; F: 联合预测模型 - 验证集

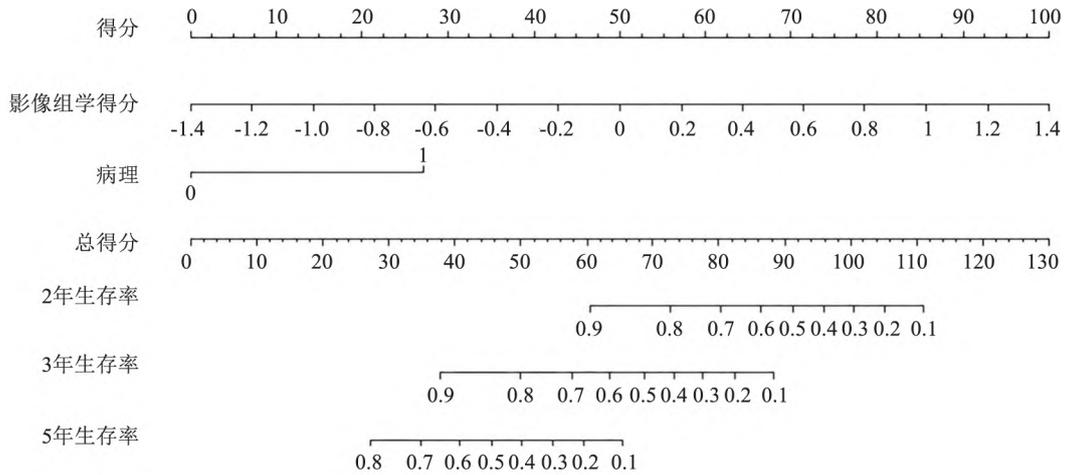


图4 预测脑胶质瘤患者生存概率的联合模型列线图

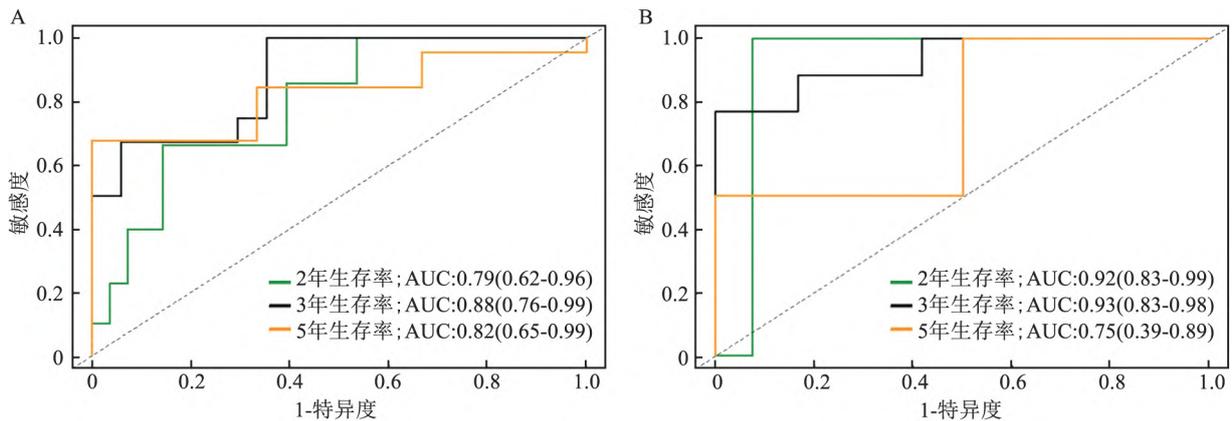


图5 联合预测模型预测脑胶质瘤患者2、3、5年生存率的ROC曲线

A: 训练集; B 验证集

0.713) 和 0.654 (95% CI = 0.566 ~ 0.742); 联合预测模型 C-index 分别为 0.770 (95% CI = 0.672 ~ 0.868) 和 0.730 (95% CI = 0.636 ~ 0.824), 见表 2。以上结果表明联合预测模型的预测效能值最高, 提示其最优。

**2.7 联合预测模型列线图和校准曲线的构建与分析** 联合预测模型列线图如图 4 所示, 每个变量对应的预测点在列线图最顶端的比例尺上, 将所有变量的预测点相加, 投影在列线图底部刻度上的总点数代表相应生存概率。在验证集中, 模型对脑胶质瘤患者 2、3、5 年生存率预测的 AUC 值分别为 0.92 (95% CI = 0.83 ~ 0.99)、0.93 (95% CI = 0.83 ~ 0.98)、0.75 (95% CI = 0.59 ~ 0.89), 见图 5, 提示模型对脑胶质瘤患者 3 年生存率预测效能最高; 在校准曲线(图 6)中, 黑线代表理想的预测效能, 彩线代表列线图的预测效能, 黑线靠近彩线表示列线图的预测精度较高, 校准效能较好, 因此, 2、3、5 年生存

率预测列线图均具有较好的校准效能。

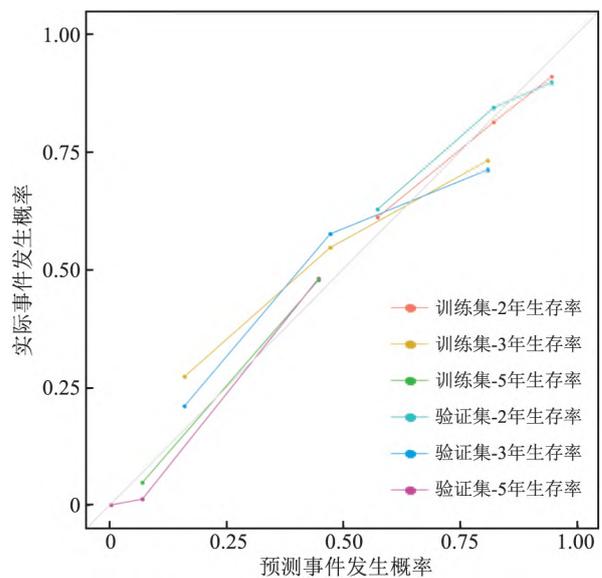


图6 联合预测模型列线图的校准曲线

### 3 讨论

脑胶质瘤是最常见的原发性恶性脑肿瘤,即使采用手术联合术后辅助放、化疗,高级别脑胶质瘤的临床预后仍较差。因此,迫切需要在胶质瘤患者治疗前进行准确的风险分层,以便在胶质瘤管理中制定个性化治疗方案。

肿瘤周围脑实质区(peritumoral brain zone, PBZ)<sup>[3]</sup>在影像学中被定义为胶质瘤在MR T2WI序列上显示的瘤周水肿区。PBZ复杂微环境中的特定细胞如肿瘤细胞、炎症细胞、神经胶质细胞和小胶质细胞<sup>[4]</sup>会导致肿瘤浸润、新生血管分布及微循环灌注。有临床试验<sup>[5]</sup>证明,PBZ放疗辐射靶体积与患者生活质量密切相关,Azoulay et al<sup>[6]</sup>研究认为,对胶质母细胞瘤(GBM)患者肿瘤边缘5 mm的临床靶体积进行5部分立体定向放射治疗并同时联合替莫唑胺治疗是一种安全有效的治疗措施,因此十分有必要对PBZ区域进行精细化研究,实现安全边际消减,有助于减少治疗毒性,提高患者生存质量。影像组学能以定量特征参数分析PBZ微血管通透性及肿瘤异质性,获得肿瘤发展及预后信息,作为一种无创方法对瘤周区域异质性进行评估。

本研究经LASSO-Cox回归模型筛选最终获得5个最具特征的影像组学特征,包括4个小波纹理特征和1个灰度依赖矩阵(gray level dependence matrix, GLDM)特征: wavelet\_HLH\_firstorder\_Median、wavelet\_HHL\_firstorder\_Median、wavelet\_HHL\_firstorder\_range、wavelet\_LLH\_firstorder\_Maximum、wavelet\_HHH\_gldm\_Dependence Variance。小波纹理特征通过常用的度量来描述ROI内像素不同灰度值的分布,获取病变内部的异质性,具有简单、易获取和可重复性高等特点,是目前应用最广的组学特征之一。GLDM可量化图像中的灰度依赖性,依赖差值越大,纹理的异质性越强。

严文杰等<sup>[7]</sup>运用Logistic回归机器学习方法,经过降维和筛选,分别在T2WI、磁共振扩散张量成像、CE-T1WI序列上提取小波特征,用于鉴别子宫内膜癌和子宫黏膜下肌瘤,具有较好的鉴别效能。范莉芳等<sup>[8]</sup>使用支持向量机基于9个最优影像组学特征建立预测模型,用于鉴别低风险胃间质瘤与良性胃黏膜下肿瘤,模型的训练集AUC值为0.933,验证集AUC值为0.913,其中8个是小波特征。因此,小波特征可较好地反映肿瘤的异质性和生物学特性。

本次研究中,基于T2WI序列距肿瘤边缘10 mm瘤周区域建立的影像组学模型预测效能最佳,C-index值为0.663。目前影像组学研究对选择序列标准不一,部分研究<sup>[9]</sup>表明增强T1WI序列具有分辨率高、层厚较薄的特点,可以更全面地反映病灶的血流灌注和微血管生成;也有研究<sup>[10-11]</sup>认为,T2WI序列反映了瘤周肿瘤细胞的解剖信息和密度,且在T2WI序列上PBZ观察最为清晰,其回波时间长,组织间对比度好,提取的纹理特征可以更好地表征肿瘤的异质性。后者与本研究结果相符。

本研究表明,在验证集中,基于T2WI序列距肿瘤边缘10 mm瘤周区域建立的影像组学模型预测效能最佳。有研究<sup>[12]</sup>表明,由于胶质瘤病灶PBZ有广泛瘤细胞浸润,瘤周水肿程度越重,患者预后越差,与轻度水肿相比,病灶周围水肿严重者总生存期明显缩短;也有研究<sup>[13]</sup>认为,胶质瘤患者的预后与瘤周水肿程度、形态均无相关性。Prasanna et al<sup>[14]</sup>研究认为,目前大部分PBZ相关研究的测量方式均为总体积测量,具有一定局限性。本研究将PBZ按照瘤周距离划分,结果得出胶质瘤患者的预后与距肿瘤边缘10 mm区域相关性最高,这为临床术前对胶质瘤PBZ的浸润范围评估及进一步制定个体化的放疗计划提供一定参考。但是,在胶质瘤瘤周浸润范围的确定上,还需要更多细胞学相关研究的支持。

本研究显示,与影像组学模型相比,预测模型在Kaplan-Meier生存曲线中表现较差,可能是由于病理分级因素的加入导致了预后模型的效能下降。尽管如此,联合预测模型的C-index值在训练集上为0.770,在验证集上为0.730,显示出良好的准确性,并且均高于影像组学模型组和临床分级模型相应C-index值。该研究表明联合了临床病理分期后的模型对胶质瘤生存期预测能力仍然高于单独的影像学模型预测能力,这与Tan et al<sup>[15]</sup>所报道的结果一致,即将临床和影像组学相结合,较单独影像组学模型不但可提高胶质母细胞瘤生存率的预测,且该模型具有较好的稳定性,结合Rad-score和病理分期建立的影像组学列线图对脑胶质瘤患者2、3、5年生存率均具有较好的预测效能,可以作为评估脑胶质瘤患者预后的一种有效手段。

本研究开发的预测模型综合了影像组学和临床病理信息,将患者分为高危险和低危组,有助于建立脑胶质瘤术前的术前危险分层模型,进而指导治疗策略,但本研究存在一定的局限性:①手动分割

ROI 不可避免地存在主观误差 ,使得 CE-T1WI 序列与 T1WI、T2WI 图像难以完全精准匹配;本研究采用的图像由不同的 MR 设备进行扫描得到 ,可能会引起结果偏倚 ,但是本文在图像处理前对所有图像进行了灰度和矩阵的归一化 ,从而降低了因设备不同而引起的差异。② 研究纳入了独立的测试队列 ,但纳入患者均来自于同一机构 ,样本量较少 ,尚待进一步扩大样本量及进行多中心研究。③ 只纳入常规序列( T1WI、T2WI 和 CE-T1WI) ,没有对高级 MR 序列如弥散加权成像、弥散张量成像和波谱序列等进行分析。

综上所述 ,基于 MRI T2WI 序列胶质瘤周 10 mm 区域的图像 ,由影像组学联合病理分级建立的联合预测模型可以在术前有效地预测脑胶质瘤的预后情况 ,从而有助于术前选择个体化治疗方案 ,改善胶质瘤患者预后。

### 参考文献

[1] 金文奇,孙若洲,王荣荣,等. 高级别胶质瘤患者瘤周水肿与预后及复发模式的相关性分析[J]. 肿瘤学杂志,2023,29(5): 401-6.

[2] 张可心,冀晓莉,袁涛,等. 高级别胶质瘤 MRI 复发模式及其对生存影响的初步研究[J]. 临床放射学杂志,2021,40(3): 601-6.

[3] DAlessio A, Proietti G, Sica G, et al. Pathological and molecular features of glioblastoma and its peritumoral tissue [J]. Cancers (Basel), 2019, 11(4): 469-73.

[4] Sattiraju A, Mintz A. Pericytes in glioblastomas: multifaceted role within tumor microenvironments and potential for therapeutic interventions[J]. Adv Exp Med Biol, 2019, 1147: 65-91.

[5] Kumar N, Kumar R, Sharma S C, et al. Impact of volume of irradiation on survival and quality of life in glioblastoma: a prospective, phase 2, randomized comparison of RTOG and MDACC pro-

ocols[J]. Neurooncol Pract, 2020, 7(1): 86-93.

[6] Azoulay M, Chang S D, Gibbs I C, et al. A phase I/II trial of 5-fraction stereotactic radiosurgery with 5-mm margins with concurrent temozolomide in newly diagnosed glioblastoma: primary outcomes[J]. Neuro Oncol, 2020, 22(8): 1182-9.

[7] 严文杰,许传芳,杜灏蓝,等. 基于多参数 MRI 影像组学鉴别子宫内膜癌和子宫黏膜下肌瘤的价值[J]. 放射学实践, 2023, 38(7): 931-6.

[8] 范莉芳,赵劲松,吴树剑,等. 基于增强 CT 影像组学的机器学习模型鉴别诊断低风险胃间质瘤[J]. 中国肿瘤临床, 2023, 50(8): 411-7.

[9] Liu C, Ding J, Spuhler K, et al. Preoperative prediction of sentinel lymph node metastasis in breast cancer by radiomic signatures from dynamic contrast-enhanced MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 49(1): 131-40.

[10] Horvat N, Veeraraghavan H, Khan M, et al. MR imaging of rectal cancer: radiomics analysis to assess treatment response after neoadjuvant therapy[J]. Radiology, 2018, 287(3): 833-43.

[11] Keek S A, Leijenaar R T H, Jochems A, et al. A review on radiomics and the future of theranostics for patient selection in precision medicine[J]. Br J Radiol, 2018, 91: 1091-6.

[12] 陈科宇,江普查. 瘤周水肿与人脑高级别胶质瘤预后的相关性[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(5): 352-9.

[13] Carrillo J A, Lai A, Nghiemphu P L, et al. Relationship between tumor enhancement, edema, IDH1 mutational status, MGMT promoter methylation, and survival in glioblastoma[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33(7): 1349-55.

[14] Prasanna P, Patel J, Partovi S, et al. Radiomic features from the peritumoral brain parenchyma on treatment-naive multi-parametric MR imaging predict long versus short-term survival in glioblastoma multiforme: preliminary findings [J]. Eur Radiol, 2017, 27(10): 4188-97.

[15] Tan Y, Mu W, Wang X C, et al. Improving survival prediction of high-grade glioma via machine learning techniques based on MRI radiomic, genetic and clinical risk factors [J]. Eur J Radiol, 2019, 120: 108609-15.

## Application value of radiomics model based on multiparametric MRI glioma peritumoral region in glioma prognosis evaluation

Hou Qiuyang<sup>1</sup>, Ye Chengkun<sup>2</sup>, Liu Chang<sup>1</sup>, Xing Jianghao<sup>3</sup>, Ge Yaqiong<sup>4</sup>, Song Jiangdian<sup>5</sup>, Deng Kexue<sup>1</sup>  
 (<sup>1</sup>Dept of Radiology, <sup>2</sup>Dept of Neurosurgery, South District, The First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei 230036; <sup>3</sup>Dept of Oncology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022; <sup>4</sup>GE Healthcare China, Shanghai 210000; <sup>5</sup>School of Health Management, China Medical University, Shenyang 110001)

**Abstract Objective** To evaluate the prognostic value of a radiomics model based on the peritumoral region of glioma. **Methods** 138 patients with glioma were retrospectively analyzed, medical imaging interaction toolkit (MITK) software was used to obtain the magnetic resonance imaging (MRI) images of peritumoral area 5 mm, 10 mm and 20 mm from the tumor edge and extract texture features. The texture features were screened the radiomics

网络出版时间: 2023-12-28 10:40:17 网络出版地址: <https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20231227.0801.026>

## 腹膜透析患者健康相关生活质量及其影响因素分析

杨相杰<sup>1</sup>, 周润哲<sup>1</sup>, 孟雨晴<sup>1</sup>, 张定欣<sup>2</sup>, 张瑾<sup>3</sup>, 王盈<sup>1,3</sup>

**摘要** 目的 利用欧洲五维健康评定量表(EQ-5D-5L)调查腹膜透析(PD)患者健康相关生活质量(HRQOL)并分析其影响因素,为改善患者生活质量提供建议。方法 纳入医院肾脏内科住院治疗并规律随访的PD患者,收集患者一般人口学资料、实验室检查指标。采用6分钟步行实验(6-MWT)评估患者运动耐力,抑郁筛查评价量表(PHQ-9)评价患者抑郁状态,EQ-5D-5L量表进行HRQOL评分,多因素线性回归分析EQ-5D-5L健康效用值的影响因素。结果 研究纳入90例PD患者,年龄18~70(49.44±11.41)岁,EQ-5D-5L的健康效用值最高为1.00分,最低为-0.01分,平均(0.92±0.15)分。多因素线性回归分析显示胆红素升高( $\beta = -0.009, P = 0.018$ )、C-反应蛋白升高( $\beta = -0.005, P < 0.001$ )、PHQ-9评分升高( $\beta = -0.008, P = 0.014$ )与PD患者EQ-5D-5L健康效用值呈负向关联,6分钟步行距离升高( $\beta = 0.005, P = 0.018$ )与PD患者EQ-5D-5L健康效用值呈

正向关联。结论 胆红素和CRP水平、抑郁状态、运动耐量是影响PD患者HRQOL的主要影响因素。

**关键词** 健康相关生活质量; EQ-5D-5L; 运动耐量; 腹膜透析

中图分类号 R 692.5

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2024)01-0161-07

doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.01.026

腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)是终末期肾脏病(end-stage renal disease, ESRD)患者最常用的肾脏替代治疗方法之一,因其操作简便、经济成本较低、对血流动力学影响较小、对残余肾功能有更好的保护及可居家治疗等优点,被广泛应用于临床<sup>[1]</sup>。随着透析技术的成熟,PD患者的生存率得到了提高。然而,长期的透析治疗对患者的生活质量造成了诸多不良影响,包括身体机能下降、社交活动减少、抑郁、肌无力、不宁腿综合征、体力疲劳等发生风险的增加,较差的生活质量是患者死亡的独立危险因素<sup>[2]</sup>。因此,评估患者的健康相关生活质量(health related quality of life, HRQOL)对判断PD患者症状的缓解、医疗护理的有效性以及康复的程度至关重要,是评价透析治疗效果的重要工具。该研究旨在使用经验证的中文版欧洲五维健康量表

2023-11-21 接收

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 82200833)

作者单位: <sup>1</sup>安徽医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,合肥 230032

安徽医科大学第一附属医院<sup>2</sup>心脏影像中心、<sup>3</sup>肾脏内科,合肥 230022

作者简介: 杨相杰,男,硕士研究生;

王盈,女,博士后,校聘副教授,硕士生导师,责任作者,

E-mail: ying.wang@ahmu.edu.cn

model was established and the radiomic score was calculated. A clinical prediction model and a combined prediction model along with Rad-score and clinical risk factors were established. The combined prediction model was displayed as a nomogram, and the predictive performance of the model for survival in glioma patients was evaluated.

**Results** In the validation set, the C-index value of the radiomics model based on the peritumoral region 10 mm away from the tumor edge based on T2 weighted image (T2WI) images was 0.663 (95% CI = 0.72 - 0.78), resulting in the best prediction performance. On the training set and validation set, the C-index of the nomogram was 0.770 and 0.730, respectively, indicating that the prediction performance of nomogram was better than those of the radiomics model and clinical prediction model. The model had the highest prediction effect on the 3-year survival rate of glioma patients (training set area under curve (AUC) = 0.93, 95% CI = 0.83 - 0.98; validation set AUC = 0.88, 95% CI = 0.76 - 0.99). The calibration curve showed that the joint prediction nomogram in both the training set and the validation set had good performance. **Conclusion** The combined prediction model based on the preoperative T2WI images in the peritumoral region 10 mm from the tumor edge and the clinicopathological risk factors can accurately predict the prognosis of glioma, providing the best effect of prediction on the 3-year survival rate of glioma.

**Key words** radiomics; glioma; peritumoral region; survival; nomogram