

基于 CT 影像组学预测胆管癌神经侵犯的价值

詹鹏超, 刘珂衍, 邱庆雅, 沈佳宁, 刘娜娜, 王会霞, 吕培杰, 李臻, 高剑波

【摘要】 目的:基于术前 CT 构建预测肝门部胆管癌(pCCA)神经侵犯(PNI)的影像组学模型,并评价其效能。**方法:**回顾性分析本院 2013 年 2 月—2021 年 2 月 149 例经病确诊的 pCCA 患者的临床资料,其中 PNI 组患者 108 例,无 PNI 组患者 41 例。采用 R 语言将所有患者按 3:1 比例随机分为训练集和验证集。在静脉期图像上,沿肿瘤边缘在所有层面上手动勾画 3D 感兴趣区(ROI),使用 3D Slicer 提取影像组学特征。采用组内相关系数(ICC)、相关性分析去除冗余特征,采用随机森林算法(RF)对所有临床、影像组学特征进行重要性排序,并选取前 18 个重要特征构建 RF 模型。使用准确性、敏感性、特异性及受试者操作特征(ROC)曲线评价模型效能。**结果:**在训练集中,RF 模型的准确性、敏感性、特异性均为 100%,ROC 曲线下面积 AUC 为 1;在验证集中,RF 模型的准确性为 70.3%,敏感性为 59.3%,特异性为 100%,AUC 为 0.846(0.713~0.979)。**结论:**基于增强 CT 图像建立的影像组学模型可用于术前无创性预测 pCCA 患者的 PNI 状态。

【关键词】 肝门部胆管癌;神经侵犯;影像组学;体层摄影术,X 线计算机

【中图分类号】 R814.42;R735.8 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)07-0910-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.07.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Radiomics based on CT for the noninvasive prediction of perineural invasion of cholangiocarcinoma

ZHAN Peng-chao, LIU Ke-yan, QIU Qing-ya, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

【Abstract】 Objective: To construct a CT-based radiomics model for noninvasive predicting perineural invasion (PNI) of perihilar cholangiocarcinoma (pCCA) preoperatively, and to evaluate its discriminative abilities. **Methods:** Totally 149 patients with pCCA from February 2012 to October 2021 in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University were retrospectively enrolled in this study, including 108 patients in PNI positive group and 41 patients in PNI negative group. Based on the ratio of 3:1, all patients were randomly divided into training cohort and validation cohort using the software R. The 3D region of interest (ROI) was segmented along the edge of the tumor on venous phase CT images and radiomics features were extracted using 3D slicer. The intraclass correlation efficient (ICC) and correlation analysis were applied to remove redundant features. To rank the importance of clinical and radiomics features, random forest algorithm (RF) was applied, and the first 18 ones were selected to build the RF model. To evaluate the performance of the model, the accuracy, sensitivity, specificity and receiver operating characteristic (ROC) curves were analyzed. **Results:** In the training cohort, the accuracy, sensitivity and specificity of the RF model were all 100%, and the AUC was 1. In the validation cohort, the accuracy of the RF model was 70.3%, the sensitivity was 59.3%, the specificity was 100%, and the AUC was 0.846 (0.713~0.979). **Conclusion:** The enhanced CT-based radiomics model can be used for noninvasive prediction of PNI status preoperatively in pCCA patients.

【Key words】 Perihilar cholangiocarcinoma; Perineural invasion; Radiomics; Tomography, X-ray computed

作者单位: 450052 郑州, 郑州大学第一附属医院放射科(詹鹏超、刘娜娜、王会霞、吕培杰、高剑波), 介入科(李臻); 450000 郑州, 郑州大学医学院(刘珂衍、邱庆雅、沈佳宁)

作者简介: 詹鹏超(1993—), 男, 河南焦作人, 博士研究生, 主要从事消化道肿瘤的诊断及预后标志物的开发和相关临床研究。

通讯作者: 吕培杰, E-mail: Lvpeijie2@163.com

基金项目: 河南省高等学校重点科研项目(22A320057)

胆管癌是一种起源于胆管上皮细胞的恶性肿瘤,约占消化系统恶性肿瘤的 3%^[1,2],根据解剖部位可分为三种亚型,其中肝门部胆管癌(perihilar cholangiocarcinoma, pCCA)最为常见。pCCA 患者总体预后偏差^[3],神经侵犯(perineural invasion, PNI)是导致其预后差、总生存期短的重要危险因素,PNI 状态的评估对于指导患者治疗和预后分层有重要临床价值^[4,5]。然而,目前 PNI 的诊断主要依赖有创的病理标本的组织学检查,亟待开发术前无创性评估 PNI 状态的检测手段。近年来,作为一种新兴工具,影像组学在肿瘤的鉴别诊断、疗效评估和预后评价等方面展现了巨大潜力^[6],既往文献已证明 CT 影像组学评估肿瘤 PNI 状态的价值^[7-10]。然而,目前国内未见 CT 影像组学预测 pCCA 患者 PNI 的相关报道。因此,本研究旨在基于术前 CT 构建预测 pCCA 患者 PNI 的影像组学模型,并评价其效能。

材料与方法

1. 研究对象

本研究为回顾性研究,已获得郑州大学第一附属医院伦理委员会批准(2021-KY-0778-001),并豁免签署知情同意书。回顾性分析 2013 年 2 月—2021 年 2 月 149 例经病确诊的 pCCA 患者的临床资料,其中 PNI 组患者 108 例,无 PNI 组患者 41 例。纳入标准:①接受根治性手术或姑息性手术切除并经病理诊断为肝门部胆管癌;②术前 2 周内在本院接受了 CT 增强扫描检查。排除标准:①病理报告中无 PNI 诊断结果;②患者 CT 扫描前接受过其他抗肿瘤治疗或胆道引流;③CT 图像厚度大于 3 mm。使用 R 语言将所有患者按 3:1 比例随机分为训练集($n=112$)和验证集($n=37$)。纳入研究指标包括年龄、性别、临床症状、CA19-9(≤ 40 或 > 40 U/mL)、CEA(≤ 5 或 > 5 ng/mL)、CA125(≤ 35 或 > 35 U/mL)、Bismuth 分型、临床 T 分期(cT)和 N 分期(cN)。

2. 仪器与方法

所有患者接受腹部三期增强扫描,扫描仪采用:GE Revolution CT,管电压 120 kVp,管电流 50~500 mA,螺距 0.992:1,旋转时间 0.5 s,探测器宽度 80 mm,STAND 重建算法,扫描层厚和层间距 5 mm,重建层厚 0.625 mm;Aquilion ONE,管电压 120 kVp,管电流 350 mA,旋转时间 0.5 s,扫描层厚和层间距 5 mm,重建层厚 2 mm。经肘静脉以 3.0~4.0 mL/s 流率注射碘普罗胺(1.5 mL/kg),在注射后延迟 20~30 s 和 55~70 s 获得动脉期(AP)和静脉期(VP)CT 图像。

3. 影像组学特征提取和模型建立

①病灶分割和特征提取:将所有患者的静脉期图像上传至开源图像处理软件 3D Slicer 4.13.0(<https://www.Slicer.org/>),由两名具有 5 年以上腹部疾病诊断经验的放射科医师进行图像分析^[3,11],评估 Bismuth 分型,cT 和 cN 分期,意见不一致时协商解决。在所有层面上沿肿瘤边缘手动进行病灶感兴趣区(ROI)的勾画(图 1),为了确保提取影像组学特征的可重复性,随机选择 50 例患者的 CT 图像由两名放射科医生共同勾画进行一致性分析,获取组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC),剩余 CT 图像 ROI 勾画由其中一名医生完成。

为降低扫描方案的影响,在特征提取前进行图像预处理:首先将其体素重采样为 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$,然后以组距(Bin Width)25 进行灰度值离散化处理,最后用 3D Slicer 中的插件 PyRadiomics(<https://www.radiomics.io/pyradiomics.html>)提取原始特征和小波转化特征^[12]。

②特征筛选:按照以下三个步骤进行:①选择 $ICC > 0.75$ 的特征;②排除冗余特征:采用 Pearson 相关性分析剔除高度相关(Pearson 相关系数 ≥ 0.9)的特征对中平均绝对相关系数更大者^[13];③采用随机森林算法(RF)对所有特征进行重要性排序,经过 10 折交叉验证,得出平均诊断错误率最低时的特征数量 n ,选取前 n 个最重要的特征构建模型。

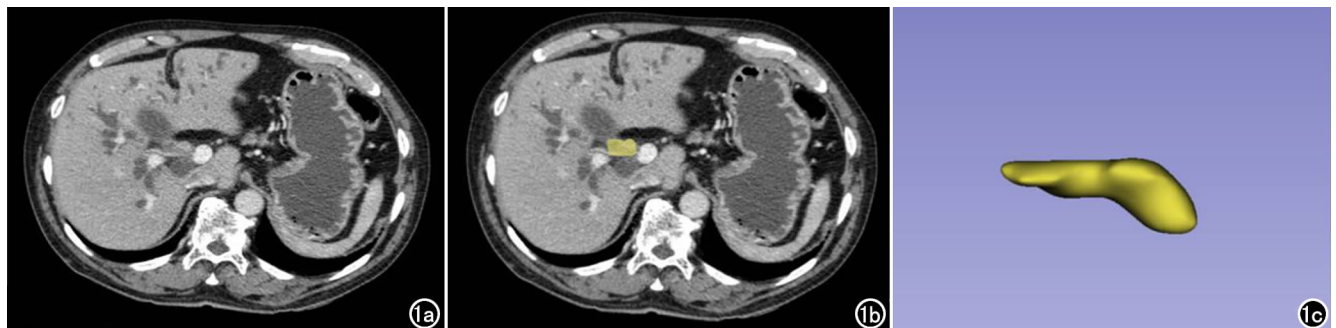


图 1 肝门部胆管癌 ROI 示意图。a) 静脉期 CT 图像;b) 沿肿瘤边缘逐层手动勾画 ROI;c) 融合后的 3D ROI 示意图。

③模型建立及评估:根据筛选出的特征在训练集中建立随机森林模型,并在验证集进行验证,将模型预测概率作为影像组学评分(Radiomics Score)^[14,15],采用准确率、敏感度、特异度及受试者操作特征(receiver operator characteristic,ROC)曲线等评估模型效能。

4. 统计学分析

采用 Graphpad prism 9 软件进行临床资料统计,计量资料以平均值±标准差表示,采用 *t* 检验或 Wilcoxon 秩和检验比较组间差异;计数资料以频数表示,采用 Fisher's 精确检验比较组间差异。基于 R 语言统计分析软件(4.0.3)进行特征筛选和模型构建及评价,以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 临床资料

本研究共纳入 149 名 pCCA 患者,其中男 83 例,女 66 例,平均年龄(61.3±9.3)岁,肿瘤的组织学类型均为腺癌。训练集和测试集的临床基线数据之间差异无统计学意义。在训练集中,PNI 组和无 PNI 组对比,Bismuth 分型及 Radiomics Score 差异具有统计学意义,其他临床特征差异无统计学意义。而在验证集中,两组患者对比,仅 Radiomics Score 差异具有统计学意义。所有患者的基线资料见表 1。

2. 影像组学特征提取及模型建立

从静脉期图像中共提取 851 个影像学特征,包括 14 个形状特征,18 个一阶特征,75 个纹理特征和 744 个小波特征。基于 ICC 和相关性分析共筛选出 361 个特征,基于随机森林算法对包括临床特征、影像组学特征在内的所有特征进行重要性排序,经过 10 折交叉验证,当特征数量为 18 时,诊断错误率最低(图 2)。筛选出前 18 个最重要的特征建立模型(图 3)。

基于所筛选特征建立 RF 模型,训练集及验证集中 PNI 组和无 PNI 组患者的 Radiomics score 差异具有统计学意义(图 4)。在训练集中,RF 模型的准确率、敏感度、特异度均为 100%,AUC 为 1;在验证集中,RF 模型的准确率为 70.3%,敏感度为 59.3%,特异度为 100%,AUC 为 0.846(0.713~0.979)。RF 模型在训练集和验证集中的诊断效能见表 2,ROC 曲线见图 5。该模型对 pCCA 患者 PNI 状态具有良好的预测效能,可用于术前预测肝门部胆管癌患者的神经侵犯状态。

表 2 RF 模型在训练集和验证集中的诊断效能对比

诊断效能	训练集	验证集
阈值	0.54	0.79
准确率	100.00%	70.30%
敏感度	100.00%	59.40%
特异度	100.00%	100.00%
AUC(95% CI)	1(1~1)	0.846(0.713~0.979)

表 1 所有患者基线资料比较 (例)

临床特征	训练集(n=112)				验证集(n=37)			
	PNI 阳性 (n=81)	PNI 阴性 (n=31)	<i>t</i>	<i>P</i> 值	PNI 阳性 (n=27)	PNI 阴性 (n=10)	<i>t</i>	<i>P</i> 值
年龄/岁	60.73±9.84	62.48±9.21	0.859	0.380	61.67±7.04	61.10±11.64	0.181	0.888
性别			/	0.053			/	0.269
男性	52	13			15	3		
女性	29	18			12	7		
症状			/	0.367			/	0.931
黄疸	47	17			15	5		
腹部不适	17	4			9	4		
二者皆有	17	10			3	1		
CA19-9			/	0.060			/	>0.999
≤40U/mL	12	10			6	2		
>40U/mL	69	21			21	8		
CEA			/	>0.999			/	0.696
≤5ng/mL	61	24			19	6		
>5U/mL	20	7			8	4		
CA125			/	>0.999			/	0.295
≤35U/mL	71	28			22	10		
>35U/mL	10	3			5	0		
Bismuth 分型			/	<0.001			/	0.460
I / II	30	23			11	6		
III / IV	51	8			16	4		
cT 分期			/	0.137			/	>0.999
1/2	59	27			22	8		
3/4	22	4			5	2		
cN 分期			/	0.818			/	0.442
0	59	22			20	6		
1	22	9			7	4		
Radiomics Score	0.91±0.06	0.23±0.06		<0.001	0.80±0.09	0.67±0.12		0.002

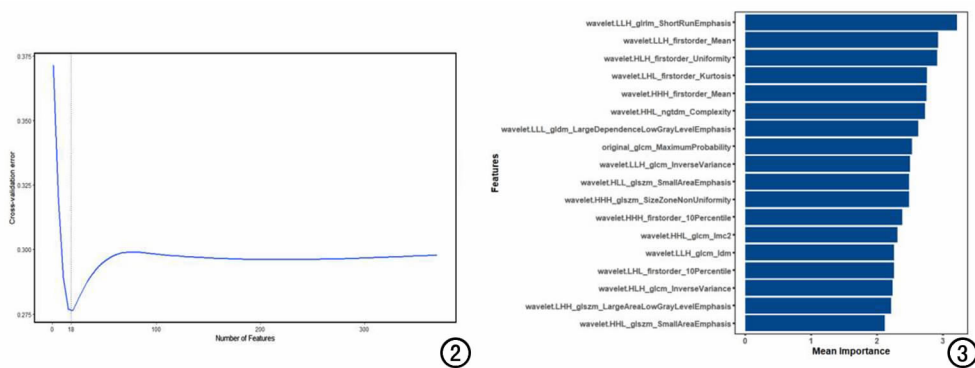


图2 模型诊断错误率与特征数量的关系示意图。采用随机森林算法经10折交叉验证,当特征数量为18时,诊断错误率最低。图3 特征重要性排序示意图。随机森林算法根据平均降低准确率筛选出来的前18个重要特征。

讨论

pCCA 恶性程度高,预后差,据文献报道,其中位总生存期只有5~10个月^[1,16],R0切除术可显著延长患者总生存期甚至达到临床治愈,然而只有13%~32%的患者有机会接受手术切除,并且一年内复发率高于50%^[1,17,18]。PNI是胆道pCCA的组织学特征之一,发生率高达56%~88%^[19]。既往文献报道PNI是pCCA患者预后差、总生存期短的重要危险因素^[20],PNI阴性患者5年总生存率约为63.7%,PNI阳性患者5年总生存率约为34.9%^[21,22],差异具有统计学意义。此外,PNI亦是导致R0切除术后肿瘤复发的独立危险因素,因此对PNI的术前诊断对于指导患者治疗和预后至关重要^[22-24]。

传统影像学工具如CT和MRI是诊断和评估pCCA的重要手段,可进行良恶性鉴别和临床分期等,但其对PNI的诊断价值有限。目前,PNI主要通过手

术标本病理组织学检查确诊,不能提供及时有效的诊断信息,并且不适用于无手术机会的患者。近年来,影像组学研究得到了蓬勃发展,通过影像图像提取海量定量特征来量化肿瘤的生物学特点^[25,26],对于疾病的精准诊疗和预后预测具有重要临床价值^[27,28]。已有研究表明影像组学在肿瘤PNI的术前预测中具有潜在价值^[29,30],Li等^[31]结合CT和MRI图像开发的多

模态影像组学模型预测直肠癌PNI达到了良好的效能,训练数据集AUC为0.906(0.833~0.979);测试数据集AUC为0.884(0.761~1.000)。Huang等^[32]基于MRI图像构建的影像组学模型在预测肝外胆管癌的PNI方面亦表现良好的性能和潜力,但其患者数量偏少(n=101),并且同时纳入了肝门和远端胆管癌患者。

目前国内尚未见使用影像组学预测肝外胆管肿瘤PNI的相关报道。本研究基于治疗前静脉期CT图像,通过随机森林算法率先构建了可预测pCCA PNI的RF模型,结果显示,在训练集和验证集中,PNI组和无PNI组的Radiomics score差异具有统计学意义,并且AUC分别达到了1和0.846,证明该模型诊断效能良好。既往研究^[33]报道了使用术前能谱CT预测胃腺癌PNI的临床价值,基于cT分期联合标准化延迟期碘浓度建立的临床模型AUC达到了0.832,但其诊断效能仍低于RF影像组学模型,且缺乏进一步验

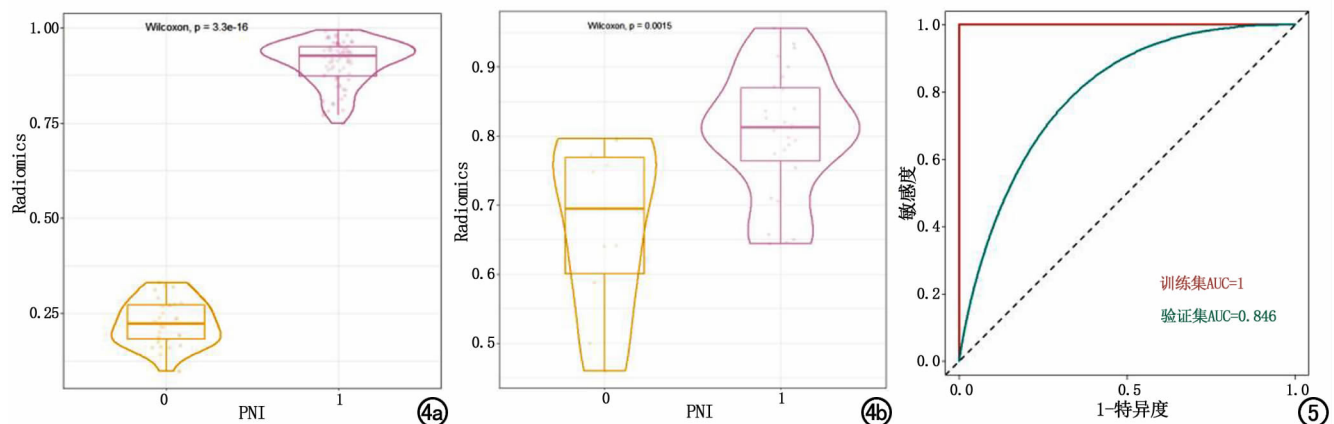


图4 影像组学评分分布图。a)训练集中影像组学评分分布图,神经侵犯组(PNI=1)和无神经侵犯组(PNI=0)差异具有统计学意义;b)验证集中影像组学评分分布图,神经侵犯组(PNI=1)和无神经侵犯组(PNI=0)差异具有统计学意义。图5 随机森林模型预测PNI的ROC曲线。

证。值得注意的是,本研究中筛选的影像组学特征均为小波特征,表明小波特征可能对 PNI 诊断更为敏感,既往文献亦有相关报道,小波特征可提供更多的图像信息,诊断价值可能优于其他特征^[34]。此外,在临床特征方面,Guo 等发现直肠癌术前 PNI 的独立危险因素包括 CT 报告中的 T 分期、N 分期以及癌胚抗原(CEA)水平等临床因素^[35]。然而,本研究并未得出类似的结果,可能是由于肿瘤类型不同、样本量较小导致数据偏差等原因所致。既往研究表明,pCCA 的 PNI 与肿瘤的浸润深度等病理学指标密切相关^[36]。然而,本研究的目的是建立手术切除前的非侵入性预测模型,因此并没有考虑病理学因素的影响。此外,考虑到临床因素对于肿瘤预测的重要性,笔者未来将进一步探讨 pCCA 发生 PNI 的相关临床因素。

本研究存在以下局限性:①本研究属于回顾性研究,可能存在数据偏倚;②样本数量有限,并且存在数据类别不平衡的问题(PNI 组 108 例,无 PNI 组 41 例),这可能间接导致了模型在测试集中特异度偏高(100%),而敏感度偏低(59.3%),未来有待继续开展多中心大样本研究,并均衡纳入不同患者以完善模型;③CT 扫描协议不统一,不过已通过多种图像预处理降低其影响。

总之,本研究基于 CT 建立的影像组学模型具有良好的诊断效能,为术前评估 pCCA 患者的 PNI 状态提供了无创性预测工具,有助于指导 pCCA 患者的预后,优化治疗策略。

参考文献:

- [1] Rizvi S, Gores GJ. Pathogenesis, diagnosis, and management of cholangiocarcinoma[J]. *Gastroenterology*, 2013, 145(6): 1215-1229.
- [2] 杨春梅,舒健,陆笑非,等. MRI 纹理分析评估肝外胆管癌淋巴结转移的价值[J]. *放射学实践*, 2023, 38(1): 33-38.
- [3] Dong Z, Zhao L, Lu S, et al. Overexpression of TSPAN8 promotes tumor cell viability and proliferation in nonsmall cell lung cancer[J]. *Cancer Biother Radiopharm*, 2016, 31(10): 353-359.
- [4] Razumilava N, Gores GJ. Cholangiocarcinoma[J]. *Lancet*, 2014, 383(9935): 2168-2179.
- [5] 李成刚,黄志强,韦立新,等. 肝门部胆管癌神经浸润及围肝门神经丛的分布[J]. *中华医学杂志*, 2012, 92(38): 2699-2702.
- [6] 何兰,黄燕琪,马泽兰,等. CT 影像组学在非小细胞肺癌临床分期中的价值[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(12): 906-911.
- [7] Nguyen J, Barber TW, Cameron R, et al. Findings and resolution of melanoma perineural spread along the greater auricular nerve on FDG PET/CT and MRI[J]. *Clin Nucl Med*, 2021, 46(6): e329-e331.
- [8] Mukherji SK, Weeks SM, Castillo M, et al. Squamous cell carcinomas that arise in the oral cavity and tongue base: can CT help predict perineural or vascular invasion? [J]. *Radiology*, 1996, 198(1): 157-162.

- [9] Lee H, Lazor JW, Assadsangabi R, et al. An imager's guide to perineural tumor spread in head and neck cancers: radiologic footprints on ¹⁸F-FDG PET, with CT and MRI correlates[J]. *J Nucl Med*, 2019, 60(3): 304-311.
- [10] Chang ST, Jeffrey RB, Patel BN, et al. Preoperative multidetector CT diagnosis of extrapancreatic perineural or duodenal invasion is associated with reduced postoperative survival after pancreaticoduodenectomy for pancreatic adenocarcinoma: preliminary experience and implications for patient care[J]. *Radiology*, 2016, 281(3): 816-825.
- [11] Bernatz S, Zhdanovich Y, Ackermann J, et al. Impact of rescanning and repositioning on radiomic features employing a multi-object phantom in magnetic resonance imaging[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 14248.
- [12] Huang YQ, Liang CH, He L, et al. Development and validation of a radiomics nomogram for preoperative prediction of lymph node metastasis in colorectal cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2016, 34(18): 2157-2164.
- [13] Park HJ, Park B, Park SY, et al. Preoperative prediction of postsurgical outcomes in mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma based on clinical, radiologic, and radiomics features[J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(11): 8638-8648.
- [14] Zhong Y, She Y, Deng J, et al. Deep learning for prediction of N2 metastasis and survival for clinical stage I non-small cell lung cancer[J]. *Radiology*, 2022, 302(1): 200-211.
- [15] Wang F, Zhang W, Chai Y, et al. Contrast-enhanced computed tomography radiomics predicts CD27 expression and clinical prognosis in head and neck squamous cell carcinoma[J]. *Front Immunol*, 2022, 13: 1015436. DOI: 10. 3389/fimmu. 2022. 1015436
- [16] Brindley PJ, Bachini M, Ilyas SI, et al. Cholangiocarcinoma[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2021, 7(1): 65.
- [17] Gaspersz MP, Buettner S, van Vugt JLA, et al. Conditional survival in patients with unresectable perihilar cholangiocarcinoma[J]. *HPB (Oxford)*, 2017, 19(11): 966-971.
- [18] van Keulen AM, Franssen S, van der Geest LG, et al. Nationwide treatment and outcomes of perihilar cholangiocarcinoma[J]. *Liver Int*, 2021, 41(8): 1945-1953.
- [19] Chen SH, Zhang BY, Zhou B, et al. Perineural invasion of cancer: a complex crosstalk between cells and molecules in the perineural niche[J]. *Am J Cancer Res*, 2019, 9(1): 1-21.
- [20] Shirai K, Ebata T, Oda K, et al. Perineural invasion is a prognostic factor in intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. *World J Surg*, 2008, 32(11): 2395-2402.
- [21] Cho MS, Kim SH, Park SW, et al. Surgical outcomes and predicting factors of curative resection in patients with hilar cholangiocarcinoma: 10-year single-institution experience[J]. *J Gastrointest Surg*, 2012, 16(9): 1672-1679.
- [22] Nagino M, Ebata T, Yokoyama Y, et al. Evolution of surgical treatment for perihilar cholangiocarcinoma: a single-center 34-year review of 574 consecutive resections[J]. *Ann Surg*, 2013, 258(1): 129-140.
- [23] Wang H, Zheng Q, Lu Z, et al. Role of the nervous system in cancers: a review[J]. *Cell Death Discov*, 2021, 7(1): 76.
- [24] Huang T, Wang Y, Wang Z, et al. Weighted gene co-expression

- network analysis identified cancer cell proliferation as a common phenomenon during perineural invasion[J]. Onco Targets Ther, 2019, 12:10361-10374.
- [25] Zhao H, Li W, Lyu P, et al. TCGA-TCIA-based CT radiomics study for noninvasively predicting epstein-barr virus status in gastric cancer[J]. Am J Roentgenol, 2021, 217(1):124-134.
- [26] 吴亚平, 林子松, 顾建钦, 等. 影像组学的研究进展与挑战[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(12):983-985.
- [27] Yang C, Huang M, Li S, et al. Radiomics model of magnetic resonance imaging for predicting pathological grading and lymph node metastases of extrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Cancer Lett, 2020, 470:1-7.
- [28] Qin H, Hu X, Zhang J, et al. Machine-learning radiomics to predict early recurrence in perihilar cholangiocarcinoma after curative resection[J]. Liver Int, 2021, 41(4):837-850.
- [29] 石镇维, 刘再毅. 影像组学研究的困境和出路[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(1):9-11.
- [30] 黄钰迅, 李瑞, 张宝腾, 等. 基于临床-影像组学列线图模型术前预测进展期胃癌神经侵犯的价值[J]. 放射学实践, 2022, 37(12):1548-1554.
- [31] Li M, Jin YM, Zhang YC, et al. Radiomics for predicting perineural invasion status in rectal cancer[J]. World J Gastroenterol, 2021, 27(33):5610-5621.
- [32] Huang X, Shu J, Yan Y, et al. Feasibility of magnetic resonance imaging-based radiomics features for preoperative prediction of extrahepatic cholangiocarcinoma stage[J]. Eur J Cancer, 2021, 155:227-235.
- [33] 李靖, 王艺, 魏莹莹, 等. 能谱 CT 术前诊断胃腺癌周围神经侵犯[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(12):1843-1847.
- [34] 范海云, 陈基明, 陈亮亮, 等. CT 影像组学预测早期急性胰腺炎进展的价值[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(7):778-784.
- [35] Guo Y, Wang Q, Guo Y, et al. Preoperative prediction of perineural invasion with multi-modality radiomics in rectal cancer[J]. Sci Rep, 2021, 11(1):9429.
- [36] Hu HJ, Mao H, Shrestha A, et al. Prognostic factors and long-term outcomes of hilar cholangiocarcinoma: A single-institution experience in China[J]. World J Gastroenterol, 2016, 22(8):2601-2610.
- (收稿日期:2022-12-09 修回日期:2023-05-31)

欢迎订阅 2023 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 38 周年。遵照同行评议、价值导向、等效应用原则, 国内各大学会、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序, 《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志再次入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技核心期刊、中国高质量科技期刊分级目录临床医学领域医学影像学期刊, 并在中国学术期刊分区中位列 Q1 区。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 每册 25 元, 全年定价 300 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027)69378385

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址: 430199 武汉市蔡甸区中法新城同济医院专家社区别墅 C 栋