

基于随机森林算法构建胆囊肿瘤性息肉发生的预测模型

李起¹ 豆明辉¹ 贾蓬勃² 王新团² 雷达³ 李军辉⁴ 杨瑞⁵ 杨成林⁶ 张小弟⁷
郝琪伟⁸ 耿西林⁹ 张煜⁹ 刘益民¹⁰ 郭智华¹⁰ 姚春和¹¹ 王天翊¹² 蔡志强¹²
司书宾¹² 杨文彬⁴ 耿智敏^{1*} 张东^{1*}

【摘要】 目的 探讨胆囊肿瘤性息肉发生相关因素,并基于随机森林算法构建胆囊肿瘤性息肉预测模型。方法 收集 2015 年 1 月至 2023 年 8 月在 11 家医疗中心行胆囊切除术的 745 例胆囊息肉患者临床病理资料。患者均签署知情同意书,符合医学伦理学规定。其中男 286 例,女 459 例;年龄 18~80 岁,中位年龄 46 岁。胆囊息肉长径为 10~15 mm,中位直径 11 mm。胆囊肿瘤性息肉发生相关因素的单因素分析采用 χ^2 或 Mann-Whitney U 检验。根据患者入院时间不同分为训练集(588 例)和测试集(157 例),训练集用于随机森林预测模型的构建,测试集用于预测模型验证。采用 ROC 曲线下面积(AUC)及混淆矩阵评估模型的预测能力。结果 本研究中非肿瘤性息肉者占 87.2%(650/745),其中胆固醇息肉 518 例,炎性息肉 55 例,腺瘤样增生 47 例;肿瘤性息肉占 12.8%(95/745),其中胆囊腺瘤 83 例,T1 期胆囊癌 12 例。单因素分析显示,息肉数量、息肉长径、息肉短径、基底情况、息肉部位、回声强度与胆囊肿瘤性息肉发生有关($\chi^2=20.675, Z=-4.694, Z=-2.595, \chi^2=6.692, Z=3.935, Z=-2.690; P<0.05$)。基于胆囊肿瘤性息肉发生的危险因素及重要度排序结果构建随机森林预测模型,模型训练集和测试集 AUC 分别为 0.79、0.69,敏感度分别为 0.74、0.63,特异度分别为 0.75、0.68。基于胆囊肿瘤性息肉的随机森林预测模型混淆矩阵分析,模型训练集和测试集准确率分别为 75%、68%。结论 胆囊肿瘤性息肉发生与息肉个数、息肉大小、息肉基底情况、息肉部位、回声强度等具有明显相关性,基于随机森林算法构建的预测模型有助于胆囊肿瘤性息肉的识别,为胆囊息肉患者的外科诊疗及随访策略提供决策支持。

【关键词】 胆道良性疾病; 胆囊息肉; 肿瘤性息肉; 胆囊切除术; 随机森林算法

Prediction model for neoplastic gallbladder polyps based on random forest algorithm Li Qi¹, Dou Minghui¹, Jia Pengbo², Wang Xintuan², Lei Da³, Li Junhui⁴, Yang Rui⁵, Yang Chenglin⁶, Zhang Xiaodi⁷, Hao Qiwei⁸, Geng Xilin⁹, Zhang Yu⁹, Liu Yimin¹⁰, Guo Zhihua¹⁰, Yao Chunhe¹¹, Wang Tianyi¹², Cai Zhiqiang¹², Si Shubin¹², Yang Wenbin⁴, Geng Zhimin^{1*}, Zhang Dong^{1*}. ¹Department of Hepatobiliary Surgery, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China; ²Department of Hepatobiliary Surgery, the First People's Hospital of Xianyang, Xianyang 712000, China; ³Department of Hepatobiliary Surgery,

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2025013

基金项目:国家自然科学基金(62076194);陕西省重点研发计划(2021SF-016, 2022-SF-606);西安交通大学第一附属医院基金(2024-QN-015)

作者单位:710061 西安交通大学第一附属医院肝胆外科¹;712000 陕西省咸阳市第一人民医院肝胆外科²;721000 陕西省宝鸡市中心医院肝胆外科³;710004 西安交通大学第二附属医院普通外科⁴;723000 陕西省汉市中心医院肝胆外科⁵;725000 陕西省安康市中心医院普通外科⁶;712000 陕西省咸阳市,陕西省核工业 215 医院肝胆外科⁷;719000 陕西省榆林市第二医院肝胆外科⁸;710068 西安,陕西省人民医院肝胆外科⁹;721000 陕西省宝鸡市人民医院肝胆外科¹⁰;712000 陕西省延安大学附属咸阳医院普通外科¹¹;710072 西安,西北工业大学机电学院工业工程系¹²

通信作者:耿智敏, Email:gengzhimin@mail.xjtu.edu.cn;张东, Email:zhangdong811021@126.com; * 为共同通信作者

Baoji Central Hospital, Baoji 721000, China; ⁴Department of General Surgery, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China; ⁵Department of Hepatobiliary Surgery, Hanzhong Central Hospital, Hanzhong 723000, China; ⁶Department of General Surgery, Ankang Central Hospital, Ankang 725000, China; ⁷Department of Hepatobiliary Surgery, No. 215 Hospital of Shaanxi Nuclear Industry, Xianyang 712000, China; ⁸Department of Hepatobiliary Surgery, Yulin No.2 Hospital, Yulin 719000, China; ⁹Department of Hepatobiliary Surgery, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China; ¹⁰Department of Hepatobiliary Surgery, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, China; ¹¹Department of General Surgery, Xianyang Hospital of Yan'an University, Xianyang 712000, China; ¹²Department of Industrial Engineering, School of Mechanical Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China

Corresponding authors: Geng Zhimin, Email: gengzhimin@mail.xjtu.edu.cn; Zhang Dong, Email: zhangdong811021@126.com; *co-corresponding authors

【 Abstract 】 Objective To explore the risk factors of neoplastic gallbladder polyps, and construct a prediction model for neoplastic gallbladder polyps based on random forest algorithm. **Methods** Clinicopathological data of 745 patients with gallbladder polyps who underwent cholecystectomy in 11 medical centers from January 2015 to August 2023 were collected. The informed consents of all patients were obtained and the local ethical committee approval was received. Among them, 286 patients were male and 459 female, aged from 18 to 80 years, with a median age of 46 years. The maximum diameter of gallbladder polyps was ranged from 10 to 15 mm, and the median diameter was 11 mm. Univariate analysis of the risk factors of neoplastic gallbladder polyps was conducted by Chi-square test or Mann Whitney *U* test. According to the admission date, they were divided into the training set ($n=588$) and test set ($n=157$). The training set was used to construct the random forest prediction model, and the test set was utilized to validate the prediction model. The prediction performance of this model was assessed by the area under the ROC curve (AUC) and confusion matrix. **Results** In this study, non-neoplastic gallbladder polyps patients accounted for 87.2%(650/745), including 518 cases of cholesterol polyps, 55 cases of inflammatory polyps and 47 cases of adenomatous hyperplasia. The proportion of neoplastic gallbladder polyps was 12.8%(95/745), including 83 cases of gallbladder adenomas and 12 cases of T1 gallbladder carcinomas. Univariate analysis showed that the number of polyp, maximum and minimum diameter of polyp, polyp short diameter, polyp basal status, polyp location and echo intensity were correlated with the incidence of neoplastic gallbladder polyps ($\chi^2=20.675$, $Z=-4.694$, $Z=-2.595$, $\chi^2=6.692$, $Z=3.935$, $Z=-2.690$; $P<0.05$). Based on the risk factors of neoplastic gallbladder polyps and the ranking of importance, a random forest prediction model was constructed. The AUC of the training and test sets was 0.79 and 0.69, with a sensitivity of 0.74 and 0.63 and a specificity of 0.75 and 0.68, respectively. Based on the random forest prediction model and confusion matrix analysis of neoplastic gallbladder polyps, the accuracy of the training and test sets was 75% and 68%, respectively. **Conclusions** The incidence of neoplastic gallbladder polyps is significantly correlated with the number of polyp, polyp size, polyp basal status, polyp location and echo intensity, etc. The prediction model based on random forest algorithm contributes to identifying neoplastic gallbladder polyps and providing decision support for surgical diagnosis, treatment and follow-up strategy for patients with gallbladder polyps.

【 Key words 】 Benign gallbladder disease; Gallbladder polyps; Neoplastic polyps; Cholecystectomy; Random forest algorithm

胆囊息肉由胆囊黏膜隆起并突入胆囊腔内而形成,在成人中整体发病率为 5% 左右,分为非肿瘤性和肿瘤性息肉,前者包括胆固醇息肉、炎性息肉、胆囊腺肌瘤病、黄色肉芽肿、腺瘤样增生等;后者包括腺瘤和早期胆囊癌^[1,2]。随着医疗水平的进步及

人们健康意识的提高,越多越多的胆囊息肉患者被发现,其中胆囊息肉是否恶变或具有恶性倾向是外科医师关注的焦点^[3,4]。目前,欧洲指南推荐息肉长径 ≥ 10 mm 为手术适应证,而该类患者多数无明显临床症状,且多项研究显示术后肿瘤性息肉发生率

仅 10%~20%^[5,6]。既往研究认为,仅以息肉长径 ≥ 10 mm 作为手术指征过于宽泛,不但增加不必要的胆囊切除术,亦增加胆囊切除术后患者消化不良发生率^[7-9]。研究表明,息肉长径 ≥ 15 mm 者,肿瘤性息肉及癌变风险明显增加^[8,10,11]。因此,术前精准识别胆囊息肉长径为 10~15 mm 中肿瘤性息肉患者对于预防胆囊癌的发生及随访策略的制定具有十分重要的临床价值。

基于此,本研究分析在 11 家医疗中心行手术治疗的 745 例长径 10~15 mm 的胆囊息肉患者临床病理资料,建立肿瘤性息肉的预测模型以供临床决策参考。

资料与方法

一、一般资料

回顾性分析 2015 年 1 月至 2023 年 8 月在 11 家医疗中心行手术治疗的 745 例(西安交通大学第一附属医院 369 例、咸阳市第一人民医院 118 例、宝鸡市中心医院 63 例、西安交通大学第二附属医院 44 例、汉中市中心医院 36 例、安康市中心医院 32 例、陕西省核工业 215 医院 29 例、榆林市第二医院 20 例、陕西省人民医院 18 例、宝鸡市人民医院 9 例、延安大学附属咸阳医院 7 例)长径 10~15 mm 的胆囊息肉患者临床病理资料。其中男 286 例,女 459 例;年龄 18~80 岁,中位年龄 45 岁。本研究通过西安交通大学第一附属医院医学伦理委员会审批,批号为 2019 伦审科字第(G-40)号,患者及家属均签署知情同意书。

二、纳入与排除标准

1. 纳入标准:(1) 患者年龄 ≥ 18 岁;(2) 术前超声诊断为胆囊息肉,且息肉长径为 10~15 mm;(3) 术后病理证实为胆囊息肉或 T1 期胆囊癌;(4) 临床及病理资料完整。

2. 排除标准:(1) 术前临床诊断或高度怀疑为胆囊癌;(2) 术前超声诊断息肉合并胆囊结石、胆囊腺肌症、黄色肉芽肿性胆囊炎等;(3) 术后病理证实为非胆囊息肉或 T2 期以上胆囊癌;(4) 合并其它系统恶性肿瘤。

三、方法

1. 研究内容:(1) 肿瘤性息肉随息肉长径的分布情况;(2) 肿瘤性息肉发生的危险因素分析;(3) 肿瘤性息肉的随机森林预测模型建立;(4) 肿瘤性息肉的随机森林预测模型效能评价。

2. 观察指标:性别、年龄、息肉发现时间、消化系统症状、CEA、CA19-9、CA125、息肉数目、息肉长径、息肉短径、息肉部位、基底情况、胆囊壁厚度、息肉性状、息肉回声。

3. 训练集和测试集分组:按照上述纳入和排除标准,将 2015 年 1 月至 2019 年 12 月陕西省内多中心数据作为训练集(588 例),2020 年 1 月至 2023 年 8 月来源于西安交通大学第一附属医院的患者作为测试集(157 例)。两组患者观察指标基线一致,具有可比性。

4. 机器学习预测模型建立和验证:将随机森林模型树的最大深度设定为 100,生成树的总数为 80,采用 Bootstrap 抽样方法以及 Gini 系数作为特征重要度的指标进行投票,多次迭代得到最优预测模型并输出特征重要度。训练集用于预测模型的构建,测试集用于预测模型的验证。

四、统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计数资料以例数和百分比(%)表示,肿瘤性息肉发生的单因素分析采用 χ^2 或等级资料秩和检验,相关性分析采用 Spearman 秩相关。通过 ROC 曲线下面积(AUC)及混淆矩阵评估模型的预测能力。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、肿瘤性息肉随息肉长径的分布情况

本研究纳入的 745 例胆囊息肉患者中,本研究中非肿瘤性息肉者占 87.2%(650/745),其中胆固醇息肉 518 例,炎性息肉 55 例,腺瘤样增生 47 例;肿瘤性息肉占 12.8%(95/745),其中胆囊腺瘤 83 例,T1 期胆囊癌 12 例。肿瘤性息肉随息肉长径的分布见图 1。其中息肉长径为 10、11、12、13、14、15 mm 患者中胆囊腺瘤占比分别为 6.6%(19/278)、13.7%(20/146)、16.7%(22/132)、14.3%(11/77)、14.7%(7/47)、29.1%(16/55);恶性肿瘤性息肉占比分别为 0.4%(1/278)、2.7%(4/146)、2.3%(3/132)、0(0/77)、0(0/47)、12.7%(4/55)。

二、胆囊肿瘤性息肉发生的危险因素分析

单因素分析显示,息肉数量、息肉长径、息肉短径、基底情况、息肉部位、回声强度与肿瘤性息肉发生有关($\chi^2=20.675$, $Z=-4.694$, $Z=-2.595$, $\chi^2=6.692$,

$Z=3.935, Z=-2.690; r_s=0.188, 0.201, 0.107, -0.046, 0.082, -0.102; P<0.05$; 表 1)。而年龄、性别、第一次发现息肉至手术时间、有无消化系统症状、CEA、CA19-9、CA125、胆囊壁厚度均与肿瘤性息肉发生

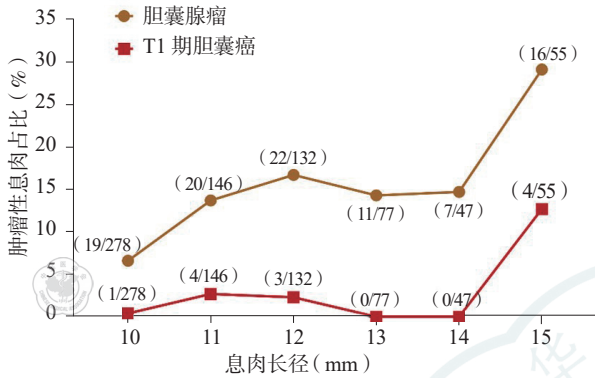
无关 ($\chi^2=0.385, 0.771, -1.125, 0.436, 0.179, 1.487, 0.016, 0.015; r_s=-0.049, 0.032, -0.044, 0.017, -0.036, 0.105, 0.011, -0.005; P>0.05$)。

三、肿瘤性息肉的随机森林预测模型建立

通过对术前临床超声特征进行基于随机森林算法的重要度排序,结果显示,息肉长径、基底情况、息肉短径、息肉个数、回声情况及息肉位置等排序前 6 位的变量均为肿瘤性息肉发生的危险因素(图 2)。基于上述 6 个超声特征,建立肿瘤性息肉的随机森林预测模型。

四、肿瘤性息肉的随机森林预测模型效能评价

基于息肉长径、基底情况、息肉短径、息肉个数、回声情况及息肉位置等重要度排序前 6 位的超声特征构建随机森林预测模型,模型训练集和测试集 AUC 分别为 0.79、0.69(图 3),敏感度分别为 0.74、0.63,特异度分别为 0.75、0.68。基于胆囊肿瘤性息肉的随机森林预测模型混淆矩阵分析,模型训练集和测试集准确率分别为 75%、68%(表 2)。



注:曲线中数据为例数

图 1 胆囊息肉中肿瘤性息肉随息肉长径的分布情况

表 1 基于训练集的胆囊肿瘤性息肉发生的危险因素分析(例)

术前超声参数	非肿瘤性息肉	肿瘤性息肉	统计值	P值
息肉数量			$\chi^2=20.675$	<0.001
单发	291	22		
多发	221	54		
息肉长径 (mm)			$Z=-4.694$	<0.001
10	228	15		
11	97	16		
12	86	17		
13	48	9		
14	28	5		
15	25	14		
息肉短径 (mm)			$Z=-2.595$	0.009
<6	65	8		
6~9	390	49		
>9	57	19		
息肉位置			$\chi^2=6.692$	0.035
颈部	39	3		
体部	350	63		
底部	123	10		
基底			$Z=3.935$	0.047
带蒂	385	49		
宽基底	127	27		
≥4 mm	172	25		
回声强度			$Z=-2.690$	0.007
弱	26	4		
中等	220	46		
强	226	26		

注:非肿瘤性息肉 512 例,肿瘤性息肉 76 例

讨论

目前国内外相关指南均推荐对于 10 mm 以上的胆囊息肉行胆囊切除术以预防胆囊癌的发生^[1,5]。研究发现,胆囊息肉长径为 10~20 mm 者中肿瘤性息肉的比例为 19.5% (134/686),其中肿瘤性息肉仅有 1.5% (10/134) 发生癌变;仅仅有不足 40% 的患者具有腹痛、腹胀及消化不良等消化系统症状^[6]。在临床实践中,即使对于息肉长径 ≥ 10 mm 的患者,只要不是明确的肿瘤性息肉,也不应盲目地行胆囊切除术。目前认为,胆囊腺瘤是明确的胆囊癌前病变,文献报道胆囊腺瘤的癌变率为 3%~8%^[12-14]。

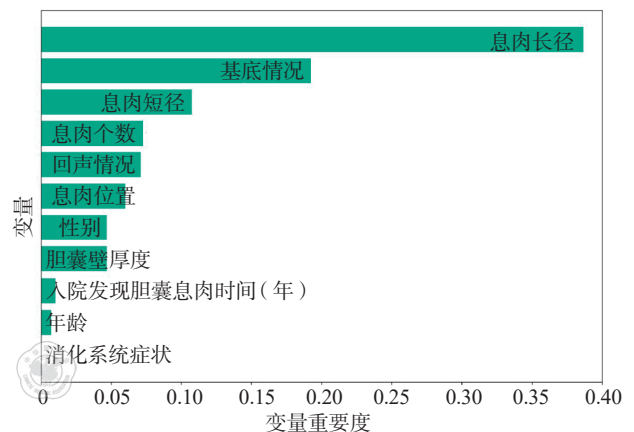
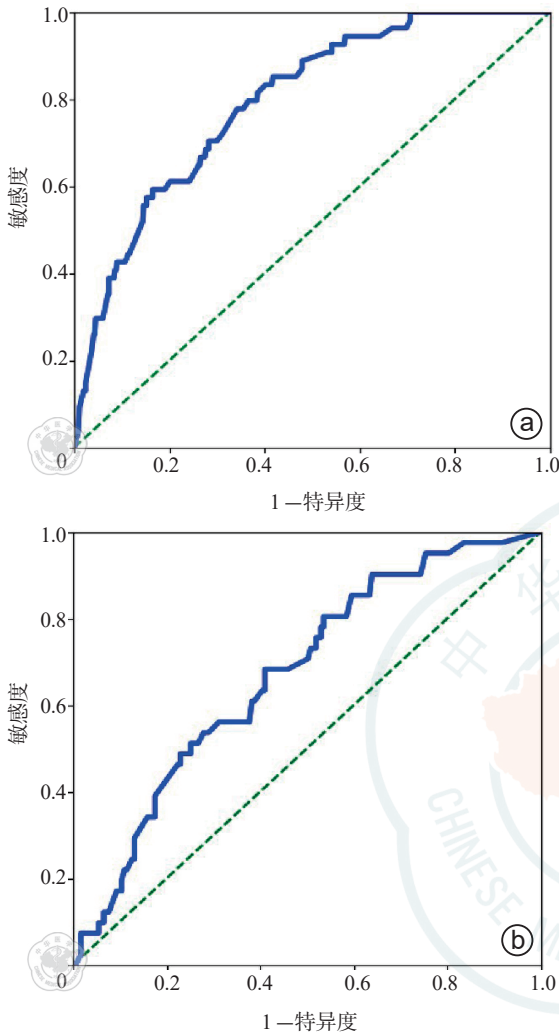


图 2 胆囊肿瘤性息肉发生影响因素随机森林预测模型的重要度排序



注:a 为训练集, b 为测试集

图 3 肿瘤性息肉随机森林预测模型的 ROC 曲线

越来越多研究表明,仅以息肉长径 ≥ 10 mm 作为手术指征将导致多数患者进行不必要的胆囊切除术^[7,15,16]。本研究中,肿瘤性息肉占比为 12.76% (95/745),其中胆囊腺瘤占比为 11.14% (83/745)。因此,基于术前超声特征准确识别肿瘤性息肉有助于避免不必要的胆囊切除术,对于患者外科治疗及

随访策略制定具有十分重要的临床价值。

本研究显示,息肉数量、息肉长径、息肉短径、基底情况、息肉部位、回声强度是肿瘤性息肉发生的危险因素。在临床实践中,息肉长径仍是胆囊息肉是否行手术治疗的重要参考。笔者既往研究显示,对于 6~9 mm 息肉若为带蒂和(或)多发息肉、无临床症状建议随访观察;对于直径 >15 mm 的胆囊息肉,需积极行手术治疗,这与欧洲指南推荐的方案一致^[5,17]。越来越多研究表明,息肉长径为 12 mm 可作为行胆囊切除术的阈值,可有效提高肿瘤性息肉识别的准确性^[11,18]。此外,亦有研究发现息肉长径为 13 mm 的胆囊息肉手术治疗的合理阈值^[9]。本研究显示,息肉长径、短径大小与肿瘤性息肉发生呈正相关,尤其是息肉长径为 15 mm 时,29.1% 为肿瘤性息肉。因此,单独以胆囊息肉长径作为胆囊切除术的依据价值有限。此外,肿瘤性息肉中单发息肉、宽基底比例高于非肿瘤性息肉,这与既往研究一致^[19,20]。综上,联合息肉个数、息肉长径、短径及息肉基底情况评估肿瘤性息肉发生风险具有重要的临床应用价值。

笔者团队既往基于息肉个数、息肉长径、息肉短径、息肉基底及回声强度等构建具有恶性倾向的胆囊息肉的列线图预测模型,列线图训练集和测试集 C 指数分别为 0.778 和 0.768^[21]。随着对胆囊息肉的深入研究,胆囊腺肌症等是否发生癌变仍存在一定争议,其临床超声影像特征亦不同于胆囊腺瘤。因此,为了提高肿瘤性息肉的术前识别能力,笔者中心构建了基于息肉个数、息肉横截面面积、回声强度及息肉基底的息肉长径为 10~20 mm 的贝叶斯网络预测模型,显示出良好的预测效能^[6]。近年来,超声影像组学可有效鉴别胆固醇性息肉以及肿瘤性息肉,为胆囊息肉的手术及随访策略提供决策支持^[22,23]。然而,由于超声影像组学临床应用

表 2 胆囊肿瘤性息肉的随机森林预测模型混淆矩阵

项目	训练集			测试集		
	预测肿瘤性息肉	非肿瘤性息肉	肿瘤性息肉	预测肿瘤性息肉	非肿瘤性息肉	肿瘤性息肉
混淆矩阵 (例)	否 (404例)	384	20	否 (101例)	94	7
	是 (184例)	128	56	是 (56例)	44	12
可靠性 (%)	否 (404例)	95	5	否 (101例)	93	7
	是 (184例)	70	30	是 (56例)	79	21
准确率 (%)	否 (404例)	75	26	否 (101例)	68	37
	是 (184例)	25	74	是 (56例)	32	63

注:训练集非肿瘤性息肉 512 例,肿瘤性息肉 76 例;测试集分别为 138、19 例

仍面临许多困难,如人工分割感兴趣区过程繁杂及临床实用性欠佳等,导致其临床应用存在一定限制^[24,25]。随着机器学习算法在医学领域中的应用,以随机森林为代表的机器学习算法在疾病诊断中具有更佳的应用效能^[26,27]。综上,本研究中基于胆囊肿瘤性息肉发生的危险因素及重要度排序结果构建随机森林预测模型,训练集和测试集的 AUC 分别为 0.794、0.691,准确率分别为 75%、68%。因此,随机森林模型在肿瘤性息肉识别效能良好,有助于肿瘤性息肉识别。

本研究结果虽然显示出随机森林算法对于肿瘤性息肉的术前识别具有一定的预测价值,但仍存在不足:(1)本研究为回顾性研究,存在一定选择偏倚。(2)尽管本研究构建的随机森林预测模型表现出良好的预测性能,但未进行基于其他机器学习算法预测模型的构建,且预测模型无法可视化,临床推广应用存在一定的限制。(3)本研究构建的预测模型仅基于超声影像特征,未联合胆囊息肉的超声影像组学特征,后续将进一步基于深度学习等人工智能技术构建肿瘤性息肉精准预测模型,为肿瘤性息肉的术前识别提供新的手段。

综上所述,胆囊肿瘤性息肉发生与息肉个数、息肉大小、息肉基底情况、息肉部位、回声强度等具有明显相关性,基于随机森林算法构建的预测模型有助于胆囊肿瘤性息肉的识别,为胆囊息肉患者的外科诊疗及随访策略提供决策支持。

参 考 文 献

- [1] 中华医学会外科学分会胆道外科学组, 中国医师协会外科医师分会胆道外科医师委员会. 胆囊良性疾病外科治疗的专家共识(2021版)[J]. 中华外科杂志, 2022, 60(1):4-9.
- [2] Riddell ZC, Corallo C, Albazaz R, et al. Gallbladder polyps and adenomyomatosis[J]. Br J Radiol, 2023, 96(1142):20220115.
- [3] Zhang X, Wang J, Wu B, et al. A nomogram-based model to predict neoplastic risk for patients with gallbladder polyps[J]. J Clin Transl Hepatol, 2022, 10(2):263-272.
- [4] Yu MH, Kim YJ, Park HS, et al. Benign gallbladder diseases: imaging techniques and tips for differentiating with malignant gallbladder diseases[J]. World J Gastroenterol, 2020, 26(22):2967-2986.
- [5] Foley KG, Lahaye MJ, Thoeni RF, et al. Management and follow-up of gallbladder polyps: updated joint guidelines between the ESGAR, EAES, EFISDS and ESGE[J]. Eur Radiol, 2022, 32(5):3358-3368.
- [6] Li Q, Dou M, Zhang J, et al. A Bayesian network model to predict neoplastic risk for patients with gallbladder polyps larger than 10 mm based on preoperative ultrasound features[J]. Surg Endosc, 2023, 37(7):5453-5463.
- [7] Wennmacker SZ, van Dijk AH, Raessens JHJ, et al. Polyp size of 1 cm is insufficient to discriminate neoplastic and non-neoplastic gallbladder polyps[J]. Surg Endosc, 2019, 33(5):1564-1571.
- [8] Liu K, Lin N, You Y, et al. Risk factors to discriminate neoplastic polypoid lesions of gallbladder: a large-scale case-series study[J]. Asian J Surg, 2021, 44(12):1515-1519.
- [9] Park HY, Oh SH, Lee KH, et al. Is cholecystectomy a reasonable treatment option for simple gallbladder polyps larger than 10 mm?[J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(14):4248-4254.
- [10] Chattopadhyay D, Lochan R, Balupuri S, et al. Outcome of gall bladder polypoid lesions detected by transabdominal ultrasound scanning: a nine year experience[J]. World J Gastroenterol, 2005, 11(14):2171-2173.
- [11] 陈少华, 王成方, 李会星, 等. 胆囊息肉恶变的危险因素分析[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(2):146-151.
- [12] Sun Y, Yang Z, Lan X, et al. Neoplastic polyps in gallbladder: a retrospective study to determine risk factors and treatment strategy for gallbladder polyps[J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2019, 8(3):219-227.
- [13] Wang X, Zhu JA, Liu YJ, et al. Conventional ultrasound combined with contrast-enhanced ultrasound in differential diagnosis of gallbladder cholesterol and adenomatous polyps (1-2 cm)[J]. J Ultrasound Med, 2022, 41(3):617-626.
- [14] Babu BI, Dennison AR, Garcea G. Management and diagnosis of gallbladder polyps: a systematic review[J]. Langenbecks Arch Surg, 2015, 400(4):455-462.
- [15] Szpakowski JL, Tucker LY. Outcomes of gallbladder polyps and their association with gallbladder cancer in a 20-year cohort[J]. JAMA Netw Open, 2020, 3(5): e205143.
- [16] Fujiwara K, Abe A, Masatsugu T, et al. Effect of gallbladder polyp size on the prediction and detection of gallbladder cancer[J]. Surg Endosc, 2021, 35(9):5179-5185.
- [17] 张东, 李起, 张小弟, 等. 胆囊息肉手术适应证的多中心回顾性研究(附2 272例报告)[J]. 中华消化外科杂志, 2020, 19(8):824-834.
- [18] Mellnick VM, Menias CO, Sandrasegaran K, et al. Polypoid lesions of the gallbladder: disease spectrum with pathologic correlation[J]. Radiographics, 2015, 35(2):387-399.
- [19] Liu J, Qian Y, Yang F, et al. Value of prediction model in distinguishing gallbladder adenoma from cholesterol polyp[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2022, 37(10):1893-1900.
- [20] McCain RS, Diamond A, Jones C, et al. Current practices and future prospects for the management of gallbladder polyps: a topical review[J]. World J Gastroenterol, 2018, 24(26):2844-2852.
- [21] Zhang D, Li Q, Zhang X, et al. Establishment of a nomogram prediction model for long diameter 10-15 mm gallbladder polyps with malignant tendency[J]. Surgery, 2021, 170(3):664-672.
- [22] Yuan HX, Yu QH, Zhang YQ, et al. Ultrasound radiomics effective for preoperative identification of true and pseudo gallbladder polyps based on spatial and morphological features[J]. Front Oncol, 2020, 10: 1719.
- [23] Zhang X, Wang J, Wu B, et al. A nomogram-based model and ultrasonic radiomic features for gallbladder polyp classification[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2022, 37(7):1380-1388.

- [24] 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.
- [25] 李起, 金哲川, 李孟柯, 等. 影像组学在胆管恶性肿瘤诊疗中的应用现状及展望[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2022, 29(12):1546-1553.
- [26] Huang T, Liu H, Lin Z, et al. Preoperative prediction of intrahepatic cholangiocarcinoma lymph node metastasis by means of machine learning: a multicenter study in China[J]. BMC Cancer, 2022, 22(1):931.
- [27] Alaimo L, Lima HA, Moazzam Z, et al. Development and validation of a machine-learning model to predict early recurrence of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Ann Surg Oncol, 2023, 30(9):5406-5415.

(收稿日期:2024-10-30)

(本文编辑:曾宇虹)

李起, 豆明辉, 贾蓬勃, 等. 基于随机森林算法构建胆囊肿瘤性息肉发生的预测模型 [J/OL]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2025, 14(1):46-52.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊常用医学缩略语

本刊允许作者对下列常用医学词汇直接使用中文及英文缩略语, 即文中第一次出现时, 可不标注英文全称:

- | | |
|---|---|
| 标准肝体积 (standard liver volume, SLV) | 弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) |
| C- 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) | 内镜下鼻胆管引流术 (endoscopic nasobiliary drainage, ENBD) |
| 超声吸引刀 (cavitron ultrasonic surgical aspirator, CUSA) | 欧洲肝脏研究协会 (European Association for the Study of Liver, EASL) |
| 超声造影 (contrast-enhanced ultrasound, CEUS) | 曲线下面积 (area under the curve, AUC) |
| 东部肿瘤协作组 - 体能状态 (Eastern Cooperative Oncology Group-Performance Status, ECOG-PS) | 缺血 - 再灌注损伤 (ischemia-reperfusion injury, IRI) |
| 二甲基亚砜 (dimethyl sulfoxide, DMSO) | 十二烷基硫酸钠 - 聚丙烯酰胺凝胶电泳 (sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE) |
| 腹腔镜胆囊切除术 (laparoscopic cholecystectomy, LC) | 射频消融 (radiofrequency ablation, RFA) |
| 腹腔镜胰十二指肠切除术 (laparoscopic pancreaticoduodenectomy, LPD) | 实体瘤疗效评价标准 (response evaluation criteria in solid tumors, RECIST) |
| 肝内胆管细胞癌 (intrahepatic cholangiocarcinoma, ICC) | 剩余肝体积 (future liver remnant, FLR) |
| 肝细胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC) | 无复发生存期 (recurrence-free survival, RFS) |
| 甘油醛 -3- 磷酸脱氢酶 (glyceraldehyde - 3 - phosphate dehydrogenase, GAPDH) | 无进展生存期 (progression-free survival, PFS) |
| 活体肝移植 (living donor liver transplantation, LDLT) | 修改后实体瘤疗效评价标准 (modified response evaluation criteria in solid tumors, mRECIST) |
| 基因本体 (gene ontology, GO) | 移植体重量与受体体重比 (graft recipient weight ratio, GRWR) |
| 加利福尼亚大学旧金山分校 (University of California, San Francisco, UCSF) | 增强化学发光法 (enhanced chemiluminescence, ECL) |
| 加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) | 终末期肝病模型 (model for end-stage liver disease, MELD) |
| 聚偏二氟乙烯 (polyvinylidene fluoride, PVDF) | 总体生存期 (overall survival, OS) |
| 美国癌症联合委员会 (American Joint Committee on Cancer, AJCC) | |
| 美国国立综合癌症网络 (National Comprehensive Cancer Network, NCCN) | |
| 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) | |

本刊编辑部