

中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检 列线图预测模型的构建与验证

朱静文, 李仁君*

安徽医科大学第四附属医院消化内科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年3月13日; 录用日期: 2026年4月6日; 发布日期: 2026年4月14日

摘要

目的: 探讨中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出的危险因素, 并建立列线图预测模型。方法: 收集我院350例行结肠镜下息肉切除术的中老年患者的临床资料, 按照7:3的比例随机分为训练集(244例)和验证集(106例), 随访至术后12个月, 分别将两组数据集中息肉再检出患者纳入再检出组, 其余纳入未再检出组。比较训练集中两组临床资料; 经Logistic回归模型分析再检出组的影响因素, 建立列线图预测模型并对其效能进行评价。结果: 多因素Logistic回归分析结果表明, 高血压病史、息肉病理类型、息肉位置、息肉数量及血清甘油三酯水平均为中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出的独立影响因素($P < 0.05$); 列线图模型预测训练集息肉再检出的AUC为0.895, 特异度为86.89%, 敏感度为80.33%; 预测验证集的AUC为0.805, 特异度为70.67%, 敏感度为80.65%; 训练集、验证集的Calibration曲线经Hosmer-Lemeshow检验, 差异均无统计学意义(训练集: $\chi^2 = 8.596$, $P = 0.378$, 验证集: $\chi^2 = 8.220$, $P = 0.412$); 训练集、验证集分别在广泛风险阈值内获取临床净收益。结论: 高血压病史、息肉病理类型、息肉位置、息肉数量及血清甘油三酯水平是中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出的独立危险因素, 以此为根据建立的列线图模型对预测术后再检出具有良好的临床效能。

关键词

结直肠息肉, 再检出, 危险因素, 列线图, 预测模型

Construction and Validation of a Nomogram Prediction Model for Polyp Re-Detection after Endoscopic Resection in Middle-Aged and Elderly Patients

Jingwen Zhu, Renjun Li*

Department of Gastroenterology, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

*通讯作者。

文章引用: 朱静文, 李仁君. 中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检列线图预测模型的构建与验证[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 3027-3036. DOI: 10.12677/acm.2026.1641561

Abstract

Objective: To investigate risk factors for polyp re-detection after endoscopic resection of colorectal polyps in middle-aged and elderly patients, and to develop a nomogram-based prediction model. **Methods:** Clinical data of 350 middle-aged and elderly patients who underwent endoscopic resection of colorectal polyps in our hospital were collected. Patients were randomly assigned at a 7:3 ratio to a training set (n = 244) and a validation set (n = 106). All patients were followed up for 12 months postoperatively. In each dataset, patients with polyp re-detection were included in the re-detection group, and the remaining patients were included in the non-re-detection group. Clinical characteristics between the two groups in the training set were compared. Logistic regression analysis was performed to identify factors associated with postoperative polyp re-detection, and a nomogram prediction model was constructed and evaluated for performance. **Results:** Multivariable logistic regression analysis showed that a history of hypertension, polyp pathological type, polyp location, number of polyps, and serum triglyceride level were independent predictors of polyp re-detection after endoscopic resection in middle-aged and elderly patients ($P < 0.05$). The nomogram achieved an AUC of 0.895 in the training set, with a specificity of 86.89% and a sensitivity of 80.33%. In the validation set, the AUC was 0.805, with a specificity of 70.67% and a sensitivity of 80.65%. Calibration curves for both the training and validation sets showed no significant differences according to the Hosmer-Lemeshow test (training set: $\chi^2 = 8.596$, $P = 0.378$; validation set: $\chi^2 = 8.220$, $P = 0.412$). Decision curve analysis indicated that the model provided clinical net benefit across a wide range of risk thresholds in both datasets. **Conclusion:** A history of hypertension, polyp pathological type, polyp location, number of polyps, and serum triglyceride level are independent risk factors for polyp re-detection after endoscopic colorectal polypectomy in middle-aged and elderly patients. The nomogram developed based on these factors demonstrates good clinical utility for predicting postoperative polyp re-detection.

Keywords

Colonic Polyps, Re-Detection, Risk Factors, Nomogram, Prediction Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

结直肠癌位于全球最常见癌症的第三位, 是癌症相关死亡的第二大主要原因[1]。从地域分布来看, 结直肠癌的发病率呈现明显的地理差异, 发达国家地区发病率较高, 而亚洲、非洲部分地区相对较低[1][2]。近年来, 在人口老龄化加剧、居民生活方式日益西化以及膳食结构显著变化的背景下, 结直肠癌的发病率在我国呈持续上升趋势。研究表明, 在我国, 到 2030 年结直肠癌发病率将持续上升[3]。大多数结直肠癌起源于息肉, 遵循腺瘤-癌序列最终癌变[4]。而结肠镜检查及内镜下息肉切除术是诊断结肠息肉和治疗的最主要的筛查及治疗方式[5]。但由于肠道环境复杂及个体差异, 部分患者息肉切除术后复查仍能再次检出息肉。因此, 了解术后息肉再检出的影响因素对于评估患者息肉切除术后肠镜复查有积极意义。列线图是一种直观且高效的可视化工具, 在预测模型领域已受到普遍认可并被广泛应用[6]。列线图可以把复杂的模型转化为直观的可视化元素, 更便于临床工作者关注重要的预测因素。当前, 国内针对

结直肠息肉发生的研究较多, 但针对中老年人群结肠镜下息肉切除术后再检出的研究较少。本研究旨在探讨中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出息肉的影响因素, 并构建列线图预测模型并验证其效能, 以为临床医务工作者针对患者术后制定个性化随访策略提供参考。

2. 资料和方法

2.1. 研究对象

本研究选取安徽医科大学第四附属医院消化内科 2023 年 7 月至 2024 年 6 月期间共 350 例确诊结直肠息肉并行内镜下息肉切除术的住院中老年患者, 纳入标准: 1) 经内镜检查确诊为结直肠息肉并行内镜下息肉切除术; 2) 年龄 ≥ 45 岁, 认知正常可配合随访; 3) 临床、内镜、病理及随访资料完整的住院患者。排除标准: 1) 术后病理提示高级别上皮内瘤变或癌变; 2) 既往有炎症性肠病、家族性腺瘤型息肉病等遗传学肠病或消化系统恶性肿瘤病史; 3) 肠道准备不佳患者; 4) 合并严重心肝肾肾衰竭无法完成随访者; 5) 临床资料关键信息缺失。

2.2. 患者一般资料

采取回顾性研究的方法, 收集患者的临床资料。本研究收集的资料包括以下内容: 1) 人口学特征与基础病史: 性别、年龄、BMI、高血压病史、糖尿病病史、吸烟史、饮酒史; 2) 入院 24 h 内实验室检测指标: 白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数(NEU)、淋巴细胞计数(LYM)、血红蛋白(Hb)、血小板计数(PLT)、空腹血浆葡萄糖(FPG)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、 γ -谷氨酰基转移酶(GGT)、尿酸(UA)及甲胎蛋白(AFP)、癌胚抗原(CEA)、糖类抗原 199 (CA199)、糖类抗原 125 (CA125)、糖类抗原 153 (CA153)。

2.3. 随访

患者息肉切除术后 12 个月内至少接受 1 次结肠镜检查, 根据肠镜检查记录患者是否再检出息肉。

2.4. 统计方法

应用 SPSS27.0, R 语言(版本 4.5.2)对数据进行分析, 符合正态分布的计量资料以均值 \pm 标准差表示, 组间比较采用两独立样本 t 检验; 不符合正态分布则以中位数(四分位间距) [M(P25, P75)]表示, 组间比较使用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数及百分比(n, %)描述, 组间差异比较采用卡方检验。通过 LASSO 回归算法对研究纳入的变量进行筛选分析并采用十折交叉验证法确定最优惩罚系(λ), 再将筛选出的非零回归系数变量纳入多因素 logistic 回归进行分析, 最终确定术后息肉再检出的危险因素, 最后根据上述危险因素绘制出可用于预测术后结直肠息肉再检出概率的列线图预测模型。通过 Bootstrap 自抽样方法(设定抽样次数为 1000 次)对所构建的预测模型开展内部验证。通过 R 软件中的“pROC”包绘制中老年结肠镜下息肉切除术后再检出相关的受试者工作特征曲线(ROC 曲线), 并计算出曲线下面积(AUC), 结合 ROC-AUC 对列线图的准确性进行评价; 同时, 采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验和校准曲线, 分别对预测模型在训练集和验证集中的诊断效能及校准度进行验证; 使用 DCA 曲线分析预测模型在不同阈值概率下的净收益情况, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 比较训练集和验证集的临床资料

本研究共纳入 350 例确诊结直肠息肉并行内镜下息肉切除术的中老年患者, 术后随访 12 个月, 其中

再检出组患者 92 例, 未再检出组患者 258 例。将所有纳入的病例采取随机种子法按 7:3 的比例划分训练集($n=244$)和验证集($n=106$), 随后对训练集和验证集这两组数据的临床资料进行比较, 结果表明两组间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。具体见表 1。

Table 1. Comparison of clinical data between training set and validation set

表 1. 训练集、验证集临床资料比较

变量	训练集($n=244$)	验证集($n=106$)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄(岁)	58.00 (53.75, 66.25)	57.50 (51.75, 66.00)	-0.539	0.590
BMI (kg/m^2)	23.96 \pm 3.20	24.00 \pm 3.43	-0.109	0.913
性别[n (%)]				
男	176 (72.13%)	71 (66.98%)	0.944	0.331
女	68 (27.87%)	35 (33.02%)		
吸烟史[n (%)]			0.093	0.760
是	73 (29.92%)	30 (28.30%)		
否	171 (70.08%)	76 (71.70%)		
饮酒史[n (%)]			0.018	0.892
是	40 (16.39%)	18 (16.98%)		
否	204 (83.61%)	88 (81.48%)		
高血压病史[n (%)]			0.474	0.491
是	85 (34.84%)	41 (38.68%)		
否	159 (65.16%)	65 (61.32%)		
糖尿病病史[n (%)]			2.842	0.092
是	31 (12.70%)	7 (6.60%)		
否	213 (87.30%)	99 (93.40%)		
息肉病理类型[n (%)]			0.097	0.756
非腺瘤型息肉	59 (24.18%)	24 (22.64%)		
腺瘤型息肉	185 (75.82%)	82 (77.36%)		
息肉位置[n (%)]			2.031	0.362
右半结肠	82 (33.61%)	28 (26.42%)		
左半结肠	103 (42.21%)	47 (44.34%)		
全结肠	59 (24.18%)	31 (29.25%)		
息肉数量(个)	2.00 (1.00, 3.00)	2.00 (1.00, 3.00)	-1.053	0.292
息肉直径(cm)	1.20 (1.00, 1.50)	1.20 (1.00, 1.80)	-0.143	0.886
息肉再检出			0.687	0.407
是	61 (25.00%)	31 (29.25%)		
否	183 (75.00%)	75 (70.25%)		
FPG (mmol/L)	5.30 (4.93, 5.90)	5.30 (5.00, 5.80)	-0.411	0.681
TC (mmol/L)	4.75 \pm 0.94	4.70 \pm 0.83	0.398	0.691

续表

TG (mmol/L)	1.38 (1.02, 1.99)	1.37 (1.03, 1.94)	-0.383	0.702
HDL-C (mmol/L)	1.01 (0.87, 1.20)	1.05 (0.89, 1.22)	-0.756	0.450
LDL-C (mmol/L)	2.75 (2.10, 3.23)	2.68 (2.14, 3.09)	-0.636	0.525
ALT (U/L)	21.00 (15.00, 31.00)	21.00 (17.00, 32.25)	-0.972	0.331
AST (U/L)	22.00 (19.00, 27.00)	22.00 (19.00, 26.00)	-0.221	0.825
GGT (U/L)	19.00 (14.00, 31.75)	19.50 (14.00, 34.00)	-0.531	0.595
UA ($\mu\text{mol/L}$)	341.50 (292.25, 410.25)	353.00 (289.00, 393.25)	-0.024	0.981
WBC ($\times 10^9/\text{L}$)	5.55 (4.69, 6.74)	5.37 (4.59, 6.59)	-1.115	0.265
NEU ($\times 10^9/\text{L}$)	3.42 (2.79, 4.43)	3.41 (2.71, 4.21)	-1.062	0.288
LYM ($\times 10^9/\text{L}$)	1.57 (1.17, 1.88)	1.50 (1.17, 2.00)	-0.416	0.678
Hb (g/L)	144.00 (132.00, 150.00)	141.00 (132.00, 152.50)	-0.383	0.702
PLT ($\times 10^9/\text{L}$)	187.50 (148.00, 224.75)	184.50 (152.50, 216.25)	-0.185	0.854
AFP (ng/mL)	2.54 (1.92, 3.52)	2.79 (1.95, 3.52)	-0.788	0.431
CEA (ng/mL)	2.21 (1.51, 3.15)	2.27 (1.42, 3.23)	-0.212	0.832
CA199 (U/mL)	5.56 (3.27, 10.77)	5.28 (3.14, 8.74)	-1.006	0.314
CA125 (U/mL)	10.35 (8.00, 13.65)	10.50 (7.35, 15.03)	-0.178	0.859
CA153 (U/mL)	8.55 (6.50, 11.88)	8.65 (6.58, 12.40)	-0.114	0.909

3.2. 训练集 LASSO 回归

在训练集过程中, 首先采用 LASSO(最小绝对收缩与选择算子)回归模型以术后是否再检出息肉为因变量, 其余 30 个变量为因变量展开筛选, 过程中引入 10 折交叉验证方法以优化模型参数, 从而降低过拟合风险, 最终确定纳入预测模型的关键自变量。选择交叉验证误差 1 倍标准误对应的 λ 作为最优惩罚系数 λ 。结果显示: LASSO 回归分析共筛选出 5 个变量, 分别是高血压病史、息肉病理分型、息肉位置、息肉数量及血清甘油三酯水平, 详见图 1。

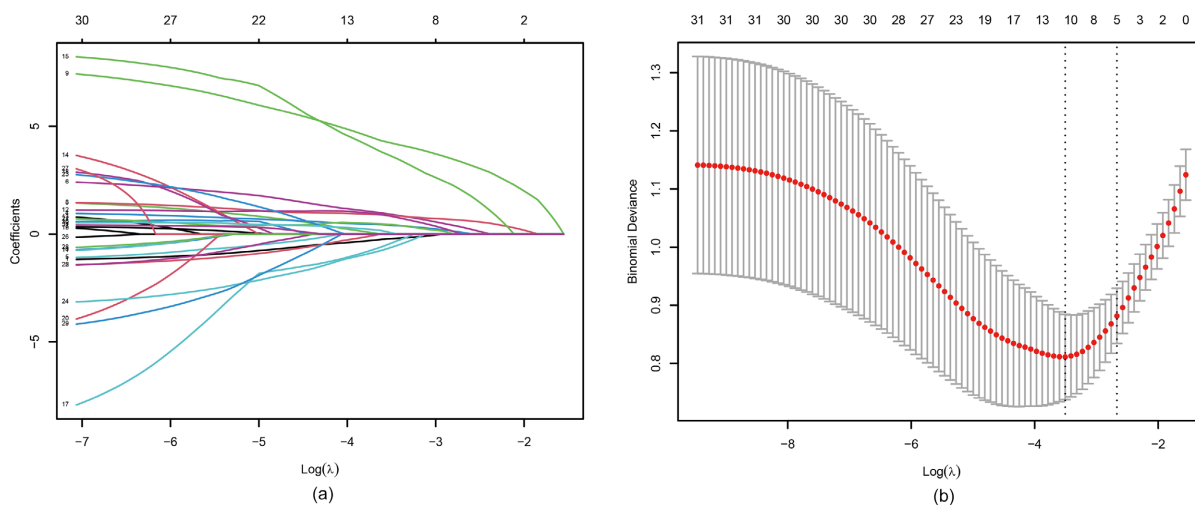


Figure 1. LASSO regression of training set: (a): LASSO regression coefficient path plot; (b): LASSO regression cross-validation curve

图 1. 训练集 LASSO 回归: (a): LASSO 回归系数路径图; (b): LASSO 回归交叉验证曲线

3.3. 训练集多因素 Logistic 回归

以患者结肠息肉切除术后是否再检出息肉为因变量, 将 Lasso 回归筛选所得的变量纳入多因素 Logistic 回归分析, 详见表 2。其中高血压病史、息肉病理类型、息肉位置、息肉数量及血清甘油三酯水平均为结肠镜下息肉切除术后患者息肉再检出的独立危险因素($P < 0.05$)。其中, 息肉位置是多分类变量, 虽然左半结肠相比右半结肠的风险无显著统计学差异, 但基于临床实践及模型的整体预测效能, 我们仍将该变量完整保留于最终的列线图模型中。基于上述结果, 本研究构建了一个中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出的风险预测模型, 其回归方程为 $\text{Logit}(P/(1-P)) = -7.188 + 1.123X_1 + 2.486X_2 + 0.466X_3 + 1.370X_4 + 0.605X_5 + 0.746X_6$ [其中 X_1 表示高血压病史(是 = 1, 否 = 0), X_2 表示息肉病理分型(腺瘤型息肉 = 1, 非腺瘤型息肉 = 0), X_3 表示左半结肠, X_4 表示全结肠, X_5 表示息肉数量, X_6 表示 TG 水平(mmol/L)]。

Table 2. The results of the multivariate logistic regression analysis for re-detection of colon polyps after polypectomy in middle-aged and elderly patients in the training dataset

表 2. 训练集中老年患者结肠息肉切除术后再检出的多因素 Logistic 回归分析结果

变量	B	SE	Wald	P	OR (95% CI)
高血压病史	1.123	0.403	7.777	0.005	3.075 (1.396~6.771)
息肉病理分型	2.486	0.859	8.375	0.004	12.018 (2.231~64.739)
息肉位置(参照组: 右半结肠)			6.662	0.036	
左半结肠	0.466	0.523	0.793	0.373	1.593 (0.572~4.440)
全结肠	1.370	0.555	6.099	0.014	3.934 (1.327~11.664)
息肉数量	0.605	0.164	13.550	<0.001	1.830 (1.327~2.526)
TG	0.746	0.191	15.323	<0.001	2.108 (1.451~3.062)

3.4. 构建预测模型

利用 R 语言的“rms”程序包, 根据上述多因素回归分析的结果来绘制预测模型列线图(见图 2)。此列线图模型以图的方式直观地呈现各个预测因子对应的得分, 通过累加各项得分的数值计算得出个体的总评分, 再以该总评分为依据, 对患者术后结直肠息肉再检出概率进行预测。

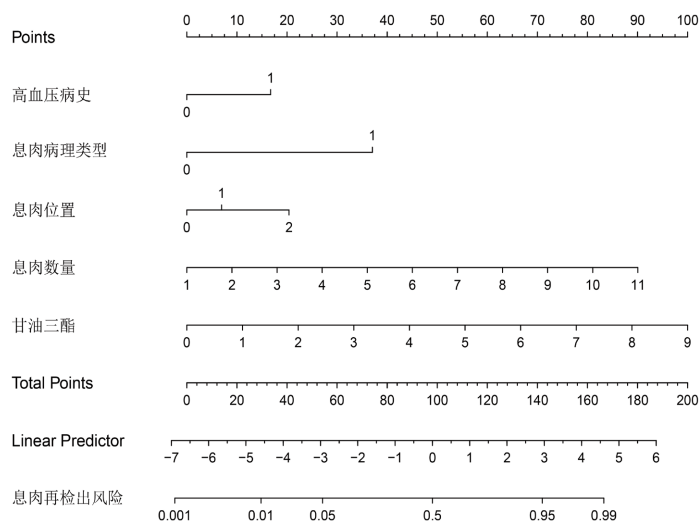


Figure 2. Nomogram model for the risk of polyp re-detection in middle-aged and elderly patients after colonoscopic polypectomy

图 2. 中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出风险的列线图模型

3.5. 验证预测模型

分布绘制训练集和验证集的 ROC 曲线, 训练集的 AUC 值为 0.895 (95% CI: 0.846~0.939), 特异度为 86.89%, 敏感度为 80.33%; 验证集的 AUC 值为 0.805 (95% CI: 0.704~0.905), 特异度为 70.67%, 敏感度为 80.65%。两组 AUC 值均高于 0.75, 说明该模型的区分能力较好(见图 3)。训练集与验证集的校准曲线见图 4。采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估模型的校准度, 结果显示训练集 $\chi^2 = 8.596$, $P = 0.378$; 验证集 $\chi^2 = 8.220$, $P = 0.412$ 。上述结果表明, 该列线图预测模型具有良好的区分度与校准能力, 预测效能较为理想。决策分析曲线曲线结果显示, 在广泛阈值下, 临床诊疗实践时利用该模型对患者进行风险评估具有较好的临床实用性和指导价值(图 5)。

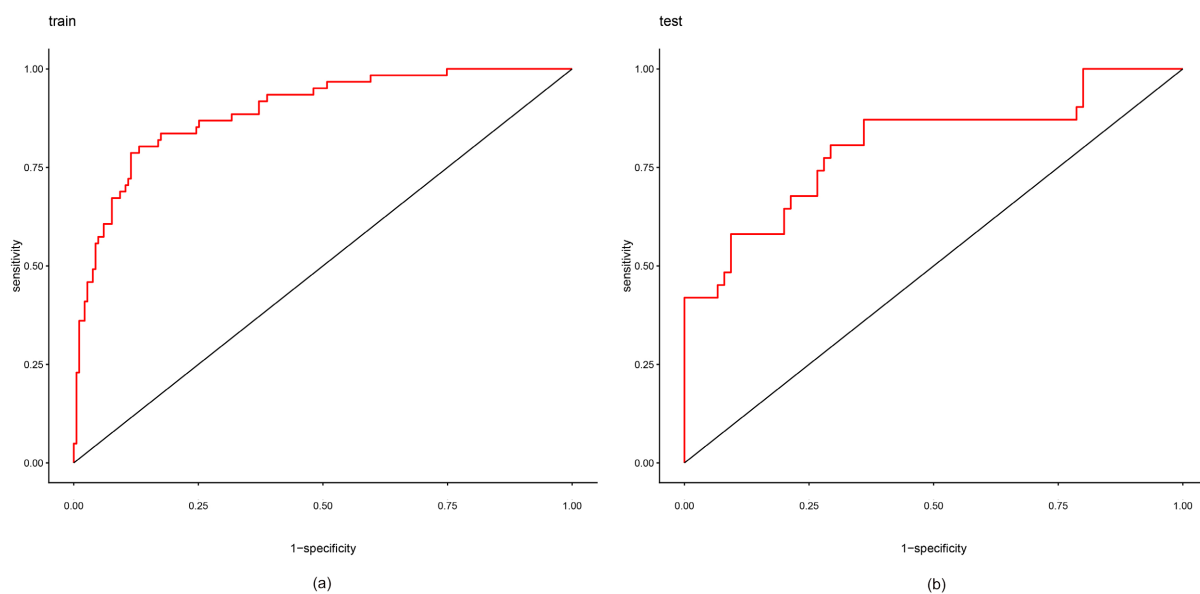


Figure 3. (a): ROC curve of the training set; (b): ROC curve of the validation set

图 3. (a): 训练集 ROC 曲线; (b): 验证集 ROC 曲线

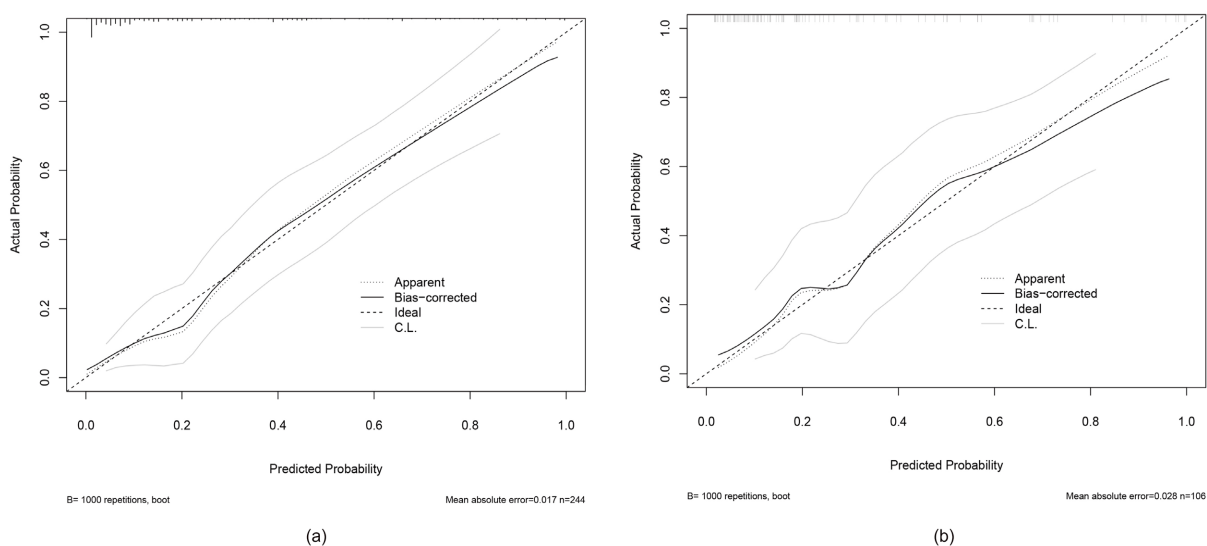


Figure 4. (a): Calibration curve for the training cohort; (b): Calibration curve for the validation cohort

图 4. (a): 训练集校准曲线; (b): 验证集校准曲线

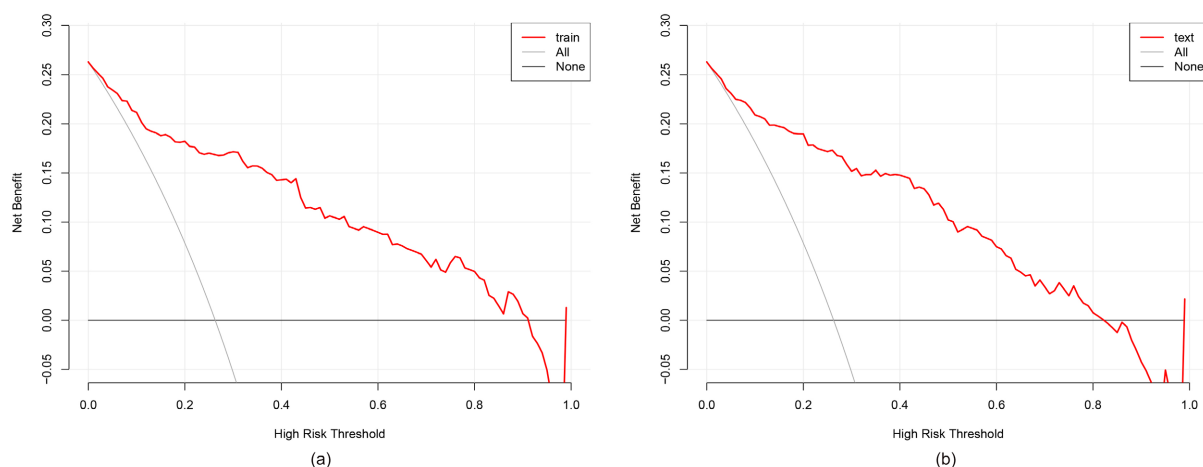


Figure 5. (a): Decision curve of the training cohort; (b): Decision curve of the validation cohort
图 5. (a): 训练集决策曲线; (b): 验证集决策曲线

4. 讨论

结直肠息肉是指起源于大肠黏膜层、凸向肠腔的隆起性病变[7]。其中的腺瘤息肉与结直肠癌的发生发展密切相关,但目前发病机制尚不明确。多项研究表明,结肠镜检查 and 镜下息肉切除术可显著降低结直肠癌的发病率[8][9]。但该术式并不是一劳永逸,术后息肉有一定的复发率,同时,由于肠镜操作人员的专业水平各有不同,切除部位愈合不良,结肠环境复杂等原因,结肠镜检查也会出现漏检,上述因素均会导致患者术后息肉的再检出。当前探讨结直肠息肉发生影响因素的研究较多,但是探讨结直肠息肉切除术后再检出的研究仍相对缺乏。及时准确地识别出息肉术后再检出的危险人群,并针对该人群制定个性化的随访策略,不仅可以减轻患者的再次行肠道准备的心理负担,同时也可以减轻国家的医疗负担。因此,本研究基于患者的临床资料、内镜资料、息肉病理资料及实验室指标共同探讨中老年患者内镜下息肉切除术后再检出的影响因素,经分析可知高血压病史、息肉病理类型、息肉位置、息肉数量及血清甘油三酯水平是中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出危险因素,基于此构建的用于预测结肠镜下息肉切除术后再检出风险的列线图模型表现良好,能够很好地预测中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出风险。

Du 等的研究表明息肉切除术后 12 个月复发率为 45.10% [10],赵锦华等的研究报道为 33.33% [11],均高于本研究的再检出率的 26.29%,可能与患者的遗传易感性存在差异及地域有关。高血压可对全身多器官功能造成影响。近年来,关于高血压与结肠镜下息肉切除后复发之间关联的研究日益增多,但结论尚存分歧。Lan 等的研究表明有高血压病史的患者息肉切除术后复发的概率更高[12],与本研究的结果一致。而另一项研究则表明高血压病史与息肉切除术后复发无关[13]。研究表明,高血压患者肠道富集的菌群可以导致肠道炎症和肠道屏障功能障碍,这种环境会刺激肠上皮细胞过度增生,增加 DNA 损伤的风险,从而导致术后息肉的再检出[14][15]。本研究发现,息肉的病理类型是中老年患者息肉切除术后再检出的独立危险因素。与正常组织相比,腺瘤型息肉组织的生长速度显著加快,这会诱发结直肠息肉的复发,进而导致术后息肉的再检出。既往研究结果也表明,病理类型为腺瘤的患者,其息肉切除后复发风险显著上升[16][17]。

本研究发现患者结直肠息肉数量越多,术后越容易再检出息肉,同时,息肉呈全结肠分布亦显著增加再检出风险。Jiang 等的研究表明多发性息肉的漏诊率高于单发性息肉[18]。Stoian 等的研究表明结直肠息肉的复发率与息肉的数量成正比[19]。一方面,在实际内镜操作过程中,多发病灶意味着更长的操作

时间和更多的切除步骤,在肠道准备欠佳或视野受限的情况下,小型或扁平病变更易被遗漏。另一方面,多发病灶患者往往需要多次切除操作,增加了切除边缘残留的风险。一项研究发现,息肉的不完全切除率约为10%,且在病灶较大或形态复杂时明显升高[20]。因此,在多发息肉的背景下,随访早期再次发现病变,既可能与初次切除术中内镜医师的技术因素相关,也可能与病变残留组织再生长有关。

本研究还发现血清甘油三酯水平升高与结直肠息肉切除术后再检出密切相关。研究发现血清甘油三酯水平升高可能通过多重机制促进息肉复发,进而导致术后息肉再检出。首先,其可诱发高胰岛素血症及胰岛素抵抗,进而刺激肠道正常细胞与癌细胞的异常增殖[10]。其次,血脂代谢紊乱可上调炎症细胞因子水平,从而构建有利于肿瘤发生的微环境[21]。此外,Liu等的研究指出,甘油三酯可能通过增强癌症干细胞的增殖能力或激活促进细胞侵袭的相关信号通路,在息肉复发过程中发挥关键作用[22]。

本研究结果还显示,传统血清学肿瘤标志物AFP、CEA、CA199、CA125、CA153水平与患者术后息肉再检出之间未观察到显著相关性,提示上述指标在中老年患者息肉切除术后再检出的预测效能可能有限。既往研究亦存在分歧,Rasmussen等报道AFP、CEA与CA199与结直肠腺瘤复发风险不相关[23];而Tong等研究则显示CEA与CA199在息肉复发组与非复发组之间存在统计学差异[24]。上述差异提示该领域证据尚不一致。传统血清学肿瘤标志物多反映肿瘤负荷或较高级别病变的全身性变化,而多数结直肠息肉病灶负荷有限,未必足以引起稳定可检测的血清学改变,这也可能解释其对术后息肉再检出的敏感性受限。

5. 结论

综上,探讨中老年患者结肠镜下息肉切除术后再检出的相关因素,并据此构建个体化的随访策略,对于优化医疗资源配置、有效预防息肉复发及降低癌变风险具有重要意义。但本研究也有一些不足之处,一是本文属于回顾性研究,存在研究对象生活习惯及饮食运动的差异性、非甾体抗炎药的使用等不可控因素;二是因为部分患者未按时复诊,因此纳入的样本量较少;三是本研究的研究样本来源于单中心,研究结果可能存在一定偏倚,因此尚需要更多联合多中心、高质量的前瞻性研究加以验证该列线图模型的效果。

参考文献

- [1] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., et al. (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [2] Li, N., Lu, B., Luo, C., Cai, J., Lu, M., Zhang, Y., et al. (2021) Incidence, Mortality, Survival, Risk Factor and Screening of Colorectal Cancer: A Comparison among China, Europe, and Northern America. *Cancer Letters*, **522**, 255-268. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2021.09.034>
- [3] Zhan, Z., Chen, B., Lin, W., Chen, X., Huang, R., Yang, C., et al. (2025) Rising Burden of Colon and Rectum Cancer in China: An Analysis of Trends, Gender Disparities, and Projections to 2030. *Annals of Surgical Oncology*, **32**, 3361-3371. <https://doi.org/10.1245/s10434-025-16905-w>
- [4] Miller, Q., Saeed, O. and Mesa, H. (2022) Clinical, Pathologic, and Molecular-Genetic Aspects of Colorectal Polyps. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, **32**, 313-328. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2021.12.007>
- [5] 刘雅莉, 贾明贤, 何熹丽娅, 等. 结肠息肉患者内镜下切除术后复发的影响因素分析及回归模型构建[J]. 河南医学研究, 2025, 34(17): 3119-3122.
- [6] Snell, K.I.E., Levis, B., Damen, J.A.A., Dhiman, P., Debray, T.P.A., Hooft, L., et al. (2023) Transparent Reporting of Multivariable Prediction Models for Individual Prognosis or Diagnosis: Checklist for Systematic Reviews and Meta-Analyses (TRIPOD-SRMA). *BMJ*, **381**, e073538. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-073538>
- [7] Sninsky, J.A., Shore, B.M., Lupu, G.V. and Crockett, S.D. (2022) Risk Factors for Colorectal Polyps and Cancer. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, **32**, 195-213. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2021.12.008>
- [8] Brenner, H., Stock, C. and Hoffmeister, M. (2014) Effect of Screening Sigmoidoscopy and Screening Colonoscopy on

- Colorectal Cancer Incidence and Mortality: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials and Observational Studies. *BMJ*, **348**, g2467. <https://doi.org/10.1136/bmj.g2467>
- [9] Zauber, A.G., Winawer, S.J., O'Brien, M.J., Lansdorp-Vogelaar, I., van Ballegooijen, M., Hankey, B.F., *et al.* (2012) Colonoscopic Polypectomy and Long-Term Prevention of Colorectal-Cancer Deaths. *New England Journal of Medicine*, **366**, 687-696. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1100370>
- [10] Du, J., Huang, G., Xie, Y., Li, N., Lin, Z. and Zhang, L. (2022) High Levels of Triglycerides, Apolipoprotein B, and the Number of Colorectal Polyps Are Risk Factors for Colorectal Polyp Recurrence after Endoscopic Resection: A Retrospective Study. *Journal of Gastrointestinal Oncology*, **13**, 1753-1760. <https://doi.org/10.21037/jgo-22-491>
- [11] 赵锦华, 郑晓永, 刘耀刚, 等. 无痛电子结肠镜下息肉切除术后复发的影响因素探讨与Nomogram预测模型建立[J]. 东南大学学报(医学版), 2024, 43(3): 364-373.
- [12] Lan, Y., Zhang, L. and Li, R.J. (2025) Analysis and Prediction of Serological Indicators Associated with Colorectal Interval Polyposis after Resection. *Frontiers in Endocrinology*, **16**, Article ID: 1634468. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1634468>
- [13] Chi, Z., Lin, Y., Huang, J., Lv, M., Chen, J., Chen, X., *et al.* (2021) Risk Factors for Recurrence of Colorectal Conventional Adenoma and Serrated Polyp. *Gastroenterology Report*, **10**, goab038. <https://doi.org/10.1093/gastro/goab038>
- [14] 李棣文, 刘育. 肠道菌群代谢产物短链脂肪酸调节血压的可能机制及作为靶点防治高血压的研究进展[J]. 中国医药, 2020, 15(11): 1804-1806.
- [15] Kim, S., Goel, R., Kumar, A., Qi, Y., Lobaton, G., Hosaka, K., *et al.* (2018) Imbalance of Gut Microbiome and Intestinal Epithelial Barrier Dysfunction in Patients with High Blood Pressure. *Clinical Science*, **132**, 701-718. <https://doi.org/10.1042/cs20180087>
- [16] Jin, J., Yan, B., Yang, S. and Du, M. (2023) Factors Associated with Intestinal Polyp Recurrence after Electroresection. *Age*, **86**, 43-00.
- [17] Hao, Y., Wang, Y., Qi, M., He, X., Zhu, Y. and Hong, J. (2020) Risk Factors for Recurrent Colorectal Polyps. *Gut and Liver*, **14**, 399-411. <https://doi.org/10.5009/gnl19097>
- [18] Jiang, W., Xin, L., Zhu, S., Liu, Z., Wu, J., Ji, F., *et al.* (2023) Risk Factors Related to Polyp Miss Rate of Short-Term Repeated Colonoscopy. *Digestive Diseases and Sciences*, **68**, 2040-2049. <https://doi.org/10.1007/s10620-023-07848-x>
- [19] Stoian, M., Becheanu, G., Balescu, I., Eftimie, M., Petrea, S., Diaconu, C., *et al.* (2024) Recurrence and Carcinogenetic Rates of Colorectal Polyps. *Chirurgia*, **119**, 21-35. <https://doi.org/10.21614/chirurgia.2024.v.119.i.1.p.21>
- [20] Pohl, H., Srivastava, A., Bensen, S.P., Anderson, P., Rothstein, R.I., Gordon, S.R., *et al.* (2013) Incomplete Polyp Resection during Colonoscopy—Results of the Complete Adenoma Resection (CARE) Study. *Gastroenterology*, **144**, 74-80.e1. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2012.09.043>
- [21] Esteve, E., Ricart, W. and Fernández-Real, J.M. (2005) Dyslipidemia and Inflammation: An Evolutionary Conserved Mechanism. *Clinical Nutrition*, **24**, 16-31. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.08.004>
- [22] Liu, B., Wen, P., Gu, X., Weng, R. and Liu, S. (2020) Elevated Serum Triglyceride Predicts Recurrence of Colorectal Polyps in Patients with Advanced Adenomas. *Lipids in Health and Disease*, **19**, Article No. 211. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01388-3>
- [23] Rasmussen, L., Nielsen, H.J. and Christensen, I.J. (2020) Early Detection and Recurrence of Colorectal Adenomas by Combination of Eight Cancer-Associated Biomarkers in Plasma. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, **13**, 273-284. <https://doi.org/10.2147/ceg.s251633>
- [24] Tong, J., Wang, Y., Chang, B., Zhang, D. and Wang, B. (2015) Associations between Tumor Markers and the Risk of Colorectal Polyp Recurrence in Chinese People. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, **8**, 6397-6405.