

· 论 著 ·

基于胸痛中心数据库急性肺血栓栓塞症 早期诊断模型的构建

王新艳, 李勇, 肖子亚, 孟凡亮, 吕廷廷, 郭向杰
济宁医学院附属医院急诊科, 山东 济宁 272029

摘要: **目的** 基于胸痛中心数据库,构建急性肺血栓栓塞症(PTE)的早期诊断模型。**方法** 根据济宁医学院附属医院胸痛中心数据库,回顾性收集2020年1月至12月因急性胸痛急诊的患者临床资料,按照是否诊断PTE分为PTE组和非PTE胸痛组,对两组患者的临床相关指标进行比较,将两组间有统计学差异的研究指标纳入多因素logistic回归分析,并建立PTE早期诊断列线图模型;绘制模型的ROC以评估预测准确度,利用Hosmer-Lemeshow检验验证模型拟合优度。另收集2021年1月至3月就诊的胸痛患者资料共654例对模型进行外部验证。**结果** 共纳入2738例患者用于构建模型,其中确诊的PTE患者117例(4.27%)。多因素分析显示,手术外伤史、下肢制动/卧床>3d、伴呼吸困难、伴晕厥、低入院脉搏血氧饱和度(SpO₂)、高D-二聚体、心电图电轴右偏和完全性右束支传导阻滞是胸痛患者诊断PTE的独立因素($P<0.05$)。ROC曲线分析显示,内部验证数据曲线下面积为0.985(95%CI:0.969~0.999),外部验证数据曲线下面积为0.924(95%CI:0.872~0.977),显示该模型有较好的区分度。Hosmer-Lemeshow拟合优度检验显示,内部验证($\chi^2=14.077, P=0.080$)和外部验证($\chi^2=-615.69, P=0.986$)均表明该模型可以很好的拟合。**结论** 本研究构建了急性胸痛患者诊断PTE的列线图模型,该模型可有效的预测急性胸痛患者发生PTE的风险概率。

关键词: 肺栓塞;肺血栓栓塞症;胸痛;胸痛中心;早期诊断;列线图

中图分类号: R563.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2023)06-0872-06

Development of an early diagnostic model for acute pulmonary thromboembolism based on a chest pain center database

WANG Xinyan, LI Yong, XIAO Ziya, MENG Fanliang, LYU Tingting, GUO Xiangjie

Emergency Department, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining, Shandong 272029, China

Corresponding author: XIAO Ziya, E-mail: xiaoziya9090@163.com

Abstract: **Objective** To construct an early diagnosis model of acute pulmonary thromboembolism (PTE) based on chest pain center database. **Methods** According to the database of Chest Pain Center of Affiliated Hospital of Jining Medical University, the clinical data of patients who visited the emergency department from January to December 2020 were retrospectively collected, and the patients were divided into PTE group and non-PTE chest pain group according to whether diagnosed PTE. The clinically relevant indicators of the two groups were compared, and the study indicators with statistical differences between the two groups were included in the multivariate logistic regression analysis, and a nomogram model for the early diagnosis of PTE was established. The receiver operating characteristic (ROC) curve of the model was plotted to assess the predictive accuracy, and the model was tested for goodness of fit using the Hosmer-Lemeshow test. An additional 654 patients presenting with chest pain between January 2021 and March 2021 were collected to externally validate the model. **Results** A total of 2738 patients were included for the construction of the model, of whom 117 (4.27%) had confirmed PTE. On multivariate analysis, a history of surgical trauma, > 3 d of

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.06.014

基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划资助项目(202010000964);济宁市重点研发计划资助项目(2022YXNS045);济宁医学院附属医院“苗圃”科研计划资助项目(MP-MS-2020-006)

通信作者: 肖子亚, E-mail: xiaoziya9090@163.com

出版日期: 2023-06-20

immobilization / bed rest on the lower extremities, with dyspnea, syncope, low pulse oxygen saturation (SpO_2) at admission, high D-dimer, right deviation of electrocardiographic axis, and complete right bundle branch block were independent factors for the diagnosis of PTE in patients with chest pain ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve was 0.985 (95% CI: 0.969–0.999) in internal validation data and 0.924 (95% CI: 0.872–0.977) in external validation data, showing that the model had a good discrimination. The goodness of fit test was performed using Hosmer-Lemeshow, and validated internally ($\chi^2 = 14.077$, $P = 0.080$) and external validation ($\chi^2 = 615.690$, $P = 0.986$) both indicating a good fit of the model. **Conclusion** This study constructed a nomogram model for the diagnosis of PTE in patients with acute chest pain, and this model could effectively predict the risk probability of PTE in patients with acute chest pain.

Keywords: Pulmonary embolism; Pulmonary thromboembolism; Chest pain; Chest pain center; Early diagnosis; Nomogram

Fund program: Shandong Pharmaceutical Health Science and Technology Development Program (202010000964); Jining Key Research and Development Program Funded Project (2022YXNS045); Research Program of “Nurseries” Affiliated Hospital of Jining Medical University Funded Project (MP-MS-2020-006)

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是由于各种栓子堵塞肺动脉系统导致肺循环障碍的临床和病理生理综合征,是心血管疾病死亡的第三大原因^[1-2]。肺栓塞的栓子来源多种多样,其中肺血栓栓塞症(pulmonary thromboembolism, PTE)是临床最常见、最主要的类型,通常狭义的肺栓塞就是指PTE。PTE患者常见的临床症状是突发胸痛^[3],但也有较多患者伴有其他不典型症状,临床很容易漏诊或误诊,如果患者未得到及时有效的治疗,病死率可高达25%~35%^[4]。本研究基于胸痛中心数据库,收集胸痛患者的临床资料,构建PTE患者早期诊断模型,期为临床提供参考工具,减少漏诊、误诊的发生,使患者得到更及时有效的治疗。

1 对象与方法

1.1 研究对象 根据山东省济宁医学院附属医院胸痛中心数据库,回顾性收集2020年1月至12月因急性胸痛就诊于急诊科患者的临床资料,纳入年龄 ≥ 18 周岁、主诉胸痛、处于急性期(发病时间 ≤ 14 d)的患者,同时排除病史资料及检验资料不完善、严重肝肾功能不全、入院时处于休克状态需使用血管活性药物的患者。最终纳入用于构建模型的病例共2 738例,其中根据2019年欧洲心脏病学会《急性肺栓塞诊断和治疗指南》确诊的PTE患者117例(4.27%),非PTE胸痛患者2 621例(95.73%)。入组患者男1 647例(60.15%),女1 091例(39.85%),年龄(61.77 ± 15.73)岁。根据同样的纳入排除标准另收集2021年1月至2021年3月就诊的654例胸痛患者资料对模型进行外部验证。本研究通过济宁医学院附属医院伦理委员会审核(伦理编号为2021-10-

C010)。

1.2 资料收集 根据是否诊断PTE将患者分为PTE组和非PTE胸痛组,收集患者的临床资料进行统计学分析,包括性别、年龄;既往史:高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症、下肢静脉曲张、手术外伤史(主要指近3个月有髌髁关节手术、大手术、严重创伤、骨折、脊椎损伤史)、关节置换、恶性肿瘤、下肢制动/卧床 > 3 d、是否吸烟;伴随症状:腹痛、胸闷、呼吸困难、咳嗽、咯血、晕厥;入院时生命体征:收缩压、舒张压、心率、呼吸频率、脉搏氧饱和度(SpO_2);体格检查:颈静脉怒张、肺部干湿啰音、心脏杂音、单侧下肢浮肿、双下肢浮肿;床旁快速检测(POCT)指标:肌红蛋白(MYO)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白I(cTnI)、D-二聚体、氨基末端B型利钠肽前体(NT-proBNP);心电图表现:正常、ST-T改变、电轴右偏($> +110^\circ$)、完全性右束支传导阻滞(CRBBB)、 $S_1Q_3T_3$ 改变。

1.3 统计学分析 采用SPSS 21.0软件和R 4.1.2软件进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两样本均数比较采用独立样本的 t 检验;偏态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或其校正法或Fisher确切概率法。将单因素分析有意义的变量纳入多因素logistic回归筛选诊断PTE的相关因素,将筛选出的急性胸痛患者诊断PTE的独立因素引入R软件,使用rms程序包建立PTE早期诊断的列线图模型。绘制模型的ROC曲线以评估预测准确度,并行Hosmer-Lemeshow拟合优度检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 入组胸痛患者病因构成情况 入组用于构建模

型的2 738例胸痛患者中,心源性胸痛共1 558例(56.90%),其中急性ST段抬高型心肌梗死571例(20.85%),急性非ST段抬高心肌梗死195例(7.12%),不稳定型心绞痛605例(22.10%),非急性冠脉综合征心源性胸痛187例(6.83%);主动脉夹层112例(4.09%);PTE 117例(4.27%);其他原因引起的胸痛患者共951例(34.73%)。

2.2 发生肺栓塞风险的单因素分析 两组临床资料

比较见表1。PTE组年龄、下肢静脉曲张史、手术外伤史、关节置换史、合并恶性肿瘤、下肢制动/卧床>3 d、呼吸困难、咯血、晕厥发生率,心率,呼吸频率,肺部干湿啰音、单侧下肢浮肿、双侧下肢浮肿发生率,D-二聚体测定值以及心电图电轴右偏、CRBBB发生率均明显高于非PTE胸痛组,男性发病率、高血压史、吸烟史及入院收缩压、SpO₂、CK-MB、NT-proBNP水平均明显低于非PTE胸痛组,差异有统计学意义(P<0.05)。

表1 PTE组和非PTE胸痛组临床资料比较
Tab. 1 Comparison of clinical data between PTE group and non-PTE group

| 项目 | PTE组(n=117) | 非PTE胸痛组(n=2 621) | $\chi^2/t/Z$ 值 | P值 |
|--|--------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| 性别[男性,例(%)] | 51(43.59) | 1 596(60.89) | 19.247 | <0.001 |
| 年龄(岁, $\bar{x}\pm s$) | 65.23±12.34 | 61.62±15.85 | 3.056 | 0.003 |
| 既往史[例(%)] | | | | |
| 高血压 | 37(31.62) | 1 256(47.92) | 11.935 | <0.001 |
| 糖尿病 | 19(16.24) | 585(22.32) | 2.408 | 0.121 |
| 冠心病 | 40(34.19) | 1 051(40.10) | 1.633 | 0.201 |
| 高脂血症 | 5(4.27) | 116(4.43) | 0.006 | 0.938 |
| 下肢静脉曲张史 | 6(5.13) | 21(0.80) | 17.247 | <0.001 |
| 手术外伤史 | 12(10.26) | 26(0.99) | 63.632 | <0.001 |
| 关节置换史 | 6(5.13) | 16(0.61) | 13.279 | <0.001 |
| 合并恶性肿瘤 | 12(10.26) | 7(0.27) | | <0.001 ^a |
| 下肢制动/卧床>3 d | 79(67.52) | 26(0.99) | 1 326.249 | <0.001 |
| 吸烟史 | 20(17.09) | 883(33.69) | 13.955 | <0.001 |
| 伴随症状[例(%)] | | | | |
| 腹痛 | 1(0.85) | 118(4.50) | 3.584 | 0.058 |
| 胸闷 | 41(35.04) | 1 116(42.58) | 2.607 | 0.106 |
| 呼吸困难 | 70(59.83) | 231(8.81) | 297.900 | <0.001 |
| 咳嗽 | 22(18.80) | 336(12.82) | 3.529 | 0.060 |
| 咯血 | 9(7.69) | 9(0.34) | | <0.001 ^a |
| 晕厥 | 11(9.40) | 3(0.11) | | <0.001 ^a |
| 入院生命体征 | | | | |
| 收缩压(mmHg, $\bar{x}\pm s$) | 132.57±23.23 | 142.88±28.22 | 4.648 | <0.001 |
| 舒张压(mmHg, $\bar{x}\pm s$) | 81.80±14.77 | 82.29±17.17 | 0.347 | 0.729 |
| 心率(次/min, $\bar{x}\pm s$) | 87.11±21.42 | 82.85±20.80 | 2.167 | 0.030 |
| 呼吸[次/min, $M(P_{25}, P_{75})$] | 20.00(19.00, 21.00) | 20.00(19.00, 20.00) | 3.626 | <0.001 |
| SpO ₂ [%, $M(P_{25}, P_{75})$] | 92.00(88.00, 96.00) | 96.00(94.00, 98.00) | 9.705 | <0.001 |
| 体格检查[例(%)] | | | | |
| 颈静脉怒张 | 1(0.85) | 4(0.15) | | 0.196 ^a |
| 肺部干湿啰音 | 17(14.53) | 19(0.72) | 154.035 | <0.001 |
| 心脏杂音 | 1(0.85) | 16(0.61) | | 0.525 ^a |
| 单侧下肢浮肿 | 18(15.38) | 20(0.76) | 164.434 | <0.001 |
| 双侧下肢浮肿 | 9(7.69) | 42(1.60) | 19.514 | <0.001 |
| POCT结果[$M(P_{25}, P_{75})$] | | | | |
| MYO(ng/mL) | 30.50(20.40, 70.50) | 28.10(19.40, 68.50) | 0.376 | 0.707 |
| CK-MB(ng/mL) | 1.50(0.96, 2.56) | 2.50(1.26, 4.99) | 5.024 | <0.001 |
| cTnI(ng/mL) | 0.04(0.01, 0.12) | 0.05(0.00, 0.38) | 1.021 | 0.307 |
| D二聚体(mg/L) | 2.37(0.79, 7.13) | 0.30(0.20, 0.48) | 13.376 | <0.001 |
| NT-proBNP(ng/L) | 267.00(108.00, 1 155.00) | 375.00(105.00, 1 812.00) | 1.872 | 0.031 |
| 心电图[例(%)] | | | | |
| 正常 | 19(16.24) | 322(12.29) | 1.606 | 0.205 |
| ST-T改变 | 71(60.68) | 1 503(57.34) | 0.511 | 0.475 |
| 电轴右偏 | 82(70.09) | 41(1.56) | 1 225.630 | <0.001 |
| CRBBB | 18(15.38) | 106(4.04) | 33.313 | <0.001 |
| S _I Q _{III} T _{III} | 7(5.98) | 151(5.76) | 0.010 | 0.920 |

注:^a表示Fischer确切概率法。

2.3 发生PTE风险的多因素logistic回归分析 将上述单因素分析有意义的24个相关研究指标作为自变量,将是否诊断PTE为因变量采用前向逐步法纳入多因素logistic回归模型进行分析。结果显示,手术外伤史、下肢制动/卧床>3 d、伴呼吸困难、伴晕厥、D-二聚体水平高、心电图电轴右偏和CRBBB是胸痛患者诊断PTE的独立危险因素($OR>1, P<0.05$),入院 SpO_2 水平高是胸痛患者诊断PTE的独立保护因素($OR<1, P<0.05$)。见表2。

表2 多因素logistic回归分析
Tab. 2 Logistic multivariate regression analysis

| 变量 | 赋值 | β | SE | Wald值 | P值 | OR值 | 95%CI |
|-------------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|----------------|
| 手术外伤史 | 有=1;无=0 | 3.825 | 0.750 | 26.041 | <0.001 | 45.842 | 10.549~199.215 |
| 下肢制动/卧床>3 d | 有=1;无=0 | 4.325 | 0.534 | 65.596 | <0.001 | 75.538 | 26.525~215.117 |
| 呼吸困难 | 有=1;无=0 | 2.532 | 0.490 | 26.721 | <0.001 | 12.576 | 4.815~32.841 |
| 晕厥 | 有=1;无=0 | 3.698 | 1.530 | 5.844 | 0.016 | 40.349 | 2.013~808.644 |
| SpO_2 | 连续型变量 | -0.426 | 0.080 | 28.258 | <0.001 | 0.653 | 0.558~0.764 |
| D-二聚体 | 连续型变量 | 0.155 | 0.031 | 25.263 | <0.001 | 1.168 | 1.099~1.241 |
| 电轴右偏 | 有=1;无=0 | 4.822 | 0.521 | 85.547 | <0.001 | 124.272 | 44.726~345.293 |
| CRBBB | 有=1;无=0 | 1.606 | 0.753 | 4.544 | 0.033 | 4.983 | 1.138~21.816 |

2.4 列线图建立 基于上述多因素logistic回归分析结果,利用R软件构建急性胸痛患者诊断PTE的列线图预测模型。示例见图1。根据列线图,可以得到各预测指标对应的得分,将得分进行累加得出总分,从而得到急性胸痛患者发生PTE的风险概率。

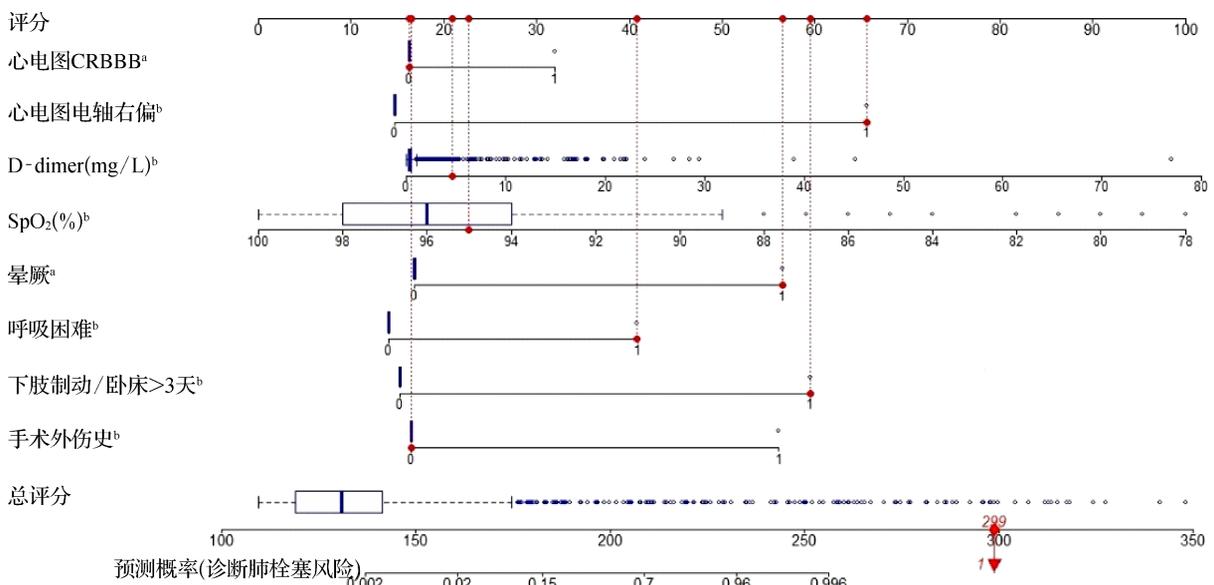
2.5 列线图预测模型的内部验证 应用建模数据绘制ROC曲线评估该模型的预测性能。结果显示,

ROC曲线下面积(AUC)为0.985,95%CI(0.969~0.999), $P<0.01$,特异度94.51%,灵敏度95.73%,阳性预测值43.75%,阴性预测值99.80%。见图2A。列线图校准曲线(图2B)显示,该预测模型校准曲线与标准曲线较为接近,Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示 $\chi^2=14.077, P=0.080$,表明该模型拟合效果良好。

2.6 列线图预测模型的外部验证 将2021年1月至2021年3月就诊的654例急性胸痛患者的研究数据作为测试集对上述列线图预测模型进行外部验证,结果显示,AUC为0.924,95%CI:0.872~0.977, $P<0.01$,表明该模型有较好的区分度。见图3A。绘制外部验证数据的校准曲线,可见校准曲线与理想曲线有很好的相关性,提示模型的准确度较好。见图3B。Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示 $\chi^2=615.690, P=0.986$,表明该模型可以很好的拟合。

3 讨论

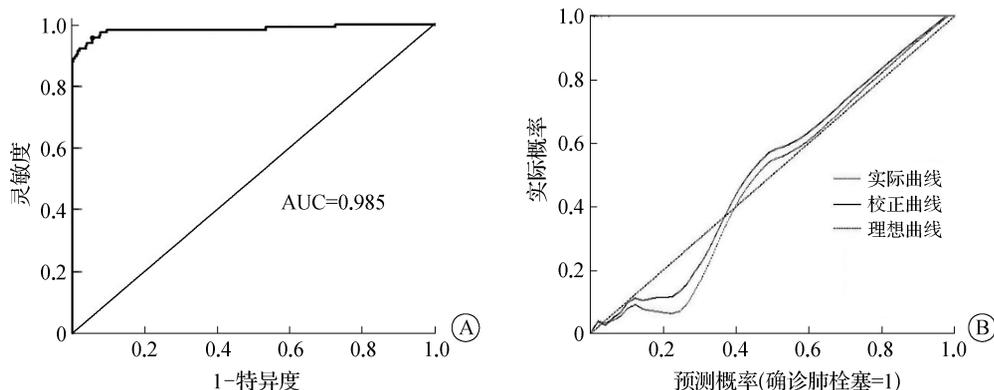
PTE是一种常见的、可能致命的急性心血管疾病,极易误诊或漏诊,病死率高,必须及时诊断和治疗^[5-6]。目前,临床上对PTE的诊断依赖大型的影像学检查,近期一项研究表明,急诊对于疑似肺栓塞的胸痛患者进行肺动脉CT血管造影(CTA)检查,阳性率仅为11.6%^[7]。目前相关指南推荐的Wells评分和修正的Geneva量表是临床常用的预测肺栓塞的工具,



注:一位急性胸痛患者无心电图CRBBB、有心电图电轴右偏、D-二聚体4.57 mg/L、 SpO_2 95%、伴有晕厥症状、伴有呼吸困难、有下肢制动/卧床>3 d、无手术外伤史,每个指标分别向评分轴画垂直线,得到总评分为16+17+21+23+41+56+59+66=299,对应PTE风险概率为1。^a $P<0.05$,^b $P<0.01$ 。

图1 急性胸痛患者发生PTE风险的列线图

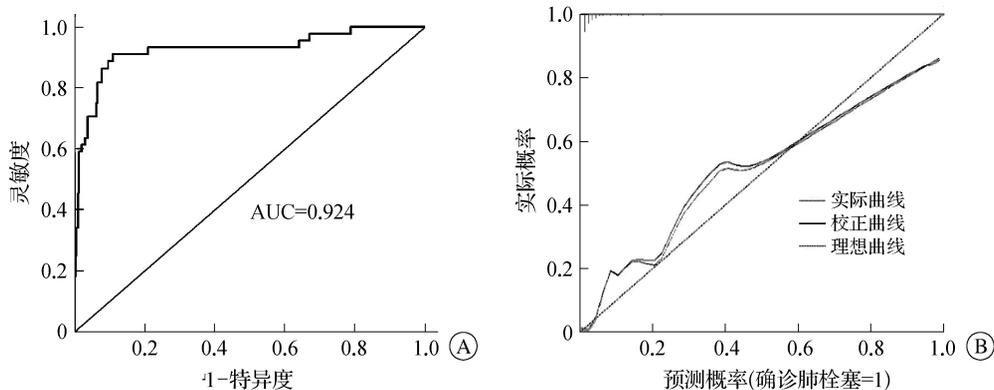
Fig. 1 Nomogram risk model of PTE in patients with acute chest pain



注:A为ROC曲线,B为校正曲线。

图2 列线图模型预测急性胸痛患者PTE风险的内部验证

Fig. 2 Internal validation of the nomogram model for predicting PTE risk in patients with acute chest pain



A为ROC曲线,B为校正曲线。

图3 列线图模型预测急性胸痛患者PTE风险的外部验证

Fig. 3 External validation of the nomogram model for predicting PTE risk in patients with acute chest pain

但上述量表评分条目多,临床应用起来比较复杂、耗时,对PTE的诊断效能仍不够理想。近年来,荷兰的一项多中心研究提出了YEARS评分法^[8],是一种相对简单快速的方法,可以减少不必要的CTA检查,但是否能在国内临床推广应用尚不确切。本研究参考了上述评分模式,基于胸痛中心数据库,构建了PTE的早期诊断模型,发现手术外伤史、下肢制动/卧床>3d、伴呼吸困难、伴晕厥、D-二聚体水平高、心电图电轴右偏和CRBBB是胸痛患者诊断PTE的独立危险因素,入院SpO₂水平高是独立保护因素,并采用列线图的方式进行可视化呈现,使模型更直观,可为临床医生提供新的诊断PTE的实用工具。

研究表明,手术或外伤会使发生静脉血栓的风险显著增加,且发生的风险随手术创伤的侵袭性增大而增加^[9]。手术或外伤会激活人体凝血系统,造成机体处于高凝状态,使形成血栓的风险增加,且患者手术或

外伤后肢体活动受限,更容易形成血栓。有报道,普外科急诊手术患者的静脉血栓栓塞率为2.5%^[10-11],其中近三分之一出现静脉血栓栓塞的患者在术后重返医院^[12],因此除非有出血等绝对禁忌证,都应考虑使用抗凝药物预防血栓形成。PTE栓子来源最常见的部位是下肢静脉系统,各种原因导致的双下肢制动、卧床,会造成下肢血液循环障碍,形成静脉血栓,血栓脱落则会造成PTE。本组PTE病例中下肢制动/卧床>3d的患者高达67.52%,明显高于非PTE胸痛组(0.99%),是独立危险因素。因此,对于下肢制动/卧床>3d的急诊胸痛患者要高度怀疑是否发生了PTE。

PTE症状多样,缺乏特异性,典型的临床表现为呼吸困难、胸痛和咯血三联征,但仅见于不到20%的患者。本组因胸痛就诊的PTE患者中,合并呼吸困难者占59.83%,而合并咯血者仅7.69%,伴呼吸困难

是独立预测因素。呼吸困难主要与肺血管栓塞后肺动脉压升高有关^[13]。本组 PTE 病例中出现晕厥症状者占 9.40%，也是诊断 PTE 的独立因素，肺血管的血流突然中断，导致右心功能不全，进而影响左心排量，造成脑供血不足。出现一过性意识丧失的情况，伴有晕厥症状的 PTE 患者往往提示病情较重，临床应高度重视^[14]。

SpO₂ 是评估机体是否缺氧最简便的方式，本研究列线图模型可以直观的看出胸痛患者 SpO₂ 越低发生 PTE 的风险越高。D-二聚体是一种特异性的纤溶过程标记物，目前已广泛应用于临床，特别是近几年现场快速检验(POCT)技术的发展，使临床医生可以在床旁快速获得检验结果，大大节省了患者等待时间。已有大量文献证实了 D-二聚体对肺栓塞的诊断价值^[15-16]，也是 YEARS 评分法中一项非常重要的参数，其灵敏度高，特异度差，本研究也再次证实了 D-二聚体对胸痛患者诊断 PTE 的作用。

心电图因其简便易行，可以快速获得结果，对急诊胸痛患者诊断有着不可替代的作用。PTE 发生后会造成肺动脉压力升高，使右心室的后负荷增大，造成右心功能不全，引起相应的心电图改变，但往往心电图表现并不特异，本研究发现 S_I Q_{III} T_{III} 改变不能作为诊断 PTE 的依据。而心电图出现电轴右偏、CRBBB 往往提示患者右心负荷过重，可以为临床医师诊断 PTE 提供参考。

综上所述，本研究基于胸痛中心数据库，建立了 PTE 的早期诊断模型，并对模型进行了内部和外部验证，验证结果表明模型有较好的预测性能，ROC 曲线分析显示模型的灵敏度、特异度、阴性预测值均较高，但阳性预测值相对较低(43.75%)，这是模型的不足之处，提示本模型在应用过程中可能有一定的假阳性率，但用于排除诊断还是比较可靠的，这有助于临床医生进行正确的决策，且列线图的应用使模型更直观，为临床医师诊断 PTE 提供了新的思路。然而，本研究仍存在很多不足之处，样本量的限制，以及单中心、回顾性研究使模型的构建受限，对于模型的可靠性需要更大样本、多中心、前瞻性的研究进一步验证。
利益冲突 无

参考文献

[1] Bishay VL, Adenikinju O, Todd R. FlowTrier Retrieval System for the treatment of pulmonary embolism: overview of its safety and efficacy[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2021, 18(11): 1039-1048.

- [2] Essien EO, Rali P, Mathai SC. Pulmonary embolism[J]. *Med Clin North Am*, 2019, 103(3): 549-564.
- [3] Settelmeier S, Hochadel M, Giannitsis E, et al. Management of pulmonary embolism: results from the German chest pain unit registry [J]. *Cardiology*, 2021, 146(3): 304-310.
- [4] Frölich A, Neumann C. Acute pulmonary embolism[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2017, 114(22/23): 398.
- [5] Duffett L, Castellucci LA, Forgie MA. Pulmonary embolism: update on management and controversies[J]. *BMJ*, 2020, 370: m2177.
- [6] Huang LL, Yin CY, Gu XY, et al. Severe pulmonary tuberculosis complicated with insidious pulmonary thromboembolism: a case report and literature review[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2020, 49(4): 644-650.
- [7] Clements W, AL McMahon G, Joseph T, et al. Risk stratification of emergency department patients with acute pulmonary thromboembolism: is chest pain a reason to investigate? [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2021, 65(7): 864-868.
- [8] Van der Hulle, T, Cheung WY, Kooij S, et al. Simplified diagnostic management of suspected pulmonary embolism (the YEARS study): a prospective, multicentre, cohort study[J]. *Lancet*, 2017, 390(10091): 289-297.
- [9] Ross SW, Kuhlenschmidt KM, Kubasiak JC, et al. Association of the risk of a venous thromboembolic event in emergency vs elective general surgery[J]. *JAMA Surg*, 2020, 155(6): 503-511.
- [10] Pahlkötter MK, Mohidul S, Moen MR, et al. BMI and VTE risk in emergency general surgery, does size matter?: an ACS-NSQIP database analysis[J]. *Am Surg*, 2020, 86(12): 1660-1665.
- [11] Murphy PB, Vogt KN, Lau BD, et al. Venous thromboembolism prevention in emergency general surgery: a review[J]. *JAMA Surg*, 2018, 153(5): 479-486.
- [12] Rattan R, Cioci AC, Urréchaga EM, et al. Readmission for venous thromboembolism after emergency general surgery is underreported and influenced by insurance status[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2021, 90(1): 64-72.
- [13] Sanchez O, Caumont-Prim A, Riant E, et al. Pathophysiology of dyspnoea in acute pulmonary embolism: a cross-sectional evaluation [J]. *Respirology*, 2017, 22(4): 771-777.
- [14] 闭春萍,张毅,赵立,等.急性肺栓塞晕厥和不良预后关系的研究[J]. *中国心血管杂志*, 2018, 23(6): 454-458.
- Bi CP, Zhang Y, Zhao L, et al. Association between syncope and adverse prognosis in patients with acute pulmonary embolism [J]. *Chin J Cardiovasc Med*, 2018, 23(6): 454-458.
- [15] Freund Y, Chauvin A, Jimenez S, et al. Effect of a diagnostic strategy using an elevated and age-adjusted D-dimer threshold on thromboembolic events in emergency department patients with suspected pulmonary embolism: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 326(21): 2141-2149.
- [16] Kearon C, de Wit K, Parpia S, et al. Diagnosis of pulmonary embolism with D-dimer adjusted to clinical probability [J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(22): 2125-2134.

收稿日期: 2022-11-26 修回日期: 2023-03-05 编辑: 王国品