

CMAAIC 2023中国医学人工智能大会

China Medical Artificial Intelligence Conference

分论坛口头交流





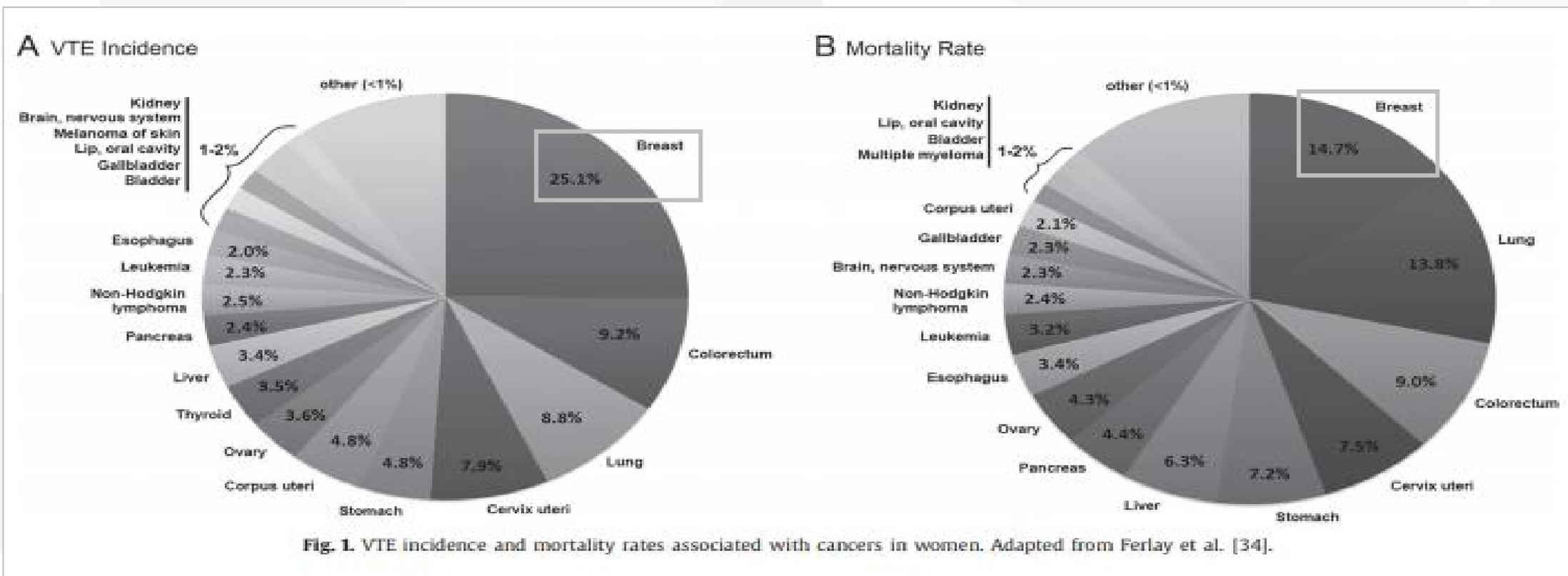
基于集成学习的乳腺癌术后住院患者VTE风险预测模型的构建

首都医科大学护理学院 **李静** 博士研究生

Email: ljlss1107@163.com

1. 研究背景

- 静脉血栓栓塞症（VTE）指血液在静脉内不正常地凝结成血栓，造成血管完全或不完全阻塞，包括深静脉血栓形成（DVT）和肺血栓栓塞（PE）；
- 女性癌症相关的VTE发生率和死亡率，乳腺癌分别占**25.1%**和**14.7%**；
- 高质量的血栓风险评估模型识别血栓高危患者可有效降低血栓的发生



1. 研究背景

➤ 常用的癌症患者VTE评估工具

➤自1991年以来，国际上开始出现多种癌症患者 VTE 的 RAMs，但各有侧重和局限

Caprini风险评估表

- 多维度评估，评估结果准确客观，外科普适；
- 条目较多，临床操作复杂；
- 特异度低，误诊率高；

年龄 (岁)	分值	体重指数(BMI) 体重 (kg) /身高 (m) ²	分值	活动	分值
10-30 岁	0	低体重 <18.5	0	自由活动	0
31-40	1	平均体重 18.5-22.9	1	自行使用助行工具	1
41-50	2	超重 23.0-24.9	2	需要他人协助	2
51-60	3	肥胖 25.0-29.9	3	使用轮椅	3
61-70	4	过度肥胖 ≥30	4	绝对卧床	4
70 以上	5				
创伤风险 (术前评分项目)	分值	特殊风险	分值	评估指引	
头部受伤	1	口服避孕药		分值范围 (分) 危险等级	
胸部受伤	1	20-35 岁	1	≤10	低风险
脊柱受伤	2	35 岁以上	2	10-14	中风险
骨盆受伤	3	激素治疗	2	≥15	高风险
下肢受伤	4	怀孕/产褥期	3		
		血栓形成	4		
高危疾病	分值	外科手术 (只选择一个合适的手术)	分值		
溃疡性结肠炎	1	小手术 <30min	1		
红细胞增多症	2	择期大手术	2		
静脉曲张	3	急诊大手术	3		
慢性心脏病	3	胸部手术	3		
急性心肌梗死	4	腹部手术	3		
恶性肿瘤	5	泌尿系手术	3		
脑血管疾病	6	神经系统手术	3		
静脉栓塞病史	7	妇科手术	3		
		骨科 (腰部以下) 手术	4		

1. 研究背景

Wells DVT 量表

- 条目较少，外科普适
- 其评估内容侧重血栓的症状和体征

Khorana 评分及其系列修订版

- 门诊化疗癌症患者最广泛应用；
- 对乳腺癌患者住院VTE的评估效果不佳

病史及临床表现	分数
肿瘤	1
瘫痪或近期下肢石膏固定	1
近期卧床>3天或近4周内大手术	1
沿深静脉走行的局部压痛	1
全下肢水肿	1
与健侧相比，小腿周径增大>3cm	1
DVT病史	1
凹陷性水肿（症状侧下肢）	1
浅静脉侧枝循环（非静脉曲张）	1

Patient characteristic	Risk score
Site of cancer	
Very high risk (stomach, pancreas)	2
High risk (lung, lymphoma, gynecologic, bladder, testicular)	1
Prechemotherapy platelet count $350 \times 10^9/L$ or more	1
Hemoglobin level less than 100 g/L or use of red cell growth factors	1
Prechemotherapy leukocyte count more than $11 \times 10^9/L$	1
BMI 35 kg/m^2 or more	1

1. 研究背景

➤ 疾病风险评估模型 (Risk Prediction Models, RPMs)

以疾病的常见危险因素为依据，运用统计学的方法建立模型，将多种危险因素和疾病发生概率确定为一种定量关系，以预测和评估个体疾病发生的可能性

- Framingham RAMs
- Rothman-Keller RAMs
- Cox比例风险模型
- Logistic回归



Development and validation of a risk assessment nomogram for venous thromboembolism associated with hospitalized postoperative Chinese breast cancer patients

Jing Li | Wan-Min Qiang | Yan Wang | Xiao-Yuan Wang

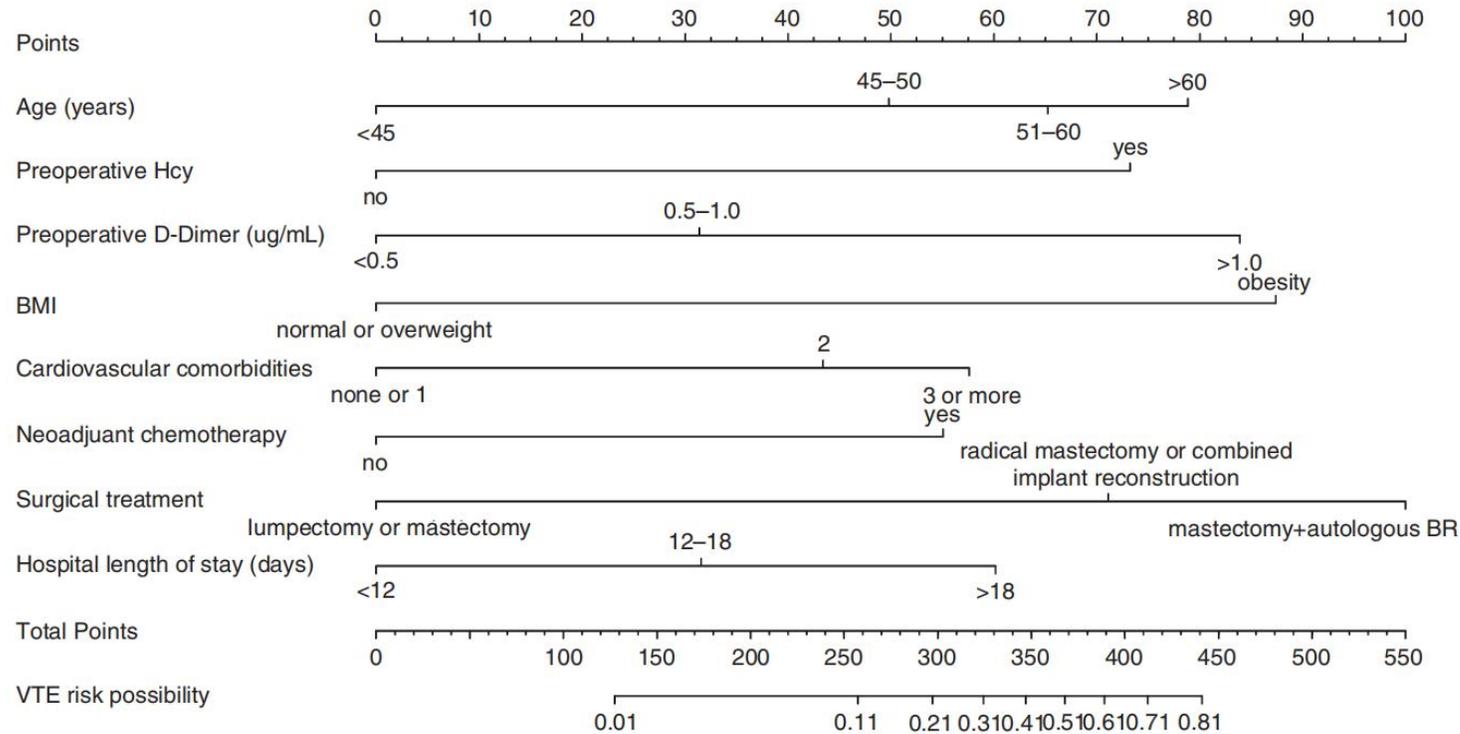


FIGURE 1 Nomogram to predict the probability of venous thromboembolism with postoperative breast cancer patients. Note: BMI, body mass index; Hcy, homocysteine; VTE, venous thromboembolism

- Optimal cut-off = 0.39
- ROC = 0.805 (0.740~0.870)
- $P = 0.570$ of the calibration test
- DCA : 5%~30%

1. 研究背景

➤ 疾病风险评估模型 (Risk Prediction Models, RPMs)

以疾病的常见危险因素为依据，运用统计学的方法建立模型，将多种风险因素和疾病发生概率确定为一种定量关系，以预测和评估个体疾病发生的可能性

- Framingham RAMs
- Rothman-Keller RAMs
- Logistic回归、Cox比例风险模型

- **机器学习模型**

- ✓ 多数基于普遍癌症患者人群，未经过该人群的验证
- ✓ 少部分基于乳腺癌人群，但基于单种机器学习构建，在预测精度上还有很大的提高空间

**本研究拟构建基于集成学习策略的专科乳腺癌术后住院患者的
VTE风险预测模型！**

2. 研究过程和方法

➤ 数据来源

- 本研究数据来自某三级甲等肿瘤专科医院乳腺中心
- 2020年1月1日至2021年12月31日期间799例乳腺癌术后患者的数据
- 纳入研究者均接受了超声扫描以验证是否发生VTE
- 其中有VTE的 481 例，无VTE的 318 例
- 以血栓的发生作为样本校准的标记（以VTE: 1，无VTE: 0）

2. 研究过程和方法

➤ 特征提取

➤ 本研究特征的选取是基于之前关于乳腺癌患者VTE风险因素的meta分析研究，并充分结合了临床专家意见，最终确定20个潜在的相关特征。

- **一般资料：**年龄、住院时长和BMI
- **疾病相关资料：**心血管合并症（有、无）、新辅助化疗（有、无）、手术方式（乳房保乳术，单侧单纯乳房切除术，乳房全切术伴淋巴结活检术，单侧乳房改良根治术和乳房根治术联合重建术）、病理类型（原位癌，浸润性导管/小叶癌和其他类型）、TNM分期
- **实验室检查：**血红蛋白（Hb）、红细胞压积（HCT）、白细胞计数（WBC）、血小板计数（PLT）、同型半胱氨酸（Hcy）、凝血酶原时间（PT）、活化部分凝血活酶时间（APTT）、纤维蛋白原（Fbg）、抗凝血酶（AT-III）、血小板压积（Pc）、第八因子（F-VIII）和D-二聚体（D-dimer）

2. 研究过程和方法

· 科研论著 ·

乳腺癌病人静脉血栓栓塞症风险预测模型的构建

李 静¹, 强万敏^{1*}, 张方圆¹, 李笑阳², 任佳蕾³

表1 Meta分析结果及异质性分析

危险因素	分组	研究数量 (个)	病例数 (例)	样本量 (例)	固定/随机效应模型		I ² (%)	P
					RR	95%CI		
年龄	≥50岁 vs <50岁	4	383	1 232	1.52	[0.97, 2.39]	51	0.070
BMI ^①	≥30 kg/m ² vs <30 kg/m ²	6	1 595	14 997	1.89	[1.56, 2.28]	15	0.001
吸烟	是 vs 否	5	580	69 370	0.95	[0.58, 1.56]	58	0.840
高血压	是 vs 否	12	19 771	280 979	2.09	[1.54, 2.83]	76	0.001
高血压 ^②	是 vs 否	8	1 136	4 427	1.63	[1.33, 1.98]	15	0.001
糖尿病 ^①	是 vs 否	11	19 806	280 979	1.42	[1.52, 1.80]	55	0.004
冠心病	是 vs 否	7	19 654	279 383	3.04	[2.39, 3.88]	87	0.001
冠心病 ^②	是 vs 否	4	794	3 084	2.24	[1.45, 3.47]	0	0.001
既往血栓史 ^①	是 vs 否	6	763	54 145	5.66	[2.91, 11.01]	53	0.001
远处转移	是 vs 否	4	19 459	289 788	1.48	[1.12, 1.95]	82	0.006
远处转移 ^③	是 vs 否	3	884	13 760	1.05	[0.78, 1.41]	0	0.740
病理分型 ^①	浸润性导管癌 vs 其他	4	862	1 356	3.05	[1.76, 5.29]	22	0.001
分子分型	“三阴” vs 其他	3	19 326	276 842	1.12	[0.91, 1.37]	33	0.300
乳腺手术(3个月内) ^④	是 vs 否	3	683	13 357	1.44	[1.12, 1.84]	51	0.005
化疗 ^①	是 vs 否	3	884	13 760	1.48	[1.11, 1.97]	44	0.008
内分泌治疗	是 vs 否	6	974	16 325	2.33	[1.00, 5.43]	70	0.050
他莫昔芬类 ^④	是 vs 否	4	732	13 687	3.38	[2.08, 5.50]	29	0.001
CVC ^①	是 vs 否	5	419	2 134	1.82	[1.21, 2.72]	17	0.004

①为Meta综合结果差异有统计学意义且纳入模型的危险因素；

②危险因素按照种族进行亚组分析,黄色人种的结果；

③危险因素进行敏感性分析的结果；

④内分泌治疗因素按照药物种类进行亚组分析,为他莫昔芬类药物结果。

10个变量具有统计学差异

- BMI
- 高血压
- 糖尿病
- 冠心病
- 既往血栓史
- 浸润性导管癌
- 乳腺手术 (3个月内)
- 化疗
- 他莫昔芬类药物
- 中心静脉置管

2. 研究过程和方法

➤ 数据清洗与预处理

- 部分连续变量划分为有序变量
依据为临床参考值范围、最佳截断值
- 分类变量赋值
- 数据缺失时，均值填补

变量中文名	变量英文名	赋值/单位
年龄	Age	岁
住院时长	LOS	天
体质指数	BMI	kg/m ²
BMI分级	BMI_cat	1=偏瘦=Emaciation; 2=正常=N; 3=超重=Overweight; 4=肥胖=Obesity
心血管类合并症	Cardio_com	1=有; 0=无
新辅助化疗	Neoadj_chemo	1=有; 0=无
手术方式	Surgery	1=单侧单纯乳房切除术; 2=单侧乳房改良根治术; 3=乳房保乳手术; 4=乳房根治术联合重建术; 5=乳房全切术伴淋巴结活检术
病理类型	Pathology	1=原位癌; 2=浸润性导管/小叶癌; 3=其他类型
TNM分期	TNM	0、1、2、3、4 (3例缺失, 3填补)
血红蛋白	Hb	g/L
血红蛋白分级	Hb_cat	1=偏低=115以下; 2=正常=115~150; 3=偏高=150以上
红细胞压积	HCT	%
红细胞压积分级	HCT_cat	1=偏低=35以下; 2=正常=35~45; 3=偏高=45以上
白细胞	WBC	10 ⁹ /L
白细胞分级	WBC_cat	1=偏低=3.5以下; 2=正常=3.5~9.5; 3=偏高=9.5以上
血小板	PLT	10 ⁹ /L
血小板分级	PLT_cat	1=偏低=125以下; 2=正常=125~350; 3=偏高=350以上
同型半胱氨酸	HCY	μmol/L (3例缺失, 均值填补)
同型半胱氨酸分级	HCY_cat	0=正常=0~15; 1=偏高=15以上
凝血酶原时间	PT	s
凝血酶原时间分级	PT_cat	1=偏低=9.6以下; 2=正常=9.6~13.7; 3=偏高=13.7以上
活化部分凝血酶原时间	APTT	s
活化部分凝血酶原时间分级	APTT_cat	1=偏低=22.7以下; 2=正常=22.7~36.4; 3=偏高=36.4以上
纤维蛋白原	Fbg	g/L
纤维蛋白原分级	Fbg_cat	1=偏低=2.0以下; 2=正常=2.0~4.0; 3=偏高=4.0以上

2. 研究过程和方法

➤ 模型构建

➤ 集成学习策略构建模型：

Stacking集成、SuperLearner集成

➤ 基分类器：ANN、SVM、随机森林、GBM模型和XGBoost模型

➤ 元分类器：Logistic Regression

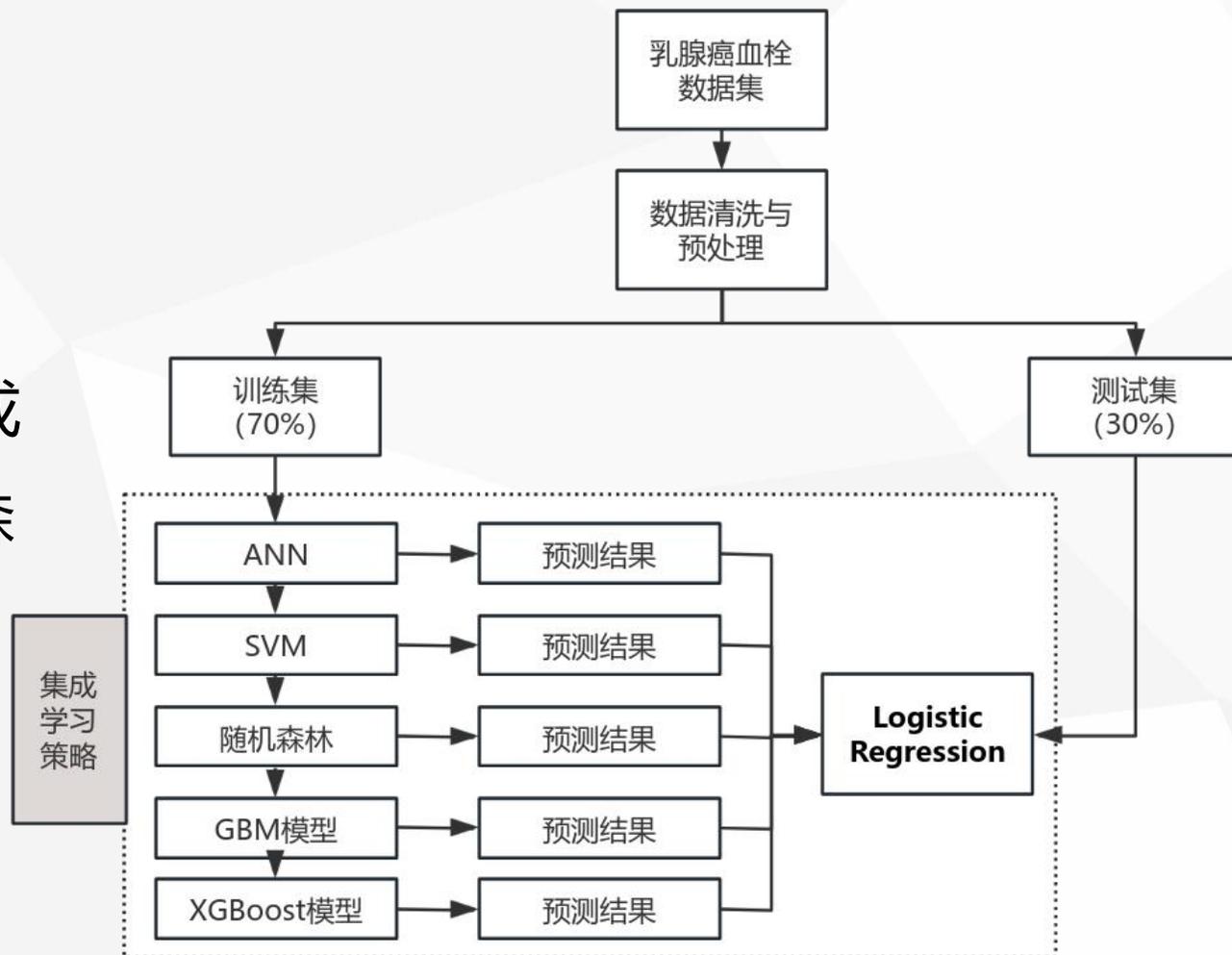


图1 基于集成学习的乳腺血栓发生预测模型构建

2. 研究过程和方法

➤ 模型评价

(1) 模型评价指标

- 区分度：接受者操作特性曲线下面积（ROC曲线下面积：AUC），灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值
- 校准度：校准曲线和Brier评分
- 临床实用性：DCA曲线（decision curve analysis）

(2) 对比算法

- 为了验证本文提出的集成学习方法在预测乳腺癌血栓发生中的性能，设置了对比算法进行性能比较。主要包括集成学习的五种基分类器：ANN、SVM、随机森林、GBM和XGBoost以及LR和Khorana评分

3. 研究结果

➤ 单因素分析

- **12个因素统计差异显著：**年龄、BMI、新辅助化疗、手术类型、TNM分期、红细胞压积（HCT）、同型半胱氨酸（HCY）、血浆凝血酶原时间测定（PT）、活化部分凝血活酶时间（APTT）、纤维蛋白原（Fbg）、凝血因子VIII和D-dimer

➤ 训练集和验证集变量特征比较

- 病理组织类型和活化部分凝血活酶时间（APTT）组间具有统计学差异，其他因素组间无统计学差异

表 1 799 例患者变量特征描述和单因素分析

Variables	Total (n = 799)	VTE=no (n = 318)	VTE=yes (n = 481)	Z/ χ^2	P
Age	56 (48, 64)	52 (45, 60)	59 (50, 66)	-7.131	< 0.001
LOS	13 (10, 17)	13 (10, 17)	13 (10, 17)	-0.124	0.901
BMI.cat				Fisher	< 0.001
1.00	7 (1)	6 (2)	1 (0)		
2.00	310 (39)	157 (49)	153 (32)		
3.00	362 (45)	126 (40)	236 (49)		
4.00	120 (15)	29 (9)	91 (19)		
Cardio.com				0.017	0.897
0.00	521 (65)	206 (65)	315 (65)		
1.00	278 (35)	112 (35)	166 (35)		
Neoadj.chemo				8.059	0.005
0.00	657 (82)	277 (87)	380 (79)		
1.00	142 (18)	41 (13)	101 (21)		
Surgery				19.221	< 0.001
1.00	76 (10)	30 (9)	46 (10)		
2.00	414 (52)	140 (44)	274 (57)		
3.00	60 (8)	29 (9)	31 (6)		
4.00	47 (6)	16 (5)	31 (6)		
5.00	202 (25)	103 (32)	99 (21)		
Pathology				1.693	0.429
1.00	20 (3)	6 (2)	14 (3)		
2.00	655 (82)	267 (84)	388 (81)		
3.00	124 (16)	45 (14)	79 (16)		
TNM				94.475	< 0.001
0.00	15 (2)	11 (3)	4 (1)		
1.00	202 (25)	104 (33)	98 (20)		
2.00	274 (34)	144 (45)	130 (27)		
3.00	285 (36)	51 (16)	234 (49)		
4.00	23 (3)	8 (3)	15 (3)		
Hb.cat				3.233	0.199
1.00	133 (17)	44 (14)	89 (19)		
2.00	642 (80)	263 (83)	379 (79)		
3.00	24 (3)	11 (3)	13 (3)		
HCT.cat				8.173	0.017
1.00	123 (15)	36 (11)	87 (18)		
2.00	647 (81)	273 (86)	374 (78)		
3.00	29 (4)	9 (3)	20 (4)		
WBC.cat				5.638	0.060

WBC.cat				5.638	0.060
1.00	50 (6)	14 (4)	36 (7)		
2.00	728 (91)	299 (94)	429 (89)		
3.00	21 (3)	5 (2)	16 (3)		
PLT.cat				0.011	0.995
1.00	13 (2)	5 (2)	8 (2)		
2.00	731 (91)	291 (92)	440 (91)		
3.00	55 (7)	22 (7)	33 (7)		
HCY.cat				19.443	< 0.001
0.00	618 (77)	272 (86)	346 (72)		
1.00	181 (23)	46 (14)	135 (28)		
PT.cat				Fisher	0.007
1.00	83 (10)	22 (7)	61 (13)		
2.00	715 (89)	295 (93)	420 (87)		
3.00	1 (0)	1 (0)	0 (0)		
APTT.cat				Fisher	< 0.001
1.00	196 (25)	25 (8)	171 (36)		
2.00	592 (74)	284 (89)	308 (64)		
3.00	11 (1)	9 (3)	2 (0)		
Fbg.cat				22.213	< 0.001
1.00	139 (17)	76 (24)	63 (13)		
2.00	639 (80)	240 (75)	399 (83)		
3.00	21 (3)	2 (1)	19 (4)		
ATIII.cat				Fisher	0.298
1.00	33 (4)	17 (5)	16 (3)		
2.00	761 (95)	300 (94)	461 (96)		
3.00	5 (1)	1 (0)	4 (1)		
Pc.cat				Fisher	0.826
1.00	11 (1)	4 (1)	7 (1)		
2.00	689 (86)	272 (86)	417 (87)		
3.00	99 (12)	42 (13)	57 (12)		
FVIII.cat				Fisher	0.001
1.00	6 (1)	5 (2)	1 (0)		
2.00	432 (54)	190 (60)	242 (50)		
3.00	361 (45)	123 (39)	238 (49)		
D.dimer.cat				48.018	< 0.001
0.00	542 (68)	261 (82)	281 (58)		
1.00	257 (32)	57 (18)	200 (42)		
KS.score				Fisher	0.214
0.00	709 (89)	286 (90)	423 (88)		
1.00	81 (10)	31 (10)	50 (10)		
2.00	9 (1)	1 (0)	8 (2)		

表 2 训练集和验证集变量特征比较 (N=799, Median (Q1,Q3)/n (%))

Variables	Total (n = 799)	训练集 (n = 559)	验证集 (n = 240)	Z/ χ^2	P
Age	56 (48, 64)	57 (48.5, 64)	54.5 (47, 63.25)	-1.498	0.134
LOS	13 (10, 17)	13 (10, 17)	13 (9.75, 17)	-0.175	0.861
BMI.cat				Fisher	0.567
1.00	7 (1)	4 (1)	3 (1)		
2.00	310 (39)	224 (40)	86 (36)		
3.00	362 (45)	250 (45)	112 (47)		
4.00	120 (15)	81 (14)	39 (16)		
Cardio.com				0.655	0.418
0.00	521 (65)	370 (66)	151 (63)		
1.00	278 (35)	189 (34)	89 (37)		
Neoadj.chemo				<0.001	1.000
0.00	657 (82)	460 (82)	197 (82)		
1.00	142 (18)	99 (18)	43 (18)		
Surgery				2.722	0.605
1.00	76 (10)	49 (9)	27 (11)		
2.00	414 (52)	292 (52)	122 (51)		
3.00	60 (8)	44 (8)	16 (7)		
4.00	47 (6)	36 (6)	11 (5)		
5.00	202 (25)	138 (25)	64 (27)		
Pathology				8.190	0.017
1.00	20 (3)	16 (3)	4 (2)		
2.00	655 (82)	444 (79)	211 (88)		
3.00	124 (16)	99 (18)	25 (10)		
TNM				Fisher	0.070
0.00	15 (2)	13 (2)	2 (1)		
1.00	202 (25)	126 (23)	76 (32)		
2.00	274 (34)	199 (36)	75 (31)		
3.00	285 (36)	204 (36)	81 (34)		
4.00	23 (3)	17 (3)	6 (2)		
Hb.cat				0.179	0.914
1.00	133 (17)	95 (17)	38 (16)		
2.00	642 (80)	447 (80)	195 (81)		
3.00	24 (3)	17 (3)	7 (3)		
HCT.cat				1.120	0.571
1.00	123 (15)	91 (16)	32 (13)		
2.00	647 (81)	448 (80)	199 (83)		
3.00	29 (4)	20 (4)	9 (4)		
WBC.cat				0.508	0.776
1.00	50 (6)	37 (7)	13 (5)		
2.00	728 (91)	508 (91)	220 (92)		
3.00	21 (3)	14 (3)	7 (3)		

PLT.cat				Fisher	0.626
1.00	13 (2)	8 (1)	5 (2)		
2.00	731 (91)	510 (91)	221 (92)		
3.00	55 (7)	41 (7)	14 (6)		
HCY.cat				0.509	0.476
0.00	618 (77)	428 (77)	190 (79)		
1.00	181 (23)	131 (23)	50 (21)		
PT.cat				Fisher	0.131
1.00	83 (10)	63 (11)	20 (8)		
2.00	715 (89)	496 (89)	219 (91)		
3.00	1 (0)	0 (0)	1 (0)		
APTT.cat				Fisher	0.034
1.00	196 (25)	150 (27)	46 (19)		
2.00	592 (74)	403 (72)	189 (79)		
3.00	11 (1)	6 (1)	5 (2)		
Fbg.cat				1.070	0.586
1.00	139 (17)	93 (17)	46 (19)		
2.00	639 (80)	450 (81)	189 (79)		
3.00	21 (3)	16 (3)	5 (2)		
ATIII.cat				Fisher	0.586
1.00	33 (4)	21 (4)	12 (5)		
2.00	761 (95)	535 (96)	226 (94)		
3.00	5 (1)	3 (1)	2 (1)		
Pc.cat				Fisher	0.287
1.00	11 (1)	6 (1)	5 (2)		
2.00	689 (86)	488 (87)	201 (84)		
3.00	99 (12)	65 (12)	34 (14)		
FVIII.cat				Fisher	0.191
1.00	6 (1)	4 (1)	2 (1)		
2.00	432 (54)	291 (52)	141 (59)		
3.00	361 (45)	264 (47)	97 (40)		
D.dimer.cat				0.145	0.704
0.00	542 (68)	382 (68)	160 (67)		
1.00	257 (32)	177 (32)	80 (33)		
KS.score				Fisher	0.744
0.00	709 (89)	498 (89)	211 (88)		
1.00	81 (10)	54 (10)	27 (11)		
2.00	9 (1)	7 (1)	2 (1)		
VTE				0.617	0.432
0.00	318 (40)	217 (39)	101 (42)		
1.00	481 (60)	342 (61)	139 (58)		

3. 研究结果

➤ 各模型预测性能比较——区分度

Dataset	Model	AUC	Brier Score	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Train	ANN	0.835	0.160	0.833	0.691	0.787	0.751
	SVM	0.883	0.137	0.882	0.732	0.807	0.829
	RF	0.987	0.070	0.979	0.905	0.936	0.968
	GBM	0.811	0.175	0.838	0.656	0.743	0.774
	XGB	0.829	0.166	0.834	0.659	0.749	0.765
	Stack	0.949	0.104	0.953	0.781	0.833	0.935
	SuperLearner	0.989	0.074	0.981	0.890	0.924	0.972
Khorana	0.511	0.237	0.656	0.394	0.117	0.903	
Validation	ANN	0.803	0.178	0.795	0.685	0.755	0.733
	SVM	0.809	0.174	0.791	0.713	0.791	0.713
	RF	0.842	0.162	0.795	0.787	0.863	0.693
	GBM	0.806	0.182	0.753	0.756	0.856	0.614
	XGB	0.824	0.172	0.873	0.638	0.640	0.871
	Stack	0.836	0.162	0.785	0.758	0.842	0.683
	SuperLearner	0.860	0.153	0.844	0.723	0.777	0.802
Khorana	0.511	0.244	0.621	0.427	0.129	0.891	

3. 研究结果

➤ 各模型预测性能比较——校准度

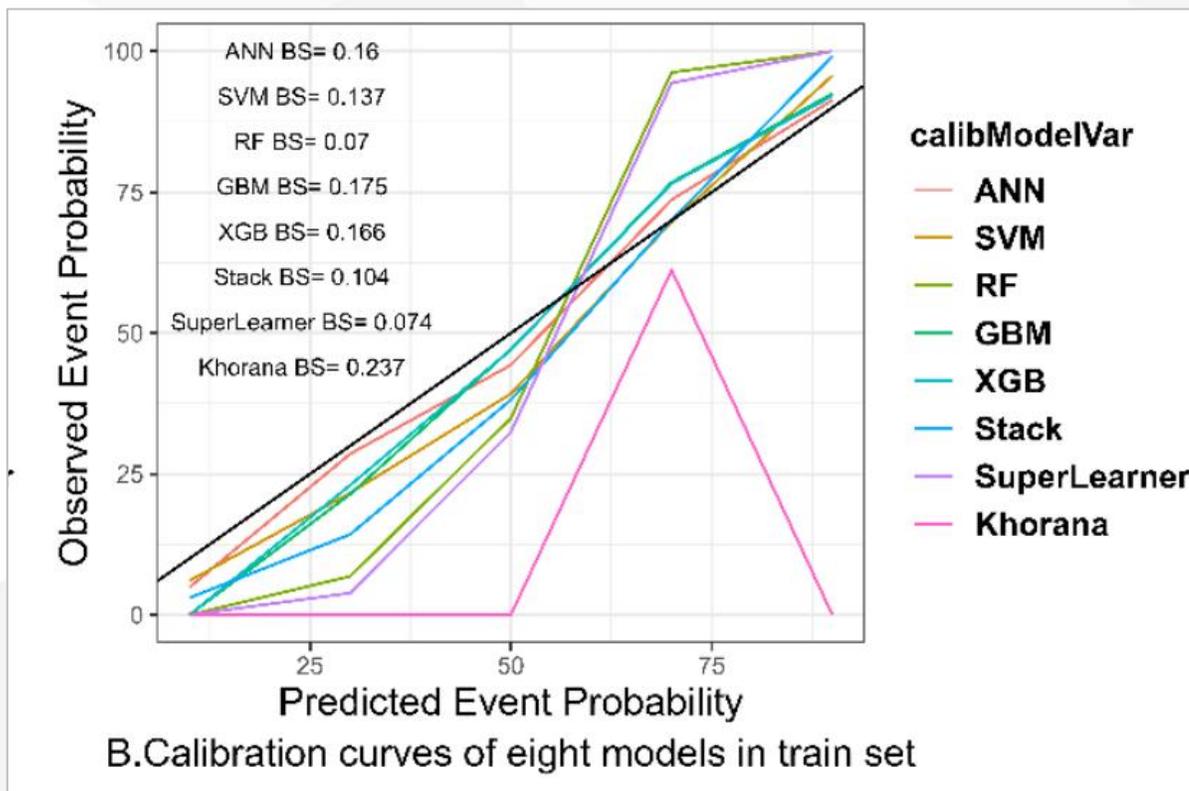


图2 训练组校准曲线

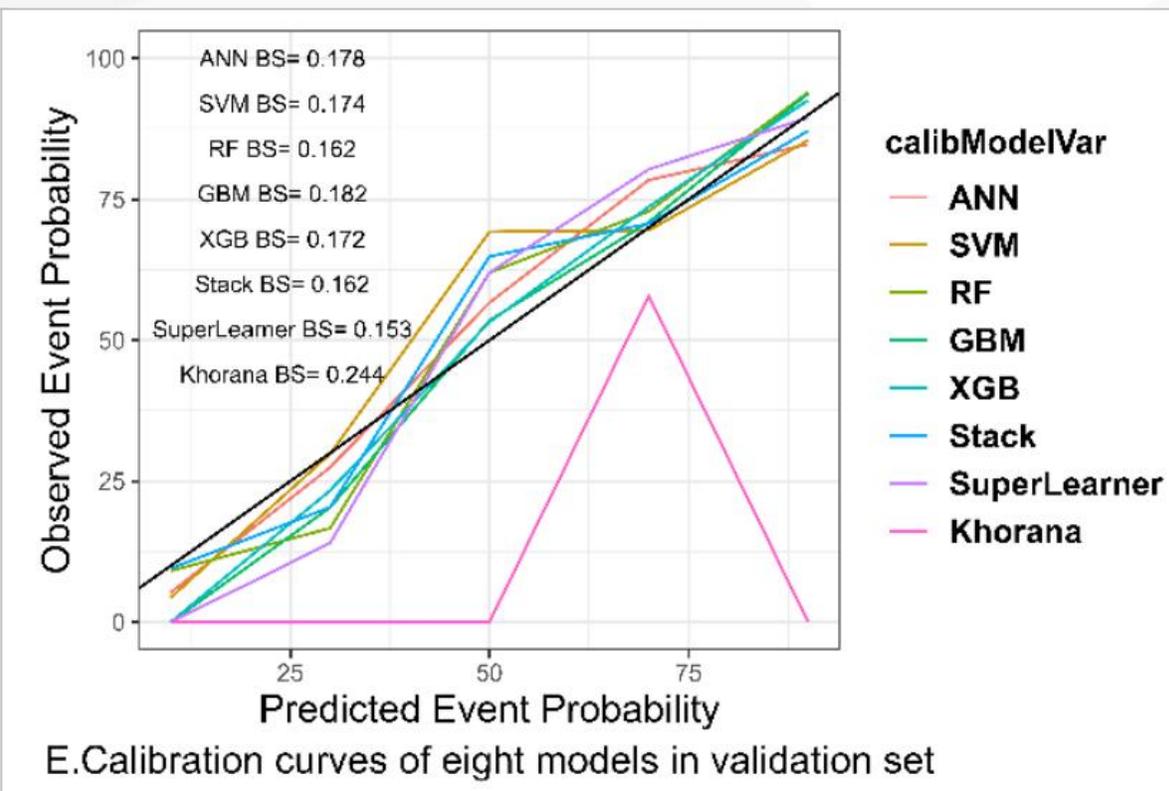


图3 验证组校准曲线

3. 研究结果

➤ 各模型预测性能比较——临床实用性

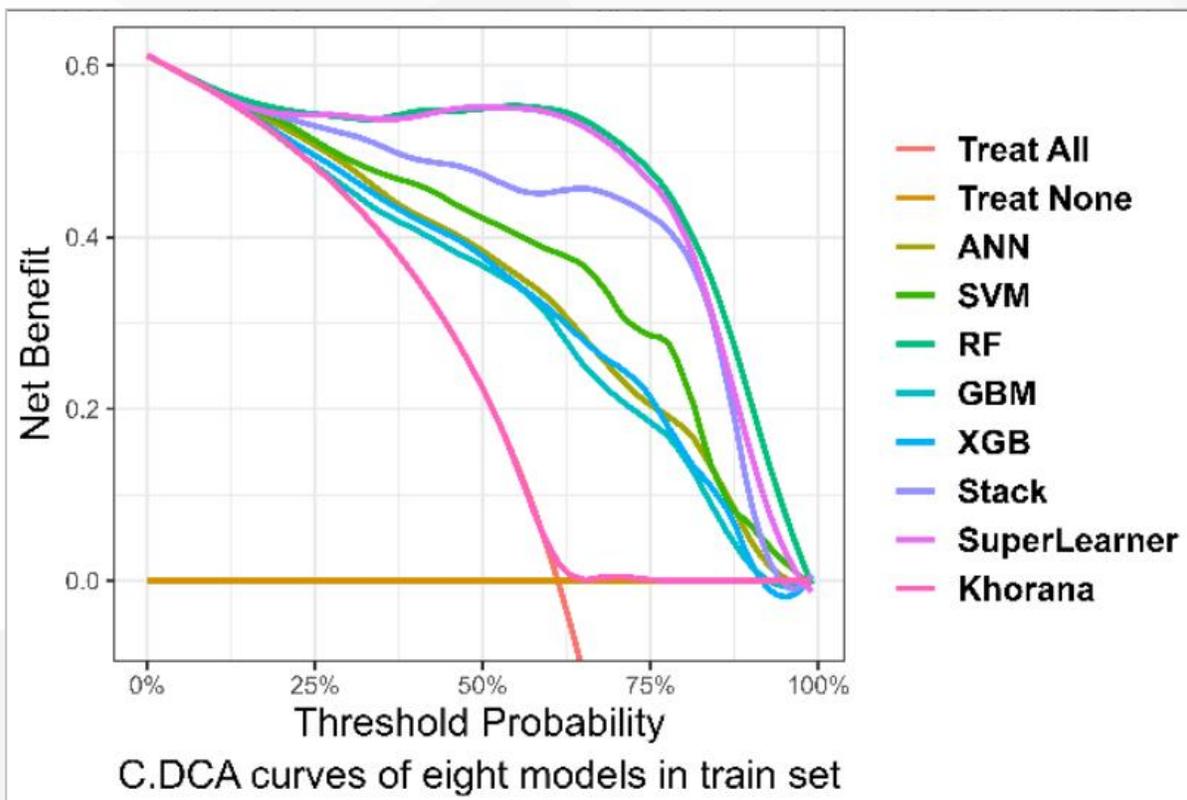


图4 训练组临床决策曲线

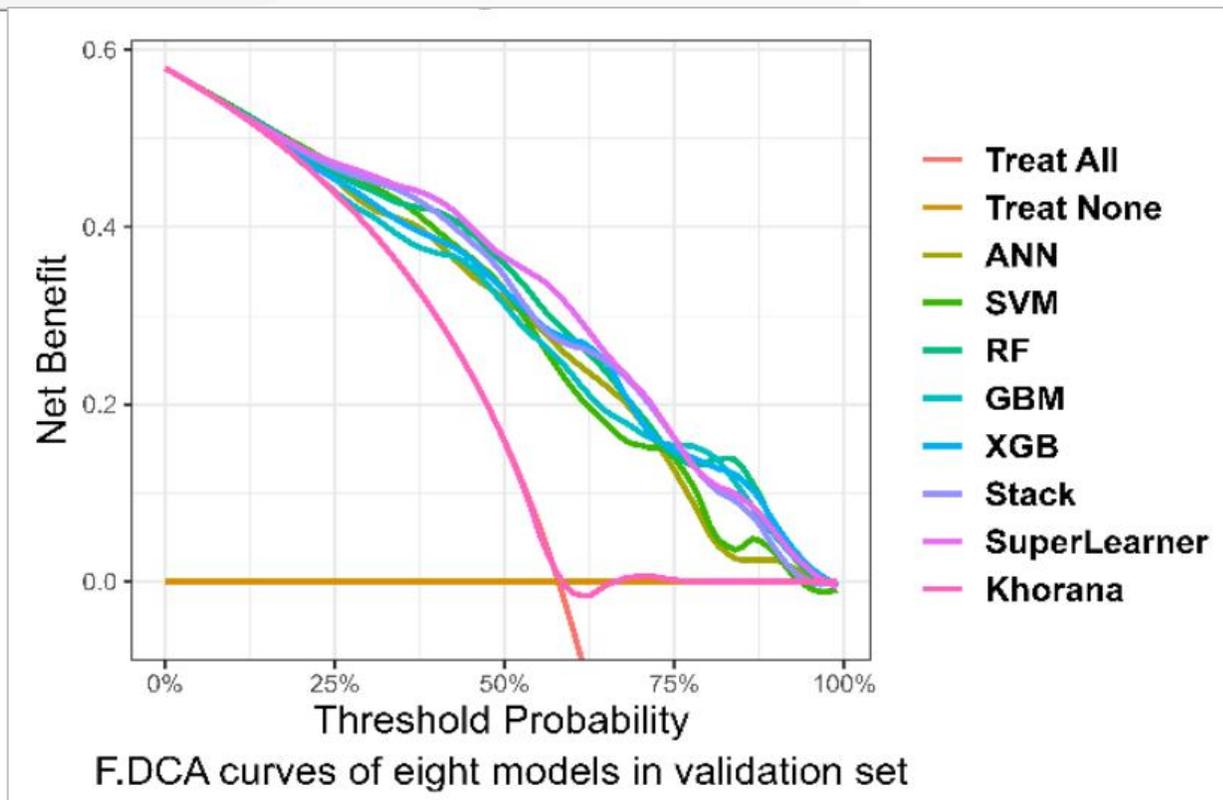


图5 验证组临床决策曲线

3. 研究结果

➤ 最优模型SuperLearner的可解释性分析

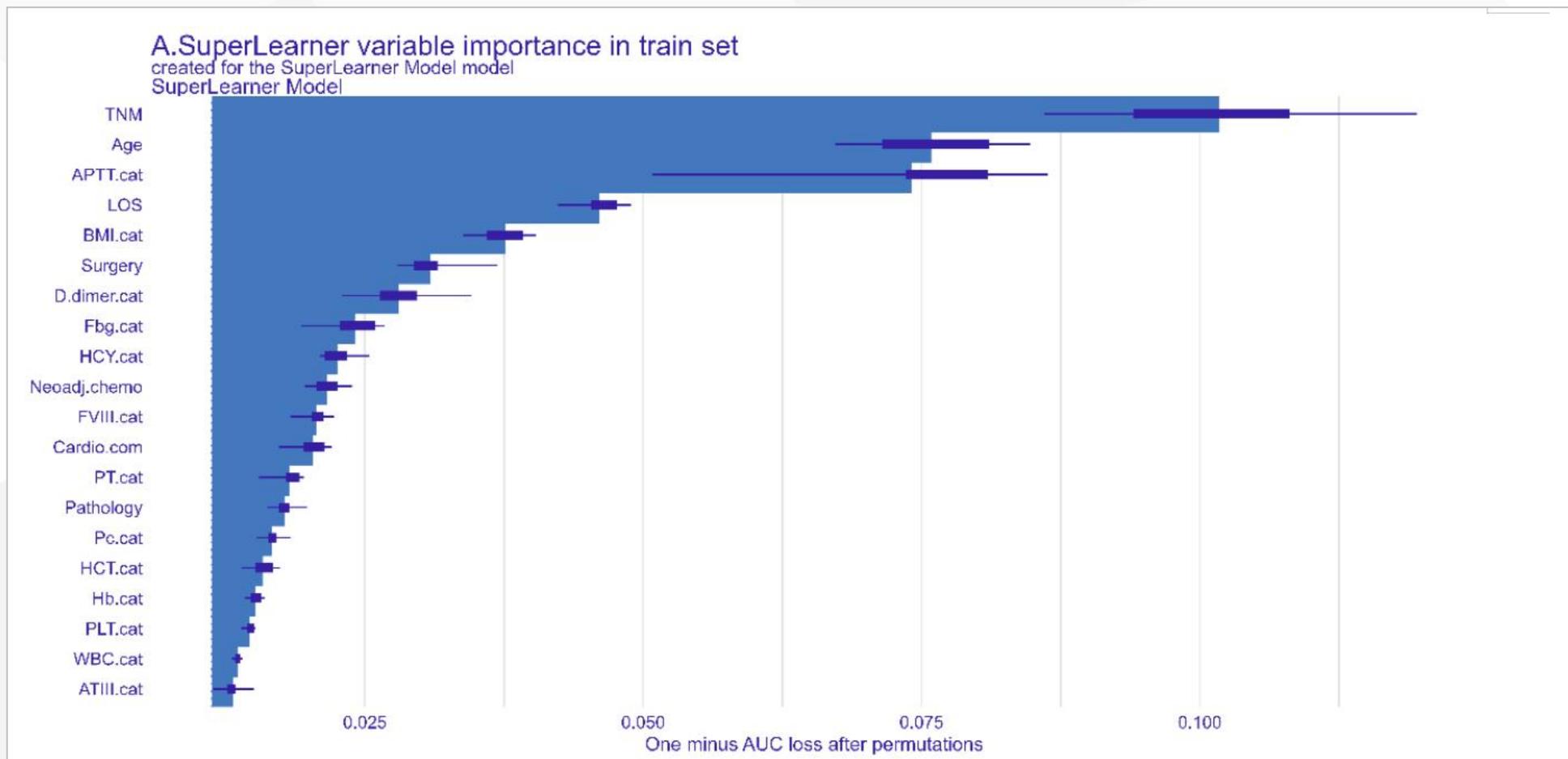


图6 模型各因子重要性分析

3. 研究结果

➤ 最优模型SuperLearner的可解释性分析

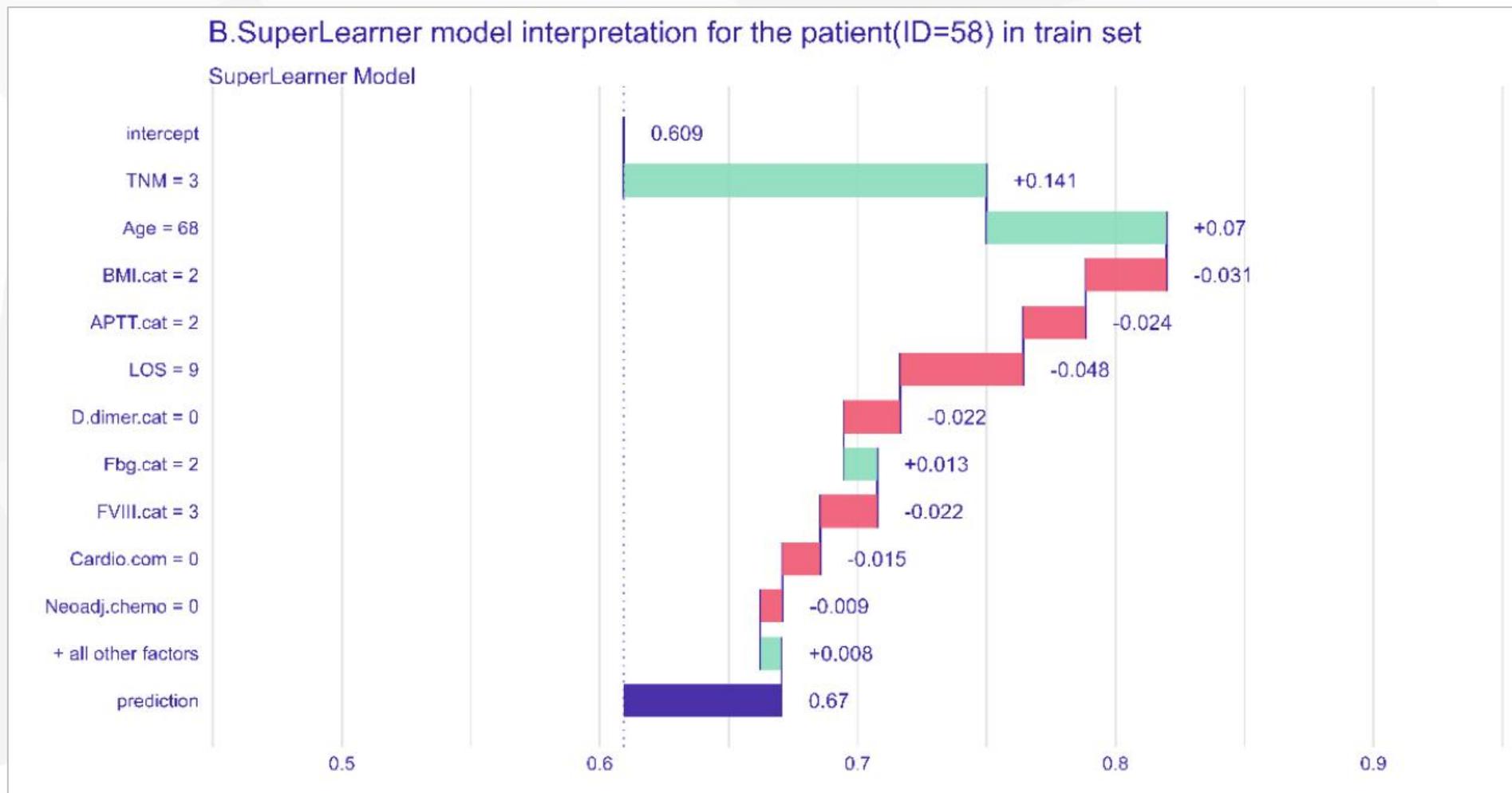


图7 第58例患者模型的个性化解释

4. 研究结论和局限性

➤ 结论

- 基于集成学习策略的VTE模型，通过集成的方使得其他分类器的优势弥补了某个模型的弱点和不足，从而VTE整个预测模型的准确度
- 相较于一般的机器学习算法和Khorana评分具有更好的性能，其中Super Learner模型综合表现最优

➤ 局限性

- 数据较少缺失，使用了插补法插补
- 回顾性研究，无法避免回忆偏倚
- 单中心研究，模型适用性待进一步验证

CMAIC 2023中国医学人工智能大会
China Medical Artificial Intelligence Conference

**感谢聆听
敬请批评指正!**

