

Hb/SCr 比值联合血尿酸对急性心肌梗死急诊 PCI 术后患者院内死亡的预测价值

鲍凤香¹ 杨成俊² 周国辉³

¹南京医科大学康达学院第一附属医院(连云港市第一人民医院)门诊部,江苏连云港 222061;

²江苏联合职业技术学院连云港中医药分院医学部,江苏连云港 222007; ³南京医科大学康达学院第一附属医院(连云港市第一人民医院)病案统计室,江苏连云港 222061

通信作者:鲍凤香,Email:baofx1998@163.com

【摘要】 目的 探讨血红蛋白与血肌酐比值(Hb/SCr)联合血尿酸(SUA)对急性心肌梗死(AMI)患者急诊经皮冠脉介入治疗(PCI)术后院内死亡的临床预测价值。方法 回顾性分析2017年1月至2021年12月于南京医科大学康达学院第一附属医院急诊行PCI治疗的AMI患者的临床资料。收集患者一般资料、基础病史、血常规、肝肾功能、血凝常规、SUA等指标。主要复合终点定义为院内死亡,包括PCI期间及术后住院15 d内院内全因死亡。单因素分析AMI患者急诊PCI术后院内死亡相关因素,多变量Logistic回归分析独立相关因素及构建风险预测模型,采用Hosmer-Lemeshow法和受试者工作特征曲线(ROC曲线)分别检验模型及相关因素的拟合优度、预测效果。结果 最终纳入1 976例患者,院内死亡92例,存活1 884例。死亡组SUA高于存活组($\mu\text{mol/L}$: 476.88 ± 132.04 比 354.87 ± 105.31 , $P < 0.01$), Hb/SCr比值明显低于存活组(13.84 ± 5.48 比 19.20 ± 5.74 , $P < 0.01$)。Pearson相关性分析显示,SUA与Hb/SCr比值呈直线负相关($r = -0.502$, $P < 0.01$)。Logistic回归风险模型分析最终纳入年龄[优势比(OR)=0.916]、Hb/SCr比值(OR=0.182)、白细胞计数(WBC, OR=2.733)、C-反应蛋白(CRP, OR=3.611)、SUA(OR=4.667)、血糖(Glu, OR=2.726)、同型半胱氨酸(Hcy, OR=2.688)7个因素构建风险预测模型,为AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的独立相关因素(均 $P < 0.05$)。Hosmer-Lemeshow检验模型拟合效果,结果显示 $P = 0.447$,该模型预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的ROC曲线下面积(AUC)为0.764[95%可信区间(95%CI)为0.712~0.816, $P = 0.001$],当截断值为0.565 8时,敏感度为70.7%,特异度为70.2%,约登指数为0.410。用Hb/SCr比值+SUA、SUA、Hb/SCr比值、Hb、SCr预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡时,Hb/SCr比值+SUA的AUC最大,为0.810;最佳截断值为-0.847时,敏感度为77.7%,特异度为74.5%,约登指数为0.522。结论 年龄、SUA、Hb/SCr比值、WBC、CRP、Glu、Hcy为AMI患者急诊PCI术后院内死亡的独立相关因素;入院时Hb/SCr比值越低、SUA越高,AMI患者急诊PCI术后院内死亡风险越高;Hb/SCr比值联合SUA较单一指标对AMI患者急诊PCI术后院内死亡的预测价值更高,有助于早期识别高危患者。

【关键词】 血红蛋白/血肌酐比值; 血尿酸; 急性心肌梗死; 经皮冠脉介入治疗; 院内死亡; 预后

基金项目:江苏省“333工程”培养资金资助项目(BRA2020258)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230418-00291

Predictive value of hemoglobin to serum creatinine ratio combined with serum uric acid for in-hospital mortality after emergency percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction

Bao Fengxiang¹, Yang Chengjun², Zhou Guohui³

¹Outpatient Department, the First Affiliated Hospital of Kangda College of Nanjing Medical University (the First People's Hospital of Lianyungang), Lianyungang 222061, Jiangsu, China; ²Department of Medicine, Jiangsu United Vocational and Technical College (Lianyungang Subbranch of Traditional Chinese Medicine), Lianyungang 222007, Jiangsu, China; ³Medical Records Statistics Room, the First Affiliated Hospital of Kangda College of Nanjing Medical University (the First People's Hospital of Lianyungang), Lianyungang 222061

Corresponding author: Bao Fengxiang, Email: baofx1998@163.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the clinical value of hemoglobin to serum creatinine ratio (Hb/SCr) combined with blood uric acid (SUA) in predicting in-hospital mortality after emergency percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods** The clinical data of AMI patients who underwent emergency PCI in the First Affiliated Hospital of Kangda College of Nanjing Medical University from January 2017 to December 2021 were retrospectively analyzed. The general information, underlying medical history, blood routine, liver and kidney function, blood coagulation routine, SUA and other indicators were collected from patients. The primary composite endpoint was defined as in-hospital death, including in-hospital all-cause death during PCI and 15-day post-procedure hospitalization. Multivariate Logistic regression was used to analyze factors associated with in-hospital death after emergency PCI in patients with AMI. Multivariate Logistic regression was used to analyze the independent related factors and construct a risk prediction model. The Hosmer-Lemeshow method and receiver operator

characteristic curve (ROC curve) were used to test the goodness of fit and predictive effect of the model and correlates, respectively. **Results** A total of 1 976 patients were enrolled, 92 died in hospital and 1 884 survived. SUA was higher in the death group than that in the survival group ($\mu\text{mol/L}$: 476.88 ± 132.04 vs. 354.87 ± 105.31 , $P < 0.01$), and the Hb/SCr ratio was significantly lower than that in the survival group (13.84 ± 5.48 vs. 19.20 ± 5.74 , $P < 0.01$). Pearson analysis showed a linear negative correlation between SUA and Hb/SCr ratio ($r = -0.502$, $P < 0.01$). Logistic regression risk model analysis finally included age [odds ratio (OR) = 0.916], Hb/SCr ratio (OR = 0.182), white blood cell count (WBC, OR = 2.733), C-reactive protein (CRP, OR = 3.611), SUA (OR = 4.667), blood glucose (Glu, OR = 2.726), homocysteine (Hcy, OR = 2.688) 7 factors to construct a risk prediction model, which were independent correlation factors for in-hospital death in AMI patients after emergency PCI (all $P < 0.05$). Hosmer-Lemeshow test verified the fitting effect of the model, and the result showed $P = 0.447$. The area under the ROC curve (AUC) of the model for predicting in-hospital death in AMI patients after emergency PCI was 0.764 [95% confidence interval (95%CI) was 0.712–0.816, $P = 0.001$]. When the cut-off value was 0.565 8, the sensitivity was 70.7%, the specificity was 70.2%, and the Youden index was 0.410. When Hb/SCr ratio+SUA, SUA, Hb/SCr ratio, Hb and SCr were used to predict in-hospital death in AMI patients after emergency PCI, the AUC of Hb/SCr ratio+SUA was the largest, which was 0.810. When the optimal cut-off value was -0.847, the sensitivity was 77.7%, the specificity was 74.5%, and the Youden index was 0.522. **Conclusions** Age, SUA, Hb/SCr ratio, WBC, CRP, Glu, and Hcy are independent risk factors for in-hospital death after emergency PCI in AMI patients. The lower the Hb/SCr ratio and the higher the SUA at admission, the higher the risk of in-hospital death after emergency PCI in AMI patients. Hb/SCr ratio combined with SUA has a higher predictive value for in-hospital death after emergency PCI in AMI patients than single index, which is helpful for early identification of high-risk patients.

[Key words] Hemoglobin to serum creatinine ratio; Serum uric acid; Acute myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention; In-hospital death; Prognosis

Fund program: Support Project for "333 Personnel" Training foundation of Jiangsu Province of China (BRA2020258)
DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230418-00291

经皮冠脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)能有效疏通闭塞血管,改善心肌供血,减少心肌坏死,改善急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)患者预后,降低病死率^[1],但再灌注本身会加重心肌损伤,术后患者的预后仍较差^[2-3],住院病死率仍达4.10%~6.74%^[4-6],合并心源性休克的发生率达到8.2%^[7]。因此在早期识别并干预高危患者尤为重要。研究表明,术前贫血^[8-9]及肾功能受损^[10-11]与PCI术后死亡、出血不良结局相关。相关研究表明,血肌酐(serum creatinine, SCr)^[12]、血红蛋白(hemoglobin, Hb)^[13-14]、血清尿酸(serum uric acid, SUA)^[15]等是AMI患者PCI术主要不良心血管事件的重要预测因素。基线Hb和肾功能的综合指标在风险预测中可能比单个参数更有价值。已有研究者构建了PCI术后院内死亡风险的预测模型,但模型数据复杂且在急诊情况下不易获得^[16-17]。贫血和肾功能损害的联合作用尚未被彻底研究,鲜有报道Hb/SCr比值、SUA及二者联合对AMI患者急诊行PCI术后院内死亡的预测价值,因此,探索一个简单易得的综合指标,对于早期识别高危患者、指导治疗决策、降低住院病死率具有重要的临床意义。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用回顾性病例对照研究,选择2017年1月至2021年12月于南京医科大学康达学院第一附属医院胸痛中心行急诊PCI治疗的AMI

患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②符合欧洲心脏病学会制定的AMI诊断标准^[18];③首次接受急诊PCI治疗;④进行冠状动脉(冠脉)造影、血常规、血生化、肝肾功能、心电图等相关检查,且冠脉造影结果证实至少有1根血管直径狭窄 $\geq 75\%$,经手术医师与患者及其家属共同决定行PCI,且至少植入1枚药物洗脱支架。

1.1.2 排除标准:①伴有其他严重躯体疾病,如恶性肿瘤、严重心脏瓣膜病、肺源性心脏病、甲状腺功能亢进、感染性或炎症性疾病等;②血液系统疾病(如造血功能异常、慢性肾病、血液透析)和自身免疫性疾病(如系统性红斑狼疮);③临床数据不完整;④发病 ≥ 12 h或有PCI手术史。⑤基线Hb < 30 g/L或 > 200 g/L、SCr > 30 mg/L、SUA $> 1\ 000$ $\mu\text{mol/L}$ 。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经南京医科大学康达学院第一附属医院医学伦理委员会临床研究伦理审查(审批号:LW-20220824001-01)。

1.2 研究方法

1.2.1 资料收集方法:通过医院信息系统、实验室信息系统、电子病历系统及数字化病案系统,由2名以上心内科医师(课题组成员)负责查阅病历共同收集数据。如数据库中临床资料缺失值,采取该变量的均值替换。资料由双人统一编码录入和统计分析,再由第三人对数据进行随机抽查,保证数据的准确性。

1.2.2 临床资料: ① 基线资料: 年龄、性别、身高、体质量、体质量指数 (body mass index, BMI)、既往史 (高血压、血脂异常、糖尿病)、吸烟史、饮酒史等。② 急诊 PCI 术前实验室指标: 血常规、SCr、血尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、血凝常规 [D-二聚体、纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB)、纤维蛋白降解产物 (fibrin degradation product, FDP)]、Hb/SCr 比值。③ 入院次日空腹肝功能: 血清白蛋白 (albumin, ALB)、血糖 (blood glucose, Glu)、糖化血红蛋白 (glycosylated hemoglobin, HbA1c)、SUA、血脂、小而密低密度脂蛋白 (small dense low-density lipoprotein, sd-LDL)、血同型半胱氨酸 (homocysteine, Hcy) 等。

1.2.3 院内死亡: 主要复合终点定义为院内死亡, 包括 PCI 期间、术后住院 15 d 内院内全因死亡。

1.2.4 分组: 根据院内死亡情况将患者分为两组进行数据统计。

1.3 统计学方法: 应用 SPSS 19.0 软件进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 法对计量资料进行正态性检验, 正态分布数据以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用单因素方差分析, 方差齐时两两比较采用 LSD 检验, 方差不齐时采用 Tamhane T2 检验; 计数资料以率表示, 采用 χ^2 检验。Logistic 回归采用向前逐步法及似然比检验进一步筛选构建风险预测模型。Pearson 法分析 SUA 与 Hb/SCr 比值的相关性。Hosmer-Lemeshow χ^2 检验模型的一致性, 绘制受试者工作特征曲线 (receiver operator characteristic curve, ROC 曲线), 根据 ROC 曲线下面积 (area under the ROC curve, AUC) 判断模型的预测效能。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线临床特征及指标比较 (表 1~2): 对连续性变量进行单因素分析, 自变量赋值方法见表 1。共纳入 1 976 例患者, 1 884 例存活, 92 例院内死亡, 其中心源性休克 34 例、心力衰竭 42 例、恶性心律失常合并心源性休克/心力衰竭 61 例、呼吸衰竭 7 例、呼吸心搏骤停 6 例。死亡组患者年龄较大, 心力衰竭、心源性休克、恶性心律失常、呼吸衰竭等并发症多。在

血管造影方面, 死亡组病变更复杂, 如多血管病变和左主干病变。基线血液学指标方面, 死亡组 SCr、白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、中性粒细胞计数 (neutrophil count, NEU)、C-反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、sd-LDL、BUN、SUA、Hcy、FIB、D-二聚体、FDP 均明显高于存活组, 而 Hb/SCr 比值、舒张压、BMI、Hb、ALB 均明显低于存活组 (均 P < 0.05)。两组患者女性、吸烟史、饮酒史、糖尿病史、高血压史、高脂血症史、慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 的比例差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。

2.2 两组患者 Hb/SCr 比值、SUA 水平比较及相关性分析: 死亡组队列的平均基线 Hb 为 130.12 g/L, SCr 为 11.1 mg/L。死亡组 Hb/SCr 比值明显低于存活组, SUA 明显高于存活组 (均 P < 0.01; 表 2)。Pearson 相关性分析显示, SUA 与 Hb/SCr 值呈直线负相关 ($r = -0.502, P < 0.001$; 图 1)。

2.3 AMI 患者急诊 PCI 术后发生院内死亡的危险因素分析: 将单因素分析中具有统计学意义的影响因素纳入二分类非条件多变量 Logistic 回归模型分析, 采用向前逐步法及似然比检验进行进一步筛选。结果显示, 年龄、Hb/SCr 比值、WBC、CRP、SUA、Glu 和 Hcy 7 个因素构建出风险预测模型, 为行急诊 PCI 治疗的 AMI 患者发生院内死亡的独立相关因素 (均 P < 0.05; 表 3)。根据各因素对应的回归系数及预测模型公式制定 AMI 患者急诊 PCI 术后院内死亡风险预测模型 (图 2)。

表 1 自变量赋值表

变量	赋值	变量	赋值
BMI	> 24 kg/m ² =1, ≤ 24 kg/m ² =0	HbA1c	> 0.06=1, ≤ 0.06=0
吸烟史	> 5 支/d=1, ≤ 5 支/d=0	TC	> 5.17 mmol/L=1, ≤ 5.17 mmol/L=0
饮酒史	> 20 ml/d=1, ≤ 20 ml/d=0	TG	> 1.78 mmol/L=1, ≤ 1.78 mmol/L=0
高血压史	有=1, 无=0	HDL-C	> 1.74 mmol/L=1, ≤ 1.74 mmol/L=0
糖尿病史	有=1, 无=0	LDL-C	> 3.61 mmol/L=1, ≤ 3.61 mmol/L=0
高脂血症史	有=1, 无=0	LPAA	> 300 mmol/L=1, ≤ 300 mmol/L=0
COPD	有=1, 无=0	sd-LDL	> 526 mmol/L=1, ≤ 526 mmol/L=0
WBC	> 10.0 × 10 ⁹ /L=1, ≤ 10.0 × 10 ⁹ /L=0	SUA	> 428 μmol/L=1, ≤ 428 μmol/L=0
NEU	> 6.3 × 10 ⁹ /L=1, ≤ 6.3 × 10 ⁹ /L=0	Hcy	> 20 μmol/L=1, ≤ 20 μmol/L=0
LC	> 3.2 × 10 ⁹ /L=1, ≤ 3.2 × 10 ⁹ /L=0	BUN	> 7.1 mmol/L=1, ≤ 7.1 mmol/L=0
CRP	> 4.0 mg/L=1, ≤ 4.0 mg/L=0	FIB	> 4.98 g/L=1, ≤ 4.98 g/L=0
ALB	> 35 g/L=1, ≤ 35 g/L=0	D-二聚体	> 243 μg/L=1, ≤ 243 μg/L=0
Glu	> 6.1 mmol/L=1, ≤ 6.1 mmol/L=0	FDP	> 2.01 mg/L=1, ≤ 2.01 mg/L=0

注: BMI 为体质量指数, COPD 为慢性阻塞性肺疾病, WBC 为白细胞计数, NEU 为中性粒细胞计数, CRP 为 C-反应蛋白, ALB 为白蛋白, Glu 为血糖, HbA1c 为糖化血红蛋白, TC 为总胆固醇, TG 为三酰甘油, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, LPAA 为血清脂蛋白, sd-LDL 为小而密低密度脂蛋白, SUA 为尿酸, Hcy 为同型半胱氨酸, BUN 为血尿素氮, FIB 为纤维蛋白原, FDP 为纤维蛋白降解产物

表2 急诊PCI术后是否院内死亡两组AMI患者基线临床特征比较

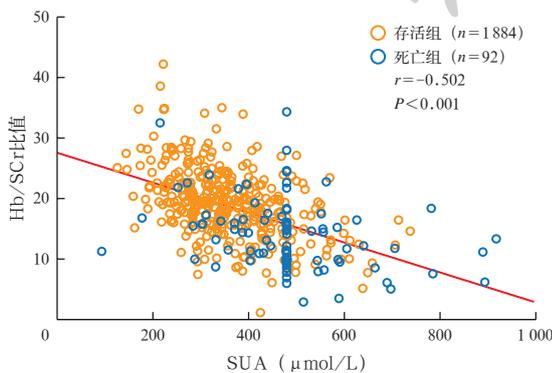
指标	死亡组 (n=92)	存活组 (n=1 884)	t/ χ^2 值	P值	指标	死亡组 (n=92)	存活组 (n=1 884)	χ^2/t 值	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	71.32 ± 10.45	62.52 ± 12.42	-6.534	0.000	实验室指标[例(%)]				
女性[例(%)]	32(34.78)	562(29.83)	0.048	0.825	WBC > 10.0 × 10 ⁹ /L	72(78.26)	1 049(55.68)	17.313	0.000
BMI > 24 kg/m ² [例(%)]	34(36.96)	1 270(67.41)	28.457	0.000	NEU > 6.3 × 10 ⁹ /L	80(86.96)	1 308(69.43)	12.071	0.000
吸烟史[例(%)]	26(28.26)	501(26.59)	1.195	0.232	LYM > 3.2 × 10 ⁹ /L	15(16.30)	242(12.85)	0.647	0.421
饮酒史[例(%)]	34(36.96)	662(35.14)	1.055	0.292	CRP > 4 mg/L	70(76.09)	645(34.24)	64.735	0.000
高血压史[例(%)]	62(67.39)	1 093(58.01)	0.202	0.653	ALB > 35 g/L	55(59.78)	1 528(81.10)	23.707	0.000
高脂血症史[例(%)]	76(82.61)	1 326(70.38)	0.607	0.435	TC > 5.17 mmol/L	74(80.43)	1 254(66.56)	6.600	0.010
糖尿病史[例(%)]	35(38.04)	717(38.06)	0.428	0.513	TG > 1.78 mmol/L	78(84.78)	1 254(66.56)	11.275	0.001
COPD [例(%)]	6(6.52)	59(3.13)	2.193	0.139	HDL-C > 1.74 mmol/L	91(98.91)	1 862(98.83)	0.002	0.964
恶性心律失常[例(%)]	61(66.30)	462(24.52)	60.283	0.000	LDL-C > 3.61 mmol/L	84(91.30)	1 663(88.27)	0.673	0.412
心源性休克[例(%)]	34(36.96)	362(19.21)	11.215	0.000	LPAA > 300 mmol/L	75(81.52)	1 367(72.56)	3.067	0.080
心力衰竭[例(%)]	42(45.65)	262(13.91)	53.420	0.000	sd-LDL > 526 mmol/L	89(96.74)	1 459(77.44)	17.978	0.000
呼吸衰竭[例(%)]	7(7.61)	23(1.22)	19.857	0.000	SUA > 428 μmol/L	64(69.57)	436(23.14)	71.221	0.000
支架植入数量(个, $\bar{x} \pm s$)	1.19 ± 0.56	1.12 ± 0.41	1.352	0.177	BUN > 7.1 mmol/L	62(67.39)	1 529(81.16)	8.103	0.004
舒张压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	64.00 ± 11.09	73.00 ± 14.92	-5.709	0.000	Glu > 6.1 mmol/L	74(80.43)	1 028(54.56)	20.297	0.000
病变血管数量[例(%)]					HbA1c > 0.06	33(35.87)	1 012(53.72)	9.279	0.002
1支病变	17(18.48)	1 026(54.46)	53.814	0.000	Hcy > 20 μmol/L	10(10.87)	97(5.15)	77.032	0.000
2支病变	54(58.70)	592(31.42)	19.446	0.000	FIB > 4.98 g/L	45(48.91)	411(21.82)	34.773	0.000
3支病变	31(33.70)	266(14.12)	18.074	0.000	D-二聚体 > 243 μg/L	44(47.83)	340(18.05)	47.799	0.000
病变血管位置[例(%)]					FDP > 2.01 mg/L	15(16.30)	48(2.55)	49.415	0.000
右冠状动脉	26(28.26)	692(36.73)	2.366	0.124	NEU% ($\bar{x} \pm s$)	0.81 ± 0.10	0.75 ± 0.14	-3.259	0.001
左前降动脉	42(45.65)	622(33.01)	5.725	0.016	Hb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	130.12 ± 10.92	140.40 ± 10.90	-6.019	0.000
左旋动脉	13(14.13)	476(25.26)	5.257	0.021	SCr(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	11.1 ± 5.8	8.2 ± 5.3	4.424	0.000
左主干病变	11(11.96)	94(4.99)	5.383	0.020	SUA(μmol/L, $\bar{x} \pm s$)	476.88 ± 132.04	354.87 ± 105.31	9.820	0.000
					Hb/SCr 比值($\bar{x} \pm s$)	13.84 ± 5.48	19.20 ± 5.74	-8.493	0.000

注: PCT为经皮冠脉介入治疗, AMI为急性心肌梗死, BMI为体质量指数, COPD为慢性阻塞性肺疾病, WBC为白细胞计数, NEU为中性粒细胞计数, LYM为淋巴细胞计数, CRP为C-反应蛋白, ALB为白蛋白, TC为总胆固醇, TG为甘油三酯, HDL-C为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C为低密度脂蛋白胆固醇, LPAA为血清脂蛋白, sd-LDL为小而密低密度脂蛋白, SUA为血尿酸, BUN为血尿素氮, Glu为血糖, HbA1c为糖化血红蛋白, Hcy为同型半胱氨酸, FIB为纤维蛋白原, FDP为纤维蛋白降解产物, NEU%为中性粒细胞比例, Hb为血红蛋白, SCr为血肌酐; 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

$$P = 1 / [1 + \exp(-0.088 \times \text{年龄} - 1.701 \times \text{Hb/SCr} + 1.006 \times \text{WBC} + 1.284 \times \text{CRP} + 1.541 \times \text{SUA} + 1.003 \times \text{Glu} + 0.989 \times \text{Hcy} - 3.508)]$$

注: AMI为急性心肌梗死, PCI为经皮动脉介入治疗, Hb/SCr为血红蛋白/血肌酐比值, WBC为白细胞计数, CRP为C-反应蛋白, SUA为血尿酸, Glu为血糖, Hcy为同型半胱氨酸

图2 AMI患者急诊PCI术后院内死亡风险预测模型



注: PCI为经皮冠脉介入治疗, AMI为急性心肌梗死, SUA为血尿酸, Hb/SCr为血红蛋白/血肌酐比值

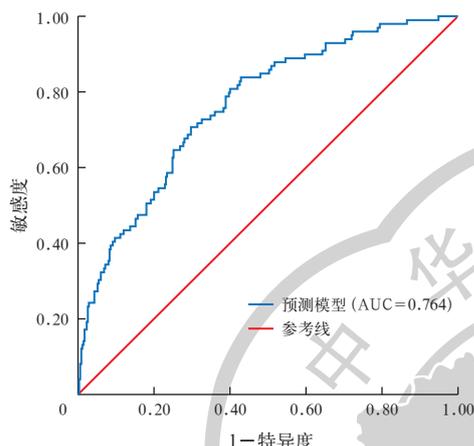
图1 急诊PCI术后AMI患者基线SUA与Hb/SCr比值的相关性

表3 AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的多因素Logistic回归分析

指标	β 值	s_e	χ^2 值	OR值	95%CI	P值
年龄	-0.088	0.028	9.753	0.916	0.867 ~ 0.968	0.002
Hb/SCr 比值	-1.701	0.682	6.222	0.182	0.048 ~ 0.695	0.013
WBC	1.006	0.344	8.549	2.733	1.393 ~ 5.363	0.003
CRP	1.284	0.431	8.892	3.611	1.553 ~ 8.398	0.003
SUA	1.541	0.337	20.851	4.667	2.409 ~ 9.042	0.000
Glu	1.003	0.349	8.279	2.726	1.377 ~ 5.398	0.004
Hcy	0.989	0.414	5.717	2.688	1.195 ~ 6.045	0.017
常量	-3.508	1.818	3.724	0.300		0.054

注: AMI为急性心肌梗死, PCI为经皮冠脉介入治疗, Hb/SCr为血红蛋白/血肌酐比值, WBC为白细胞计数, CRP为C-反应蛋白, SUA为血尿酸, Glu为血糖, Hcy为同型半胱氨酸, OR为优势比, 95%CI为95%可信区间; 空白代表无此项

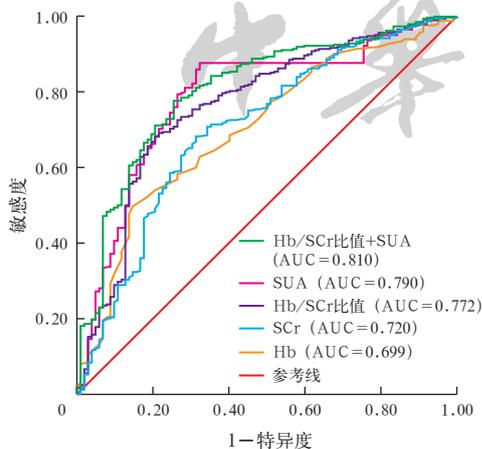
2.4 AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡风险预测模型的预测效能(图3): Hosmer-Lemeshow 检验模型拟合效果,结果显示 P 值为0.447。该模型预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的AUC为0.764 [95%可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为0.712~0.816, $P=0.001$], 敏感度为70.7%, 特异度为70.2%, 约登指数为0.410, 截断值为0.565 8。



注: AMI为急性心肌梗死, PCI为经皮冠脉介入治疗, ROC曲线为受试者工作特征曲线, AUC为ROC曲线下面积

图3 预测模型预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡风险的ROC曲线

2.5 Hb/SCr比值+SUA、SUA、Hb/SCr比值、Hb、SCr对AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的风险预测效果(图3;表4): Hb/SCr比值+SUA预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的AUC为0.810, 敏感度为77.7%, 特异度为74.5%, 约登指数为0.522, 最佳截断值为-0.847。



注: Hb/SCr为血红蛋白/血肌酐比值, SUA为血尿酸, SCr为血肌酐, AMI为急性心肌梗死, PCI为经皮冠脉介入治疗, ROC曲线为受试者工作特征曲线, AUC为ROC曲线下面积; SUA、SCr为1 000—具体数值转换后面积

图4 Hb/SCr比值+SUA、SUA、Hb/SCr比值、SCr、Hb预测AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡风险的ROC曲线

表4 Hb/SCr比值+SUA、SUA、Hb/SCr比值、SCr、Hb对AMI患者急诊PCI术后发生院内死亡的预测效能

检测指标	AUC	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)	约登指数
Hb/SCr比值+SUA	0.810	-0.847	77.7	74.5	0.522
SUA	0.790	476.05	87.7	68.9	0.566
Hb/SCr比值	0.772	16.814	77.1	80.2	0.485
SCr	0.720	76.25	68.3	70.8	0.390
Hb	0.699	146.50	49.7	85.8	0.356

注: Hb/SCr为血红蛋白/血肌酐比值, SUA为血尿酸, SCr为血肌酐, AMI为急性心肌梗死, PCI为经皮冠脉介入治疗, AUC为受试者工作特征曲线下面积; SUA、SCr为1 000—具体数值转换后面积

3 讨论

3.1 SUA、Hb、SCr对AMI患者急诊PCI术后院内死亡的影响: AMI是在冠脉斑块损伤基础上诱发的急性血栓血管闭塞, 造成心肌急性缺血缺氧, 发病急, 致死率和致残率高^[19]。急诊PCI是通过血运重建治疗AMI的有效手段, 及时、迅速开通病变血管, 术后患者较高的院内病死率仍然是困扰AMI治疗的重要问题^[13]。本研究显示, 年龄、SUA、Hb/SCr比值、WBC、CRP、Glu、Hcy为AMI患者急诊PCI术后院内死亡的独立危险因素。研究报道, 贫血和肾功能损害累积影响PCI术后的不良结局^[14]。术前基线Hb降低、肾功能受损与PCI术后死亡和出血相关^[20]。术前低Hb水平的AMI患者梗死后1个月内全因死亡风险升高^[21]。AMI患者容易因心功能不全造成低血容量状态, 导致肾功能受损, 肾功能恶化又可直接引起贫血(肾性贫血), 而低Hb又会加重肾脏功能障碍^[21-22], 这两个因素可能会叠加或协同影响PCI术后的结果。故Hb和肾功能对于PCI术后不良结局的精确风险评估至关重要。本研究数据显示, 部分贫血患者肾功能正常, 而急性肾损伤患者Hb水平正常, 因此, 基线Hb和肾功能的综合指标在风险分层中较单个参数有更重要的价值。

有研究表明, SUA可通过诱导炎症反应、损伤内皮细胞功能及动脉粥样硬化进程等机制来影响冠心病患者的预后^[23]。SUA增高是急性冠脉综合征患者住院期间全因死亡的独立危险因素, 患者院内病死率为4.5%^[24]。尿酸是嘌呤核苷酸在体内的代谢产物, 心肌缺血缺氧时, 黄嘌呤氧化酶活性提高, 超氧化物中氧自由基增加, 肾素-血管紧张素系统激活, 氧化应激反应增强, 从而引起冠脉血液血栓形成, 导致AMI及心力衰竭, 增加术后死亡风险。此外, 动脉粥样硬化使肾功能受损, 尿酸排泄减少, SUA升高, 两者互为影响, 形成恶性循环。本研究

结果显示,急诊 PCI 术后 AMI 患者的住院病死率为 4.66%,较以往研究略高^[4, 24-25],原因可能是本研究病例为 AMI 患者经胸痛中心直接行 PCI,病情较急,舒张压较低,部分患者已处于心源性休克或心力衰竭状态,甚至在 PCI 期间发生恶性心律失常(心室纤颤);且死亡组 WBC、CRP 高于存活组,验证了炎症反应对死亡风险的危害。

Hcy 是蛋氨酸和半胱氨酸代谢过程中产生的重要中间产物,可以损伤血管内皮细胞,通过刺激血管平滑肌细胞过度增殖等机制可以促进动脉粥样硬化的发生发展,促进血小板激活以及增强凝血功能,血清 Hcy 升高可使 PCI 术后患者心源性死亡发生风险更高^[26-27]。李其华等^[28]研究表明,入院时血 Hcy > 20.0 μmol/L 的 AMI 患者直接 PCI 术后院内病死率较高,且其是 AMI 患者直接 PCI 术后院内死亡的危险因素,与本研究结论一致。Glu 增高可能因应激性高血糖、既往糖尿病史引起,应激性高血糖的出现可促使炎症反应加剧,引起促凝因子大量释放,同时降低抗凝物质活性,增加血液黏滞度,导致微循环缺血及心肌缺血缺氧的加重,扩大梗死范围,引起血栓形成^[29]。有研究表明,AMI 发病后应激性血糖升高可增加患者住院及死亡风险,是 AMI 死亡的独立预测因子^[30]。控制 Glu 可使重症及非糖尿病 AMI 患者短期预后受益^[31]。本研究表明, Glu 升高是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内死亡的危险因素。

3.2 SUA、Hb/SCr 比值与 AMI 患者 PCI 术后院内死亡的相关性: SUA 增高、Hb/SCr 比值降低是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内死亡的独立相关因素。SUA、Hb/SCr 比值分别与院内死亡呈正相关和负相关,且 SUA 与 Hb/SCr 比值两者呈直线负相关。Hb/SCr 比值较低的患者,尤其是 Hb/SCr 比值 < 10 的患者, PCI 术后院内死亡的风险更高。Onat 等^[32]的研究表明,男性 SCr 水平与冠心病发病风险呈线性关系,女性 SCr 水平与冠心病发病风险呈“U”形曲线关系。这些因素对于精确评估 PCI 术后院内死亡风险至关重要^[33],但尚鲜见贫血和肾功能受损的综合影响的研究。然而,本研究显示,部分贫血患者的肾功能正常。因此,基线 Hb 和肾功能的综合指标对于风险分层可能较单个参数有更重要的价值。本研究显示,在肾功能正常的 AMI 患者中,发生院内死亡者 SCr 水平较高。

Hb 较低和 SCr 较高的 AMI 患者 PCI 术后临床结果较差的原因被认为与多个因素有关。首先,贫血

的存在可能与心肌缺血的进展直接相关。其次,本研究表明,贫血的患者年龄更大、合并症更多(如高血压、糖尿病、心力衰竭、脑卒中等)。Hb/SCr 比值较低的患者入院时心源性休克、急性心力衰竭和心搏骤停的发生率高于 Hb/SCr 比值较高者,这一趋势与之前的研究一致^[34]。再者,贫血和肾功能不全患者可能存在高凝状态,这会增加血栓形成的风险^[11],本研究显示,死亡组 FIB 为 3.43 g/L、D-二聚体为 957 μg/L、FDP 为 7.14 mg/L,显著高于存活组。

3.3 Hb/SCr 比值 + SUA、SUA、Hb/SCr 比值、SCr、Hb 对 AMI 患者 PCI 术后院内死亡的预测价值: Giraldez 等^[34]研究报告, [15 - Hb + (100 - 肌酐清除率) / 8] 是预测 ST 段抬高心肌梗死患者死亡的预测工具。但是最初研究是在溶栓治疗时进行的,仅约 19.5% 的患者在住院期间接受了 PCI。虽然包括基线 Hb 和肾功能的血液指标(肌酐清除率),具有足够的鉴别能力,肌酐清除率比 SCr 水平能更准确地反映患者肾功能,但对于急诊 PCI 患者来说,模型过于复杂和耗时。此外,由于缺乏有关患者体质量的信息,因此无法准确计算急诊手术患者的肌酐清除率。而有研究者指出,将心血管疾病预测模型应用于新患者群体时,模型性能显著下降,从而导致严重的伤害风险,提示使用预测模型指导临床决策应小心谨慎,模型及时更新可以降低风险^[35]。因此,使用这些风险预测模型在临床实践中并不常见。即使在紧急情况下,风险分层工具也必须简单且易于应用。有研究表明,各心肌标志物与 AMI 患者预后存在相关性,在预后的评估中具有确切的指导作用^[36]。而本研究显示,Hb/SCr 比值联合 SUA 对 AMI 患者 PCI 术后院内死亡的预测效果更佳,Hb/SCr 阈值与相关研究结果接近^[15]。SUA、Hb/SCr 比值及二者联合可作为床旁便捷有用的工具,因其简单易用,数值相对稳定,能准确反映患者的即时病情,又是常规获得的参数,且该比值可以迅速粗略计算,无需计算器。

4 结 论

SUA、Hb/SCr 比值及二者联合对早期识别 AMI 患者急诊 PCI 术后院内死亡具有一定的临床参考价值,SUA 水平与院内死亡呈正相关,最佳截断值为 476.05 μmol/L; Hb/SCr 比值与院内死亡呈负相关,最佳截断值为 16.814; 二者联合最佳截断值为 -0.847,其预测价值比单一指标更高。用简单易得、便捷的风险预测指标在 PCI 术前进行初步风险评估,对指导治疗决策、改善预后、降低住院病死率

具有重要的临床意义。

本研究的局限性:首先,虽然我们进行了多变量逻辑回归分析以调整协变量不平衡,但残留的未测量的混杂因素,如手术者的技术水平、患者身体状况等可能会影响结果。其次,本研究为单中心回顾性病例对照研究。今后将开展多中心研究,更深入探讨相关模型及生物标志物的潜在预测价值,以临床早识别高危患者,提前干预,降低病死率。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Hahn JY, Song YB, Oh JH, et al. 6-month versus 12-month or longer dual antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention in patients with acute coronary syndrome (SMART-DATE): a randomised, open-label, non-inferiority trial [J]. *Lancet*, 2018, 391 (10127): 1274-1284. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30493-8.
- [2] Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2020 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2020, 141 (9): e139-e596. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000757.
- [3] Kimura K, Kimura T, Ishihara M, et al. JCS 2018 Guideline on diagnosis and treatment of acute coronary syndrome [J]. *Circ J*, 2019, 83 (5): 1085-1196. DOI: 10.1253/circj.CJ-19-0133.
- [4] Roe MT, Messenger JC, Weintraub WS, et al. Treatments, trends, and outcomes of acute myocardial infarction and percutaneous coronary intervention [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56 (4): 254-263. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.05.008.
- [5] 赖敏华,李静芝,陈凌,等.冠心病患者PCI术后全因死亡率、再入院率及其影响因素分析[J].实用医学杂志,2020,36(6):801-807. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2020.06.019.
- [6] 盖兢涪,韩智奇,金琴花,等.冠状动脉旁路手术、优化药物治疗和经皮冠状动脉介入治疗的全因死亡率的对比[J].中华保健医学杂志,2021,23(1):80-83. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2021.01.022.
- [7] 陈妍,高洁,杨浩,等.机械辅助通气对急诊介入治疗的急性心肌梗死合并心源性休克患者血流动力学及死亡率的影响[J].中国循证心血管医学杂志,2020,12(10):1213-1217,1222. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2020.10.14.
- [8] Nakamura M, Iijima R. Implications and characteristics of high bleeding risk in East Asian patients undergoing percutaneous coronary intervention: start with what is right rather than what is acceptable [J]. *J Cardiol*, 2021, 78 (2): 91-98. DOI: 10.1016/j.jicc.2020.12.004.
- [9] Nagao K, Watanabe H, Morimoto T, et al. Prognostic impact of baseline hemoglobin levels on long-term thrombotic and bleeding events after percutaneous coronary interventions [J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8 (22): e013703. DOI: 10.1161/JAHA.119.013703.
- [10] Numasawa Y, Inohara T, Ishii H, et al. An overview of percutaneous coronary intervention in dialysis patients: insights from a Japanese nationwide registry [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2019, 94 (1): E1-E8. DOI: 10.1002/ccd.27986.
- [11] Lee JM, Kang J, Lee E, et al. Chronic kidney disease in the second-generation drug-eluting stent era: pooled analysis of the Korean Multicenter Drug-Eluting Stent Registry [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9 (20): 2097-2109. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.06.051.
- [12] 王凯,郑颖颖,唐俊楠,等.血肌酐水平对肾功能正常的冠心病PCI术后患者预后的影响[J].郑州大学学报(医学版),2020,55(3):308-311. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2020.01.151.
- [13] Kuno T, Numasawa Y, Mikami T, et al. Association of decreasing hemoglobin levels with the incidence of acute kidney injury after percutaneous coronary intervention: a prospective multi-center study [J]. *Heart Vessels*, 2021, 36 (3): 330-336. DOI: 10.1007/s00380-020-01706-w.
- [14] Numasawa Y, Inohara T, Ishii H, et al. Association of the hemoglobin to serum creatinine ratio with in-hospital adverse outcomes after percutaneous coronary intervention among non-dialysis patients: insights from a Japanese Nationwide Registry (J-PCI registry) [J]. *J Clin Med*, 2020, 9 (11): 3612. DOI: 10.3390/jcm9113612.
- [15] 孟兆慧,王忠,张望强,等.术前血清尿酸、脂联素水平对老年急性冠脉综合征患者PCI术中再灌注心律失常的影响[J].中国老年学杂志,2021,41(1):16-19. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2021.01.004.
- [16] Inohara T, Kohsaka S, Yamaji K, et al. Risk stratification model for in-hospital death in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a nationwide retrospective cohort study in Japan [J]. *BMJ Open*, 2019, 9 (5): e026683. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026683.
- [17] 吉春玲,宋方,黄效模,等.改良CADILLAC和GRACE及TIMI评分对急性STEMI患者PCI术后近期死亡风险预测价值的比较[J].中华危重病急救医学,2023,35(3):299-304. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220727-00696.
- [18] Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42 (14): 1289-1367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575.
- [19] Bundhun PK, Gupta C, Xu GM. Major adverse cardiac events and mortality in chronic obstructive pulmonary disease following percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2017, 17 (1): 191. DOI: 10.1186/s12872-017-0622-2.
- [20] Numasawa Y, Ueda I, Sawano M, et al. Relation of baseline hemoglobin level to in-hospital outcomes in patients who undergo percutaneous coronary intervention (from a Japanese Multicenter Registry) [J]. *Am J Cardiol*, 2018, 121 (6): 695-702. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.12.007.
- [21] 孙铃,迟博予,毛丽鹏,等.血红蛋白水平对急性心肌梗死患者发生急性肾损伤风险的影响[J].中华危重病急救医学,2022,34(12):1243-1247. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211113-01712.
- [22] Faggioni M, Baber U, Sartori S, et al. Influence of baseline anemia on dual antiplatelet therapy cessation and risk of adverse events after percutaneous coronary intervention [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2019, 12 (4): e007133. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007133.
- [23] Corry DB, Eslami P, Yamamoto K, et al. Uric acid stimulates vascular smooth muscle cell proliferation and oxidative stress via the vascular renin-angiotensin system [J]. *J Hypertens*, 2008, 26 (2): 269-275. DOI: 10.1097/HJH.0b013e32822f240bf.
- [24] Timóteo AT, Louçinha A, Labandeiro J, et al. Serum uric acid: a forgotten prognostic marker in acute coronary syndromes? [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2013, 2 (1): 44-52. DOI: 10.1177/2048872612474921.
- [25] Faubert C, Heckman G, McKelvie R. Management of non-ST-elevation myocardial infarction in elderly patients: time to consider frailty and quality of life [J]. *Can J Cardiol*, 2018, 34 (3): 241-243. DOI: 10.1016/j.cjca.2018.01.089.
- [26] 何慧君.同型半胱氨酸与心脑血管疾病的相关性[J].中国中西医结合急救杂志,2022,29(3):379-381. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.03.029.
- [27] Si J, Li XW, Wang Y, et al. Relationship between serum homocysteine levels and long-term outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2019, 132 (9): 1028-1036. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000159.
- [28] 李其华,易秋艳,徐广纳,等.血同型半胱氨酸对急性心肌梗死患者直接经皮冠状动脉介入治疗院内死亡的影响[J].实用心脑血管病杂志,2022,30(8):44-49. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.209.
- [29] 吕新才,卢家忠.非糖尿病急性心肌梗死患者发生应激性高血糖的风险列线图模型建立[J].安徽医学,2021,42(10):1109-1114. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2021.10.009.
- [30] Koraćević GP. Proposal of a new approach to study and categorize stress hyperglycemia in acute myocardial infarction [J]. *J Emerg Med*, 2016, 51 (1): 31-36. DOI: 10.1016/j.jemermed.2015.03.047.
- [31] 田伊茗,李涛,王蕊,等.时间加权平均静脉血糖对重症急性心肌梗死患者短期预后的影响——一项真实世界的研究[J].中国中西医结合急救杂志,2022,29(5):518-523. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.002.
- [32] Onat A, Can G, Ademoğlu E, et al. Coronary disease risk curve of serum creatinine is linear in Turkish men, U-shaped in women [J]. *J Investig Med*, 2013, 61 (1): 27-33. DOI: 10.2310/JIM.0b013e318276de59.
- [33] Brennan JM, Curtis JP, Dai D, et al. Enhanced mortality risk prediction with a focus on high-risk percutaneous coronary intervention: results from 1208 137 procedures in the NCDR (National Cardiovascular Data Registry) [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6 (8): 790-799. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.03.020.
- [34] Giraldez RR, Sabatine MS, Morrow DA, et al. Baseline hemoglobin concentration and creatinine clearance composite laboratory index improves risk stratification in ST-elevation myocardial infarction [J]. *Am Heart J*, 2009, 157 (3): 517-524. DOI: 10.1016/j.ahj.2008.10.021.
- [35] Gulati G, Upshaw J, Wessler BS, et al. Generalizability of cardiovascular disease clinical prediction models: 158 independent external validations of 104 unique models [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2022, 15 (4): e008487. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008487.
- [36] 朱丽娟.心肌标志物在急性心肌梗死患者中的表达及与预后的关系[J].实用检验医师杂志,2020,12(2):95-99. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2020.02.009.

(收稿日期:2023-04-18)

(责任编辑:保健媛 张耘菲 李银平)