

冠状动脉血运重建术对再发急性冠状动脉综合征的风险

徐瑞泽^{1,2,3},王金兰⁴,罗清馨^{1,2,3},徐朝珂^{2,5},吕明阅^{1,2,3},张硕^{1,2,3},
严鲁宁^{1,2,3},胡锡峰^{1,2},赵青波^{1,2},朱高培^{1,2,3},李磊⁴,薛付忠^{1,2,3}

(1.山东大学齐鲁医学院公共卫生学院医学数据学系,山东 济南 250012;

2.国家健康医疗大数据研究院,山东 济南 250003; 3.山东大学齐鲁医院,山东 济南 250012;

4.山东健康医疗大数据管理中心,山东 济南 250002; 5.山东师范大学信息科学与工程学院,山东 济南 250399)

摘要:目的 探讨急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者进行冠状动脉血运重建术后再发ACS的风险。方法 基于齐鲁全生命周期电子健康研究型数据库(Cheeloo Lifespan Electronic Health Research Database, Cheeloo LEAD)中被诊断为ACS的患者数据开展真实世界研究,采用基于倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)的队列设计方法。将接受冠状动脉血运重建术的患者作为暴露组,未接受该手术而仅进行药物治疗的患者作为对照组。通过L1正则化倾向性评分匹配控制混杂偏倚,绘制匹配前后协变量描述表和发病密度描述表进行描述性分析。绘制Kaplan-Meier(KM)生存曲线并采用Cox比例风险回归模型估计平均因果效应(average causal effect, ACE),并进行敏感性分析和亚组分析。结果 进行L1正则化PSM后,绝大部分协变量标准化差异在0.1以下,表明匹配后组间均衡可比性大大提高。并且匹配后各协变量P值均明显升高,进一步支持匹配效果良好。在再发ACS的患者中,匹配前后男性的发病密度均比女性略高,发病年龄均主要为75~80岁。匹配后暴露组的五年生存率明显低于对照组[0.46(95%CI: 0.42~0.51) vs. 0.57(95%CI: 0.54~0.60)],两组KM生存曲线差异有统计学意义($P<0.05$)。Cox比例风险回归模型显示,冠状动脉血运重建术增加了再发ACS的风险(HR=1.38, 95%CI: 1.19~1.61, $P<0.05$)。Schoenfeld残差检验表明,冠状动脉血运重建术满足比例风险假设($\chi^2=3.53, P>0.05$)。敏感性分析结果以及经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)亚组分析结果与主分析结果一致,但冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)与再发ACS风险增加之间的关联无统计学意义($P>0.05$)。结论 进行冠状动脉血运重建术的ACS患者可能存在潜在的再发ACS风险,医生在临床中应考虑到患者个体的风险因素和可能的长期影响,权衡冠状动脉血运重建术的风险与益处,优化治疗策略并改善患者的长期预后。

关键词:急性冠状动脉综合征;冠状动脉血运重建术;再发急性冠状动脉综合征;真实世界研究;倾向性评分匹配

中图分类号:R654

文献标志码:A

Risk of recurrent acute coronary syndrome associated with coronary revascularization

XU Ruize^{1,2,3}, WANG Jinlan⁴, LUO Qingxin^{1,2,3}, XU Zhaoke^{2,5}, LYU Mingyue^{1,2,3}, ZHANG Shuo^{1,2,3},
YAN Luning^{1,2,3}, HU Xifeng^{1,2}, ZHAO Qingbo^{1,2}, ZHU Gaopei^{1,2,3}, LI Lei⁴, XUE Fuzhong^{1,2,3}

(1. Department of Medical Dataology, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China; 2. National Institute of Health and Medical Big Data, Jinan 250003, Shandong, China;

收稿日期:2024-12-08

基金项目:国家自然科学基金重点项目(82330108);国家自然科学基金面上项目(82173625);潍坊市中央财政支持公立医院改革与高质量发展示范项目(ZFCG-2024-0000505);河南省重大科技专项项目(241100310300)

通信作者:薛付忠。E-mail: xuefzh@sdu.edu.cn

李磊。E-mail: 18853193737@139.com

朱高培。E-mail: zhugaopei717@163.com

3. Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China;

4. National Administration of Health Data, Jinan 250002, Shandong, China;

5. School of Information Science and Engineering, Shandong Normal University, Jinan 250399, Shandong, China)

Abstract: Objective To investigate the risk of recurrent acute coronary syndrome (ACS) in patients who had undergone coronary revascularization for ACS. **Methods** A real-world study was conducted using data from patients diagnosed with ACS in the Cheeloo Lifespan Electronic Health Research Data-library (Cheeloo LEAD), employing a cohort design based on propensity score matching (PSM). Patients who underwent coronary revascularization were classified as the exposure group, while those who did not undergo the procedure and received only drug therapy were assigned to the control group. L1-regularized PSM was used to control for confounding bias. Descriptive analyses were performed using the covariate description table and the description table of incidence density before and after matching. Kaplan-Meier (KM) survival curves were plotted, and the average causal effect (ACE) was estimated using the Cox proportional hazards regression model, and sensitivity analyses and subgroup analyses were also conducted. **Results** After L1-regularized PSM, the majority of standardized differences for covariates were below 0.1, indicating substantially improved post-matching balance and comparability between the groups. The *P*-values for covariate differences increased significantly after matching, further supporting the effectiveness of the matching procedure. Among patients with recurrent ACS, the incidence density in males was slightly higher than that in females both before and after matching, and the ages at onset were predominantly between 75 and 80 years. After matching, the five-year survival rate in the exposure group was significantly lower than that in the control group [0.46(95%CI: 0.42-0.51) vs. 0.57(95%CI: 0.54-0.60)], and the difference in the KM survival curves between the two groups was statistically significant ($P < 0.05$). The Cox proportional hazards regression model showed that coronary revascularization was associated with an increased risk of recurrent ACS(HR=1.38, 95%CI: 1.19-1.61, $P < 0.05$). The Schoenfeld residual test indicated that coronary revascularization met the proportional hazards assumption ($\chi^2 = 3.53$, $P > 0.05$). The results of the sensitivity analyses and the subgroup analysis of percutaneous coronary intervention (PCI) were consistent with those of the primary analysis, whereas the association between coronary artery bypass grafting (CABG) and an increased risk of recurrent ACS was not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion** Patients with ACS who undergo coronary revascularization may have a risk of recurrent ACS. In clinical practice, clinicians should consider patients' individual risk factors and potential long-term outcomes, weigh the risks and benefits of coronary revascularization, optimize treatment strategies, and improve the long-term prognosis of patients.

Key words: Acute coronary syndrome; Coronary revascularization; Recurrent acute coronary syndrome; Real-world study; Propensity score matching

急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是冠状动脉疾病的一种急性临床表现,是一种严重的心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)。估计每年有1790万例因CVD死亡,ACS对CVD死亡率有重要影响^[1]。ACS主要包括不稳定型心绞痛(unstable angina, UA)、ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)和非ST段抬高型心肌梗死(non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)三种临床症状^[2]。全球范围内,每年有超过700万例被诊断为ACS^[3]。ACS发病率迅速增加,已成为亟待解决的重要公共卫生问题之一^[4]。

ACS的治疗策略主要包括冠状动脉血运重建术和未进行冠状动脉血运重建术而仅以药物治疗^[5]。冠状动脉血运重建术主要包括经皮冠状动

脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)和冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG),旨在通过改善血流,缓解心肌缺血,从而提高治疗效果^[6]。而药物治疗主要通过使用抗血小板和抗凝药物防止血栓形成,进而减少心肌受损的风险^[7]。尽管两种治疗方式已被广泛用于治疗ACS患者,但再发ACS的风险依然存在^[8-10]。当前国内外研究多聚焦于短期结局,例如30天再入院率^[11],但再发ACS的风险在较长的随访期内依然存在^[8],并相比于首次发生,患者死亡风险大幅上升并带来更沉重的经济负担^[12]。目前对再发ACS事件的长期风险研究较少,且目前的证据并不能一致支持冠状动脉血运重建术为更优方案^[13]。

本研究基于山东省真实世界数据,采用基于倾

向性评分匹配(propensity score matching, PSM)的回顾性队列设计^[14-16],旨在探究进行冠状动脉血运重建术相比于未进行冠状动脉血运重建术对再发ACS的风险,以便于为临床决策提供科学依据,从而优化治疗策略并改善患者的长期预后。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究基于齐鲁全生命周期电子健康研究型数据库(Cheeloo Lifespan Electronic Health Research Data-library, Cheeloo LEAD)中的患者数据。该数据库从山东省136个县(区)1.01亿人口中,采用整群随机抽样方法抽取39个县(区)的500万人,链接融合2009年1月1日至今的全生命周期居民健康档案、电子病历、基本公共卫生、死因监测、疾病监测等149个数据表构建的大型研究型数据库^[17]。纳入标准:自2014年1月1日至2017年12月31日期间诊断为ACS的患者^[18]。排除标准:①基线年龄在18周岁以下或80周岁以上或年龄不详的患者;②性别记录异常的患者;③缺乏唯一识别ID概念的患者;④进入队列前存在肝脏功能障碍或肾衰竭的患者;⑤进入队列前患有恶性肿瘤的患者;⑥进入队列前患有严重心力衰竭(NYHA IV级)的患者;⑦进入队列前患有精神疾病或认知功能障碍的患者;⑧

进入队列前血小板计数为显著降低或贫血的患者;⑨进入队列前已死亡的患者;⑩没有用药记录的患者^[19]。

1.2 方法

由于真实世界数据可能存在潜在的混杂因素,影响研究结果的准确性。因此,本研究采用基于PSM的回顾性队列设计,纳入暴露开始前通过单因素筛选后对结局有影响的所有高维协变量(药品、诊断及人口学基本信息等)。再通过L1正则化筛选以实现协变量的降维,后进行PSM以有效控制混杂偏倚^[20]。最后,采用Cox比例风险回归模型^[21],开展平均因果效应(average causal effect, ACE)估计,并进行敏感性分析和亚组分析。

1.2.1 队列构建

如图1所示,从36 823例患有ACS的患者中根据纳入排除标准创建队列,共计纳入26 430例患者。进行冠状动脉血运重建术的全部患者作为暴露组,未进行冠状动脉血运重建术而仅进行药物治疗的患者作为对照组。定义如下:①暴露开始时间与随访开始时间保持一致,并随访5年。②结局事件为随访开始14 d后再发ACS,结局发生时间为每位患者再次发生ACS的最早时间。对于没有发生结局的患者,结局时间为随访结束时间。③患者的生存时间为暴露开始时间与再发ACS的最早诊断时间或随访结束时间的差值(天数)。

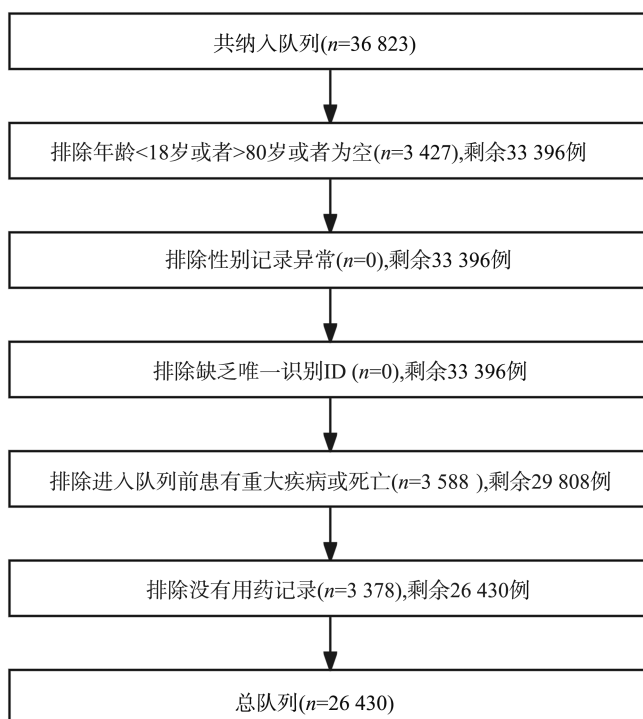


图1 队列人群纳入排除流程图

Figure 1 Flowchart of inclusion and exclusion of the cohort population

1.2.2 协变量收集

为提高模型效率并避免冗余变量干扰,本研究在电子病历系统中采集在暴露开始同次住院前的协变量信息,并首先通过单因素分析筛选出对结局有显著影响的变量,构建协变量集。由于混杂变量需同时与暴露和结局相关,而与结局显著相关是识别混杂的重要前提,因而此方法可作为初步识别混杂变量的手段之一^[22]。

1.2.3 基于L1正则化的PSM

首先,将上述收集的高维协变量信息(包括年龄、性别、基础疾病、既往用药史、手术史以及检验指标等)纳入倾向性评分模型,计算倾向性评分^[23]。由于协变量数量较多,为防止模型过拟合并提高匹配后的协变量平衡性,本研究采用L1正则化方法^[24]对模型进行降维。L1正则化广泛应用于高维数据分析,能自动筛选出对倾向性评分贡献较大的变量,将冗余或贡献较小的变量系数收缩至零,从而简化模型结构并增强模型的鲁棒性,不仅提高匹配质量,还可以降低因变量选择不当引起的偏倚风险。最终筛选出43个用于PSM的协变量,如年龄、性别等。采用指定卡尺距离内的最近邻1:3 PSM方法,以匹配倾向性评分相近的两组研究对象^[25]。确保两组在潜在的混杂因素上处于平衡状态,从而提高组间可比性^[20]。同时,绘制协变量标准化差异分布图,图中每个点表示一个协变量,以检验匹配后两组研究对象之间的协变量分布是否达到平衡状态,从而评估PSM的效果。

1.3 统计学处理

采用R 4.3.1软件分析数据。首先根据纳入的协变量,绘制匹配前后的协变量描述表,对其在暴露组和对照组间的分布特征进行描述性分析,并通过P值展示匹配前后差异和匹配效果。绘制匹配前后的发病密度描述表,通过对性别和年龄分段来计算发病例数及发病密度。描述表通过R语言tableone包自动选择合适的统计检验方法生成,其中连续型变量以 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,组间比较采用两独立样本t检验;分类型变量以n(%)形式表示,组间比较采用 χ^2 检验。通过绘制Kaplan-Meier(KM)曲线进行生存分析^[26],Log-rank检验判断两组生存曲线之间的差异^[27]。使用Cox比例风险回归模型估计平均因果效应,并通过Schoenfeld残差检验验证比例风险假设。效应估计值以风险比(hazard ratio, HR)表示,并计算相应的95%置信区间(confidence interval, CI)。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

为验证研究结果的稳健性,进行敏感性分析,将随

访开始13d和30d后发生的再发ACS事件视为结局,评估主要结果在不同定义下的一致性。此外,为进一步探究不同手术方式对再发ACS风险的影响,分别对仅接受PCI和仅接受CABG的患者进行亚组分析,为临床治疗策略的选择提供更具针对性的证据。

2 结果

2.1 PSM

匹配前,协变量的标准化差异较大,部分标准化差异 >0.6 。匹配后,绝大部分协变量标准化差异 <0.1 ,所有协变量标准化差异均 <0.2 。表明匹配降低了组间差异,提高了可比性,PSM结果较为理想。然而,有个别协变量在满足匹配后标准化差异 <0.2 的情况下, $P<0.05$,这些变量并未得到充分均衡。因此,在Cox比例风险回归模型中调整这些协变量,以进一步减少混杂因素的影响。见图2。

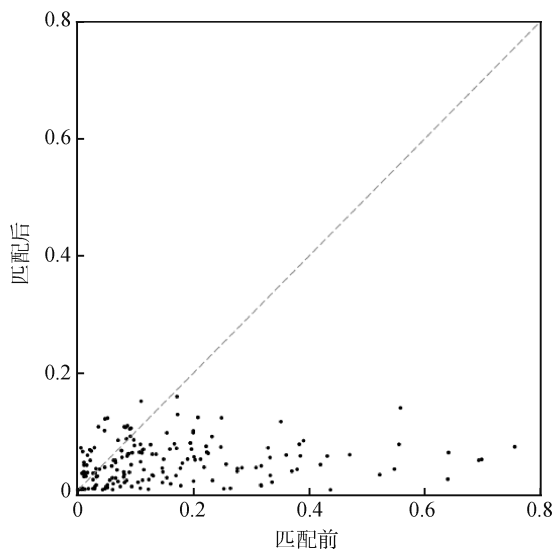


图2 倾向性评分匹配前后协变量标准化差异分布图
Figure 2 Distribution of standardized differences in covariates before and after PSM

2.2 匹配前后协变量特征

暴露组在匹配前后均为男性比例更高;平均年龄方面,匹配前对照组为 (62.70 ± 10.92) 岁、暴露组为 (61.45 ± 9.40) 岁,匹配后两组分别为 (61.43 ± 10.08) 岁和 (61.41 ± 9.30) 岁。匹配前性别、年龄、使用利多卡因和使用胺碘酮在暴露组和对照组间差异有统计学意义($P<0.05$),使用尼莫地平、使用厄贝沙坦和脑血管疾病诊断在两组间的差异无统计学意义($P>0.05$)。匹配后,两组间差异无统计学意义($P>0.05$),达到了较好的平衡,匹配效果良好。见表1。

表1 协变量描述表
Table 1 Covariate description table

变量	匹配前		P	匹配后		P
	对照组 (n=25 795)	暴露组 (n=635)		对照组 (n=1 207)	暴露组 (n=494)	
性别			<0.001			0.911
男	13 255(51.4)	424(66.8)		787(65.2)	320(64.8)	
女	12 540(48.6)	211(33.2)		420(34.8)	174(35.2)	
年龄/岁	62.70±10.92	61.45±9.40	0.004	61.43±10.08	61.41±9.30	0.975
使用尼莫地平			0.182			0.504
否	23 470(91.0)	588(92.6)		1 103(91.4)	457(92.5)	
是	2 325(9.0)	47(7.4)		104(8.6)	37(7.5)	
使用利多卡因			<0.001			0.385
否	15 131(58.7)	98(15.4)		254(21.0)	94(19.0)	
是	10 664(41.3)	537(84.6)		953(79.0)	400(81.0)	
使用胺碘酮			<0.001			0.758
否	24 238(94.0)	570(89.8)		1 092(90.5)	450(91.1)	
是	1 557(6.0)	65(10.2)		115(9.5)	44(8.9)	
使用厄贝沙坦			0.123			0.580
否	23 403(90.7)	588(92.6)		1 125(93.2)	456(92.3)	
是	2 392(9.3)	47(7.4)		82(6.8)	38(7.7)	
脑血管疾病			0.272			0.500
否	19 476(75.5)	492(77.5)		941(78.0)	377(76.3)	
是	6 319(24.5)	143(22.5)		266(22.0)	117(23.7)	

注:连续型变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,分类变量以 $n(\%)$ 表示。

2.3 匹配前后发病密度

匹配前共纳入 26 430 例,其中女 12 751 例、男 13 679 例。女性中发病 5 175 例,发病密度为 30.80/(十万·d)。男性中发病 5 884 例,发病密度为 33.89/(十万·d)。在再发 ACS 的患者中,男性的发

病密度比女性略高,但主要发病年龄与女性相同,均为 75~80 岁。匹配后共纳入 1 701 例,其中女 594 例,发病 269 例;男性 1 107 例,发病 516 例。男性的发病密度高于女性,且主要发病年龄均为 75~80 岁,与匹配前的趋势一致。见表 2。

表2 发病密度描述表
Table 2 Description table of incidence density

年龄/岁	匹配前男性			匹配前女性			匹配后男性			匹配后女性		
	总例数	发病例数	发病密度/ (十万·d)	总例数	发病例数	发病密度/ (十万·d)	总例数	发病例数	发病密度/ (十万·d)	总例数	发病例数	发病密度/ (十万·d)
18~24	28	2	4.13	34	5	9.40	0	0	0	2	0	0
25~29	65	6	5.45	129	10	4.56	1	0	0	1	0	0
30~34	102	21	13.44	115	8	4.02	6	2	653.42	1	0	0
35~39	217	79	26.77	110	14	7.85	23	12	1 025.71	2	0	0
40~44	509	151	20.50	228	39	10.69	50	14	445.21	5	2	644.12
45~49	1 038	351	24.29	506	146	19.95	87	37	786.77	24	5	305.44
50~54	1 631	655	30.52	1 072	360	23.95	162	68	763.16	45	14	533.76
55~59	1 829	765	32.39	1 518	542	25.72	171	83	1 000.89	89	39	839.41
60~64	2 488	1 063	33.54	2 364	900	27.89	214	106	992.54	138	56	747.57
65~69	2 199	1 012	37.62	2 364	1 033	33.86	179	85	964.47	125	68	1 094.35
70~74	1 893	918	40.25	2 165	1 058	40.69	130	65	1 017.17	96	49	1 064.59
75~80	1 680	861	44.78	2 146	1 060	41.30	84	44	1 091.87	66	36	1 175.08
合计	13 679	5 884	33.89	12 751	5 175	30.80	1 107	516	913.03	594	269	866.51

2.4 KM 生存曲线

暴露组与对照组的五年生存率分别为 0.46 (95%CI: 0.42~0.51) 和 0.57(95%CI: 0.54~0.60),

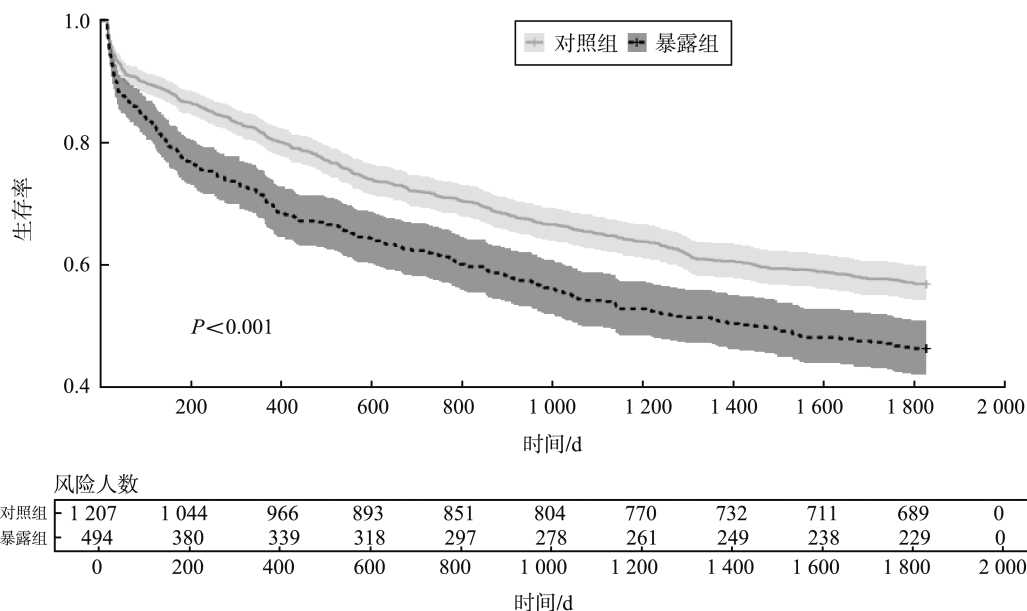


图3 PSM后KM生存曲线图

Figure 3 Plot of KM survival curves after PSM

2.5 ACE

在匹配后的人群中,使用Cox比例风险回归模型进行分析得出,冠状动脉血运重建术的HR为1.38,95%CI为1.19~1.61。表明冠状动脉血运重建术对再发ACS的风险是未进行冠状动脉血运重建术的1.38倍,冠状动脉血运重建术与再发ACS的风险相关且存在因果关系($P < 0.05$)。通过Schoenfeld残差检验得出 $\chi^2 = 3.53, P = 0.06$,表明冠状动脉血运重建术满足比例风险假设($P > 0.05$),适合采用Cox比例风险回归模型进行分析。

2.6 敏感性分析

敏感性分析结果显示,进行冠状动脉血运重建术13d后再发ACS的风险高于未进行冠状动脉血运重建术[HR(95%CI) = 1.38(1.19~1.60)];进行冠状动脉血运重建术30d后再发ACS的风险高于未进行冠状动脉血运重建术[HR(95%CI) = 1.25(1.07~1.46)]。

2.7 亚组分析

Cox比例风险回归模型结果显示,进行PCI治疗的患者相比未进行PCI治疗的患者,再发ACS的风险增加了约40%,差异有统计学意义[HR(95%CI) = 1.40(1.20~1.64), $P < 0.05$]。CABG的HR为1.10,差异无统计学意义($P > 0.05$),表明CABG手术与再发ACS风险增加的关联无统计学意义。

且两组间的生存曲线差异有统计学意义($P < 0.001$)。与对照组相比,暴露组患者再发ACS的风险更高,生存状况更差。见图3。

3 讨论

再发ACS的患者年龄越大,发病密度越高,且发病年龄主要集中在75~80岁。Smolina等^[8]研究也发现,急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)复发风险随着年龄的增长而增加。由KM生存曲线和Log-rank检验结果可知,两组间的生存曲线差异有统计学意义,且暴露组生存率低于对照组。此外,ACE估计结果显示,冠状动脉血运重建术显著增加再发ACS的风险,敏感性分析进一步验证了这一结论。Yudi等^[9]也发现,既往冠状动脉搭桥手术和既往PCI是冠状动脉复发住院的独立预测因素。而亚组分析结果显示,进行PCI手术的患者再发ACS的风险显著增加,与主分析结果一致,进一步验证了PCI可能增加再发ACS风险的结论;而CABG手术与再发ACS风险增加的关联无统计学意义。既往研究指出,PCI的死亡风险是CABG的两倍^[28],且在某些ACS患者亚组中,特别是存在三支血管病变的患者,CABG相较于PCI可能具有更优的治疗效果,尤其在NSTEMI患者中,CABG显示出更低的死亡率和更好的临床结局^[29]。本研究或因CABG组样本量不足,导致统计效能不足,从而未能观察到其与再发ACS风险之间的显著关联。

本研究发现,5年随访期内接受冠状动脉血运

重建术的 ACS 患者再发 ACS 的风险比未进行冠状动脉血运重建术而仅接受药物治疗的患者高出 38%。这可能与进行冠状动脉血运重建术的患者基线病情更为严重有关^[5]。此外,本研究在变量选择阶段已通过单因素分析联合 L1 正则化方法,精确识别并控制了关键混杂因素,如年龄、性别和他汀类药物(如阿托伐他汀、辛伐他汀等),这些因素在既往研究中已被证实与 ACS 预后及治疗选择有关联^[5,8]。该筛选策略有助于提升模型的科学与因果推断的有效性。既往研究表明,药物治疗已被证明能减少再发 ACS 的风险^[30]。但大部分现有研究表明,接受冠状动脉血运重建术的 ACS 患者预后效果比仅接受药物治疗的更好,造成这些差异的原因可能源自患者选取标准和随访时间的不同。Wang 等^[31]针对 80 岁以上女性患 ACS 人群的研究发现,与单独药物治疗相比,PCI 手术显著降低主要不良心脑血管事件、全因死亡等事件的风险。另一项大型队列研究发现,药物治疗比冠状动脉血运重建术治疗的 30 天再入院风险高^[11]。

本研究创新性地采用基于 PSM 的队列设计方法,有效减少了混杂因素对干预效果的影响^[14-16]。统计分析方面,通过 L1 正则化的 logistic 回归筛选协变量,进行 PSM,平衡两组间的协变量,获得更精准的 ACE^[20]。本研究基于真实世界数据,借助该队列设计进一步证实了在 ACS 患者中,冠状动脉血运重建术可能与再发 ACS 的风险显著相关,且可能比未进行冠状动脉血运重建术而仅药物治疗的患者风险更高,并通过敏感性分析证实了结果的可靠性。

本文的局限性:①研究对象仅为山东省内的 ACS 患者,可能存在地区差异,限制了结果的外部推广性;②本研究采用真实世界数据进行评价时,可能受到数据采集方式、电子病历记录规范性及患者随访完整性的影响,导致信息缺失、测量误差或选择偏倚,从而影响研究结果的准确性和可推广性;③本研究只分析了再发 ACS 单一结局,且随访时间较短,未能捕捉全部再发事件;④进行 CABG 患者样本量较少,统计效能不足,可能影响研究结果的稳定性和解释性。

冠状动脉血运重建术已广泛用于 ACS 患者的治疗,但本研究基于真实世界数据发现,进行冠状动脉血运重建术的 ACS 患者可能存在潜在的再发风险。因此,在临床决策过程中,应更加重视个体化治疗,尤其是对于高龄患者,医生需谨慎权衡冠状动脉血运重建术的潜在获益与风险。在优化治疗策略方面,应加强术前风险评估,结合年龄等关键因素,在

CABG 与 PCI 之间做出更精准的选择,以优化治疗策略并改善患者长期预后。同时,应加强患者教育和共享决策,确保患者充分理解不同治疗策略的风险与益处,并在医生指导下更加积极地参与治疗决策,以提高依从性和长期治疗效果。

参考文献:

- [1] Timmis A, Kazakiewicz D, Townsend N, et al. Global epidemiology of acute coronary syndromes[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2023, 20(11): 778-788.
- [2] Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(38): 3720-3826.
- [3] Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: a review [J]. *JAMA*, 2022, 327(7): 662-675.
- [4] Wu YF, Li SS, Patel A, et al. Effect of a quality of care improvement initiative in patients with acute coronary syndrome in resource-constrained hospitals in China: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(5): 418-427.
- [5] Smith JN, Negrelli JM, Manek MB, et al. Diagnosis and management of acute coronary syndrome: an evidence-based update [J]. *J Am Board Fam Med*, 2015, 28(2): 283-293.
- [6] Hochholzer W, Buettner HJ, Trenk D, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting as primary revascularization in patients with acute coronary syndrome [J]. *Am J Cardiol*, 2008, 102(2): 173-179.
- [7] Nohria R, Viera AJ. Acute coronary syndrome: diagnosis and initial management [J]. *Am Fam Physician*, 2024, 109(1): 34-42.
- [8] Smolina K, Lucy Wright F, Rayner M, et al. Long-term survival and recurrence after acute myocardial infarction in England, 2004 to 2010 [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2012, 5(4): 532-540.
- [9] Yudi MB, Clark DJ, Farouque O, et al. Trends and predictors of recurrent acute coronary syndrome hospitalizations and unplanned revascularization after index acute myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention [J]. *Am Heart J*, 2019, 212: 134-143. doi: 10.1016/j.ahj.2019.02.013
- [10] Arnold SV, Smolderen KG, Kennedy KF, et al. Risk factors for rehospitalization for acute coronary syndromes and unplanned revascularization following acute myocardial infarction [J]. *J Am Heart Assoc*, 2015, 4(2): e001352. doi:10.1161/JAHA.114.001352

- [11] Kim LK, Yeo I, Cheung JW, et al. Thirty-day readmission rates, timing, causes, and costs after ST-segment-elevation myocardial infarction in the United States: a national readmission database analysis 2010-2014 [J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(18): e009863. doi:10.1161/JAHA.118.009863
- [12] Song JL, Murugiah K, Hu S, et al. Incidence, predictors, and prognostic impact of recurrent acute myocardial infarction in China[J]. *Heart*, 2020, 107(4): 313-318.
- [13] Gallone G, Baldetti L, Pagnesi M, et al. Medical therapy for long-term prevention of atherothrombosis following an acute coronary syndrome: JACC state-of-the-art review[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(23 Pt A): 2886-2903.
- [14] 刘雪燕, 王光鹏, 姚雪, 等. 神经外科患者医院感染经济负担和住院时间分析[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2021, 59(10): 87-93.
LIU Xueyan, WANG Guangpeng, YAO Xue, et al. Analysis of economic burden and length of hospital stay of nosocomial infection in neurosurgery patients [J]. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2021, 59(10): 87-93.
- [15] 余恒毅, 祁星星, 方一念, 等. 基于倾向性评分匹配法评价金叶败毒颗粒与连花清瘟胶囊治疗新冠重症患者疗效的回顾性队列研究[J]. *中药药理与临床*, 2023, 39(1): 66-70.
YU Hengyi, QI Xingxing, FANG Yinian, et al. Efficacy of jinyebaidu granule and lianhuaqingwen capsule in the treatment of severe COVID-19 patients: a retrospective cohort study adjusted with propensity score matching[J]. *Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica*, 2023, 39(1): 66-70.
- [16] Liu N, Vigod SN, Michèle Farrugia M, et al. Venous thromboembolism after induced abortion: a population-based, propensity-score-matched cohort study in Canada [J]. *Lancet Haematol*, 2018, 5(7): e279-e288.
- [17] Wang WJ, Wang HT, Song K, et al. Epidemiological features of infectious diseases in children and adolescents: a population-based observational study in Shandong Province, China, 2013-2017[J]. *Children*, 2024, 11(3): 309. doi:10.3390/children11030309
- [18] Fernandes BF, Kock KS. Acute coronary syndrome in a hospital in southern Brazil: peak of hospitalizations on Mondays and severe cases on weekends and at night[J]. *Am J Cardiovasc Dis*, 2022, 12(6): 307-314.
- [19] Bai RN, Yang QN, Xi RX, et al. The effectiveness and safety of Chinese Patent Medicines based on syndrome differentiation in patients following percutaneous coronary intervention due to acute coronary syndrome (CPM trial): a nationwide Cohort Study [J]. *Phytomedicine*, 2023, 109: 154554. doi:10.1016/j.phymed.2022.154554
- [20] 司书成. 大数据背景下真实世界研究设计与分析策略: 以2型糖尿病药物治疗远期结局评价为例[D]. 济南: 山东大学, 2022.
- [21] Deo SV, Deo V, Sundaram V. Survival analysis-part 2: cox proportional hazards model[J]. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 37(2): 229-233.
- [22] Alan Brookhart M, Schneeweiss S, Rothman KJ, et al. Variable selection for propensity score models[J]. *Am J Epidemiol*, 2006, 163(12): 1149-1156.
- [23] Tian YX, Schuemie MJ, Suchard MA. Evaluating large-scale propensity score performance through real-world and synthetic data experiments [J]. *Int J Epidemiol*, 2018, 47(6): 2005-2014.
- [24] Tang GY, Qi L, Sun ZP, et al. Evaluation and analysis of incidence and risk factors of lower extremity venous thrombosis after urologic surgeries: a prospective two-center cohort study using LASSO-logistic regression[J]. *Int J Surg*, 2021, 89: 105948. doi:10.1016/j.ijssu.2021.105948
- [25] Benedetto U, Head SJ, Angelini GD, et al. Statistical primer: propensity score matching and its alternatives [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(6): 1112-1117.
- [26] Gomes AP, Costa B, Marques R, et al. Kaplan-meier survival analysis: practical insights for clinicians [J]. *Acta Med Port*, 2024, 37(4): 280-285.
- [27] Avdulla CS, Mastronikolis NS, Tachirai N, et al. Survival analysis of elderly patients with laryngeal cancer after total laryngectomy: a retrospective cohort study [J]. *Cureus*, 2024, 16(5): e60792. doi:10.7759/cureus.60792
- [28] Kipp R, Lehman J, Israel J, et al. Patient preferences for coronary artery bypass graft surgery or percutaneous intervention in multivessel coronary artery disease [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 82(2): 212-218.
- [29] Moscarelli M, Harling L, Attaran S, et al. Surgical revascularisation of the acute coronary artery syndrome [J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2014, 12(3): 393-402.
- [30] De Luca L, Paolucci L, Nusca A, et al. Current management and prognosis of patients with recurrent myocardial infarction[J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2021, 22(3): 731-740.
- [31] Wang JL, Guo CY, Chen H, et al. Improvement of long-term clinical outcomes by successful PCI in the very elderly women with ACS[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 122. doi:10.1186/s12872-021-01933-7