

基于 logistic 回归与决策树模型的医务人员主动上报医疗不良事件行为影响因素分析

陈昌阳¹, 陈太好², 张蔓娜², 刘韦², 万亿², 龙海², 汪俊华¹, 张江萍^{1,2}

1. 贵州医科大学公共卫生与健康学院, 环境污染与疾病监控教育部重点实验室, 贵州 贵阳 561113;

2. 贵阳市公共卫生救治中心

摘要:目的 采用 logistic 回归和决策树模型分别探讨医务人员主动上报医疗不良事件的影响因素并提供对应的解决措施。方法 采用单纯随机抽样, 对某三级医院 811 名医务人员进行调查。采用 logistic 回归与决策树模型对医务人员医疗不良事件主动上报的因素进行分析, 并计算 ROC 曲线下面积以比较判断两模型分析效果。结果 该院仅有 55.1% 的医务人员主动上报过医疗不良事件。两模型结果显示职业、工作年限、对本院报告流程的知晓情况、上报程序繁琐程度是否会增加额外工作是影响医务人员主动上报的影响因素 ($P < 0.05$); Logistic 回归模型 AUC 大于决策树模型, 差异具有统计学意义 ($Z = 3.424, P < 0.001$)。结论 该院医务人员医疗不良事件主动上报率较低, 建议采取多种措施以促进医务人员主动上报。

关键词: 医疗安全不良事件; 医疗不良事件; 影响因素

中图分类号: R197.32 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)16-2986-08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202501182

Analysis of influencing factors of medical staff's voluntary reporting of medical adverse events based on logistic regression and decision tree models

CHEN Chang-yang*, CHEN Tai-hao, ZHANG Man-na, LIU Wei, WAN Yi,

LONG Hai, WANG Jun-hua, ZHANG Jiang-ping

* School of Public Health, the key Laboratory of Environmental Pollution Monitoring and Disease Control, Ministry of Education, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 561113, China

Abstract: Objective To explore the influencing factors of medical staff's active reporting of adverse medical events by using Logistic regression and decision tree models, and to provide corresponding solutions. **Methods** A total of 811 medical workers in a tertiary hospital were investigated by random sampling. Logistic regression and decision tree model were used to analyze the factors of active reporting of medical adverse events by medical staff, and the area under ROC curve was calculated to compare and judge the analysis effect of the two models. **Results** Only 55.1% of the medical staff in this hospital have voluntarily reported medical adverse events. The results of the two models showed that occupation, working years, knowledge of the reporting process of the hospital, and whether additional work would be added to the cumbersome reporting procedures were the influencing factors for the active reporting of medical staff ($P < 0.05$). The AUC of Logistic regression model was greater than that of decision tree model, and the difference was statistically significant ($Z = 3.424, P < 0.001$). **Conclusion** The rate of active reporting of medical adverse events by medical staff in this hospital is relatively low. It is suggested that multiple measures be taken to promote the active reporting by medical staff.

Keywords: Medical safety adverse events; Medical adverse events; Influencing factors

据报道平均每件医疗不良事件会增加 6~9 个住院日, 全球每年因医疗不良事件损失 170~290 亿美元^[1]。医疗不良事件不但给患者、医务人员造成了不良影响, 还严重损害了患者对医疗机构和医护人员的

信任, 加剧了医患矛盾^[2-3], 而每 20 个患者中至少有 1 位因可预防的医疗不良事件受到损害^[4]。医疗不良事件发生率为 7.02%^[2], 但医务人员主动上报医疗不良事情的情况却不容乐观, 我国相关研究表明某二级医院仅有 40.15% 的医护人员上报过不良事件^[5], 20% 的医务人员完全不报告发生过的医疗不良事件^[6]。医务人员及时、主动上报医疗不良事件可以

降低不良事件的发生,对于提高医疗质量和改善医患关系具有重要意义^[7]。Logistic 回归可以通过系数的权重对结果进行解释,并量化因素之间的相关程度与回归拟合程度的高低,但对于复杂和高维的数据集,解释会变得困难且不能提供良好的决策建议。而决策树模型可以自动选择对结果影响最大的特征来进行节点分裂,直观地解释因素间的关系及各因素在因变量中的作用程度和概率,一定程度上解决了 logistic 回归的局限性^[8-10]。基于此,本研究将结合 logistic 回归与决策树模型对医务人员主动上报医疗不良事件的现状及影响因素进行调查,为规范和提高医务人员主动上报医疗不良事件提供理论依据和建议。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象 于 2023 年 10 月 9 日—13 日,通过单纯随机抽样选取某三级医院 2022 年 1 月至调查之日经历过医疗不良事件的医生、护士、医技人员、行政人员等 811 名研究对象进行调查。共回收问卷 811 份,其中有效问卷 810 份,有效应答率约 99.9%。此次研究在获得所有调查对象的知情同意下进行。本研究获得贵阳市公共卫生救治中心伦理委员会批准,批准号为(2025)论文第(08)号。

1.2 样本量计算

$$n = \text{deff} \frac{\mu_{\alpha}^2 \times p(1-p)}{d^2}$$

其中各参数取值如下:检验水准取双侧 95%,当 $\alpha = 0.05$ 时,相应的 $\mu = 1.96$; $p = 22.5\%$ ^[11],设计效应 $\text{deff} = 1.2$;相对误差 $r = 20\%$, $d = 20\% \times 22.5\%$;考虑 10% 的无应答率,最小样本量为 437 人。

1.3 调查方法 通过参考文献和质性访谈结果,自行设计调查问卷,内容包括性别、工作年限、职业、对不良事件的定义、分类、各等级具体内容的知晓情况、上报程序繁琐程度是否会增加额外的工作等 20 个条目。问卷信效度分析结果显示,Cronbach α 为 0.965、

KMO 为 0.970,表明信效度良好。

1.4 质量控制 严格按照标准选取研究对象并开展预调查;对调查员进行统一培训,现场推送电子问卷;由双人进行问卷复核,答题时被调查者间不必商量,保证问卷答题质量;及时纠正漏项、错项,空项达 3 处及以上予以剔除。

1.5 统计学处理 使用 Excel 2023 软件建立数据库,用 R 4.3.3 进行统计分析。计量资料呈正态分布时采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,偏态分布时用中位数(四分位数间距)表示;计数资料采用率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,将单因素分析中有统计学差异的因素纳入二元非条件 logistic 回归和决策树模型,分析影响医务人员主动上报的因素,两模型比较采用 ROC 曲线,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般人口学特征 本次调查,男性占 24.8%,女性占 75.2%;医生占 34.8%,护士占 50.9%,医技人员占 12.2%,行政及其他人员占 2.1%;专科及以下学历占 18.0%,本科学历占 74.1%,硕士及以上学历占 7.9%;工作年限 1 年以下占 8.8%,1~2 年占 7.4%,2~5 年占 16.9%,5~10 年占 18.9%,10 年以上占 48.0%;初级职称占 51.0%,中级职称占 34.7%,高级职称占 11.1%,其他占 3.2%;中层及以上干部占 7.7%。

2.2 医务人员医疗不良事件主动上报行为的影响因素分析

2.2.1 单因素分析 结果显示,医务人员主动上报医疗不良事件行为在性别、工作年限、职业、职称、是否为中层以上干部、对不良事件的定义、分类、各等级的具体内容、报告原则的知晓情况等 15 个指标间差异具有统计学意义($P < 0.05$),详见表 1。

表 1 医务人员主动上报行为单因素分析结果

Table 1 The results of univariate analysis of proactive reporting behaviors of medical staff

指标	分组	总人数	主动上报人数	主动上报人数占比(%)	χ^2 值	P 值
性别	男	201	91	45.27	10.351	0.001
	女	609	355	58.29		
工作年限(年)	≤1	71	13	18.31	52.709	<0.001
	>1~2	60	25	41.67		
	>2~5	137	74	54.01		
	>5~10	153	96	62.75		
	>10	389	238	61.18		
职业	医生	282	158	56.03	81.153	<0.001
	护士	412	267	64.81		
	医技人员	99	20	20.20		

(续表)

指标	分组	总人数	主动上报人数	主动上报人数占比(%)	χ^2 值	P值
学历	行政及其他人员	17	1	5.88	5.965	0.051
	专科及以下	146	84	57.53		
	本科	600	335	55.83		
职称	硕士及以上	64	26	40.63	21.820	<0.001
	初级	413	213	51.57		
	中级	281	171	60.85		
	高级	90	57	63.33		
是否为医院中层以上干部	其他	26	5	19.23	9.932	0.002
	是	62	46	74.19		
定义的知晓情况	否	748	400	53.48	-	<0.001
	不知道	4	1	25.00		
	了解部分	110	35	31.82		
	了解掌握	372	196	52.69		
分类的知晓情况	熟练掌握	324	214	66.05	34.806	<0.001
	不知道	13	5	38.46		
	了解部分	185	69	37.30		
	了解掌握	342	200	58.48		
各等级具体内容的知晓情况	熟练掌握	270	172	63.70	33.590	<0.001
	不知道	25	7	28.00		
	了解部分	229	96	41.92		
	了解掌握	328	199	60.67		
报告原则的知晓情况	熟练掌握	228	144	63.16	51.793	<0.001
	不知道	13	3	23.08		
	了解部分	181	64	35.36		
	了解掌握	338	191	56.51		
本院报告流程的知晓情况	熟练掌握	278	188	67.63	58.028	<0.001
	不知道	16	4	25.00		
	了解部分	156	53	33.97		
	了解掌握	332	178	53.61		
上报程序繁琐程度是否会增加额外的工作	熟练掌握	306	211	68.95	14.831	0.005
	非常不赞同	155	83	53.55		
	不赞同	393	227	57.76		
	不确定	127	53	41.73		
	赞同	108	63	58.33		
平台在线报告是否会增加上报意愿	非常赞同	27	20	74.07	1.913	0.752
	非常不赞同	46	28	60.87		
	不赞同	102	59	57.84		
	不确定	203	105	51.72		
	赞同	406	224	55.17		
激励政策是否会增加上报意愿	非常赞同	53	30	56.60	9.434	0.051
	非常不赞同	18	11	61.11		
	不赞同	62	34	54.84		
	不确定	146	64	43.84		
	赞同	496	285	57.46		
上报不良事件,其他人是否会对您有负面看法	非常赞同	88	52	59.09	-	0.152
	非常不赞同	141	89	63.12		
	不赞同	380	210	55.26		
	不确定	228	113	49.56		
	赞同	56	31	55.36		
上报他人不良事件是否会影响同事间的关系	非常赞同	5	3	60.00	14.065	0.007
	非常不赞同	144	94	65.28		
	不赞同	367	208	56.68		
	不确定	219	103	47.03		
	赞同	61	29	47.54		
	非常赞同	19	12	63.16		

(续表)

指标	分组	总人数	主动上报人数	主动上报人数占比(%)	χ^2 值	P 值
领导是否鼓励上报	是	770	435	56.49	-	0.001
	否	9	2	22.22		
	不明确	31	9	29.03		
发生不良事件时,科室、相关部门是否会制定相应措施防止再次发生	是	775	432	55.74	3.527	3.527
	否	21	9	42.86		
	不明确	14	5	35.71		
发生不良事件后,科室领导是否会组织讨论	是	770	437	56.75	-	<0.001
	否	4	2	50.00		
	不明确	36	7	19.44		
科室有无管理不良事件的人员	有	720	410	56.94	9.283	0.002
	无	90	36	40.00		

注:“-”表示此处无数值。

2.2.2 医疗不良事件主动上报行为的 logistic 回归模型 将单因素分析中有统计学差异的变量纳入回归模型。工作年限、职业、上报程序繁琐程度是否会增加额外的工作、上报他人不良事件是否会影响同事间的关系、领导是否鼓励上报、发生不良事件时,科室

领导是否会组织讨论是医务人员主动上报医疗不良事件行为的独立影响因素,详见表 2。经 Hosmer 检验模型拟合优度较高, χ^2 值 = 10.125, $P = 0.256$, 可认为该模型拟合程度较好。

表 2 医务人员主动上报行为 logistic 回归分析结果

Table 2 Medical staff actively reported the results of logistic regression analysis

指标	分组	参照组	B	P	OR(95% CI)	GVI ⁺ (1/2df)
性别	女	男	0.204	0.347	1.23 (0.80 ~ 1.88)	1.150
工作年限	>1 ~ 2	≤1	1.229	0.005	3.42 (1.45 ~ 8.09)	1.096
	>2 ~ 5		1.799	<0.001	6.04 (2.84 ~ 12.85)	
	>5 ~ 10		1.977	<0.001	7.22 (3.40 ~ 15.33)	
	>10		1.970	<0.001	7.17 (3.40 ~ 15.12)	
职业	护士	医生	0.083	0.709	1.09 (0.70 ~ 1.68)	1.168
	医技人员		-1.477	<0.001	0.23 (0.12 ~ 0.43)	
	行政及其他		-2.591	0.032	0.07 (0.01 ~ 0.80)	
职称	中级	初级	0.136	0.540	1.15 (0.74 ~ 1.77)	1.207
	高级		0.111	0.755	1.12 (0.56 ~ 2.24)	
	其他		-0.309	0.664	0.73 (0.18 ~ 2.95)	
	是否为医院中层以上干部定义的知晓情况	否	是	-0.529	0.153	0.59 (0.28 ~ 1.22)
分类的知晓情况	了解部分	不知道	0.039	0.980	1.04 (0.05 ~ 22.88)	1.446
	了解掌握		0.017	0.991	1.02 (0.04 ~ 23.41)	
	熟练掌握		0.630	0.699	1.88 (0.08 ~ 45.60)	
	了解部分	不知道	-0.254	0.767	0.78 (0.15 ~ 4.15)	1.555
各等级具体内容的知晓情况	了解掌握		-0.075	0.934	0.93 (0.16 ~ 5.46)	
	熟练掌握		-0.696	0.471	0.50 (0.08 ~ 3.31)	
	了解部分	不知道	0.514	0.470	1.67 (0.42 ~ 6.73)	1.674
	了解掌握		0.735	0.343	2.08 (0.46 ~ 9.15)	
报告原则的知晓情况	熟练掌握		-0.330	0.704	0.72 (0.13 ~ 3.95)	
	了解部分	不知道	0.594	0.593	1.81 (0.21 ~ 15.94)	1.916
	了解掌握		0.745	0.513	2.11 (0.23 ~ 19.68)	
本院报告流程的知晓情况	熟练掌握		1.486	0.229	4.42 (0.39 ~ 49.70)	
	了解部分	不知道	-0.246	0.803	0.78 (0.11 ~ 5.38)	1.743
	了解掌握		-0.051	0.960	0.95 (0.13 ~ 6.99)	
	熟练掌握		0.570	0.600	1.77 (0.21 ~ 14.88)	
不良事件上报程序繁琐程度是否会增加额外的工作	不赞同	非常不赞同	0.775	0.004	2.17 (1.29 ~ 3.66)	1.130
	不确定		0.619	0.076	1.86 (0.94 ~ 3.68)	
	赞同		0.953	0.007	2.59 (1.30 ~ 5.16)	
	非常赞同		1.771	0.003	5.88 (1.84 ~ 18.78)	

(续表)

指标	分组	参照组	B	P	OR(95% CI)	GVIF [*] (1/2df)
上报他人不良事件是否会影响同事间的关系	不赞同	非常不赞同	-0.392	0.160	0.68(0.39~1.17)	1.127
	不确定		-0.594	0.070	0.55(0.29~1.05)	
	赞同		-0.932	0.023	0.39(0.18~0.88)	
	非常赞同		-0.189	0.764	0.83(0.24~2.84)	
领导是否鼓励上报	否	是	-1.875	0.040	0.15(0.03~0.92)	1.073
	不明确		-0.141	0.784	0.87(0.32~2.39)	
发生不良事件后,科室领导是否会组织讨论	否	是	0.522	0.704	1.69(0.11~25.00)	1.111
	不明确		-1.145	0.024	0.32(0.12~0.86)	
科室有无管理不良事件的人员	无	有	-0.026	0.931	0.97(0.54~1.75)	1.074

2.2.3 医疗不良事件主动上报行为的分类决策树模型 将单因素分析中有统计学意义的自变量纳入模型进行 CHAID 决策树分析。结果显示决策树模型分为 5 层,11 个节点和 4 个预测因子,其中职业是医疗不良事件主动上报最重要的影响因素,变量重要性为 36.99,详见图 1。当医生及护士的工作年限在 1 年及以上,且能熟练掌握、了解掌握本院不良事件报告流程则不良事件主动上报率为 65%;而当医生及护士的工作年限在 1 年以内时,未主动上报不良事件的概率为 8%;当上报者为医技、行政及其他人员时,未主动上报不良事件的概率为 14%,详见图 2。

2.2.4 Logistic 回归模型和分类决策树模型比较 两种模型的分析结果均显示,职业、工作年限、上报程序繁琐程度是否会增加额外工作是医务人员主动上

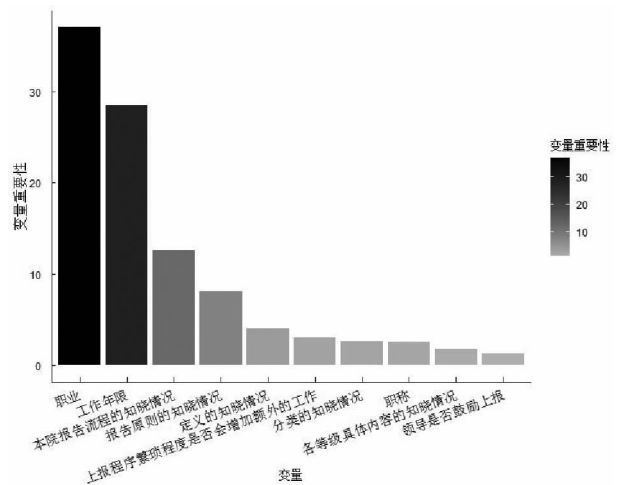


图 1 变量重要性可视化

Fig. 1 Visualization of variable importance

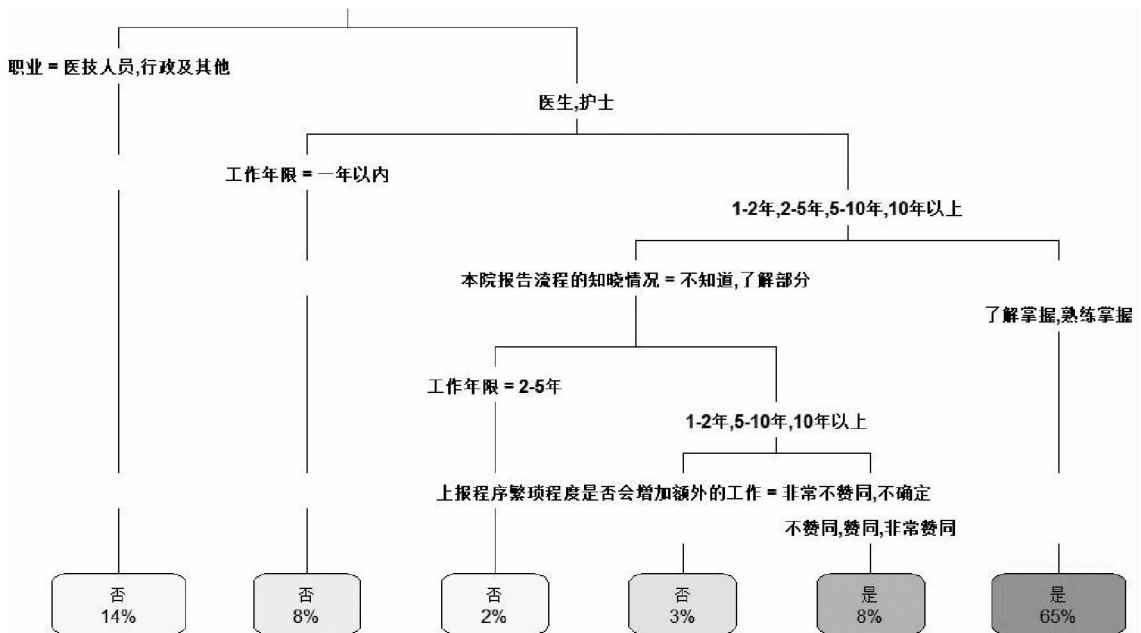


图 2 医务人员主动上报行为决策树可视化

Fig. 2 Visualization of the decision tree for adverse event reporting

报医疗不良事件行为的影响因素。分别对两模型绘制 ROC 曲线,其中 logistic 回归模型 AUC 为 0.789

(95% CI:0.758~0.820),分类决策树模型的 AUC 为 0.712(95% CI:0.681~0.744),两模型的 AUC 在 0.7

~0.9 之间说明模型具有一定准确性,使用 Z 检验^[12]对两模型进行比较,结果显示差异具有统计学意义($Z = 3.424, P < 0.001$)可认为 logistic 回归较决策树模型的效果更好,详见图 3。

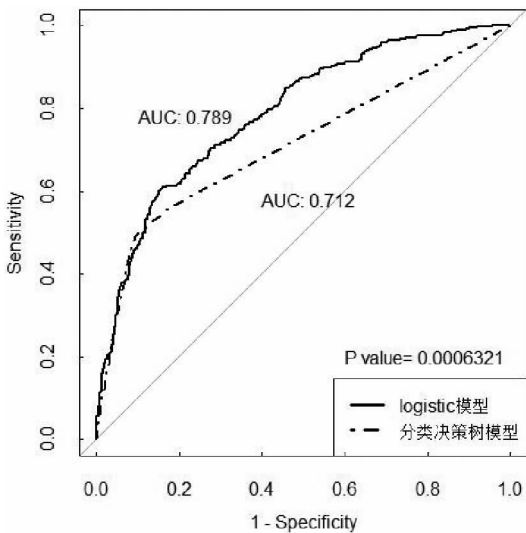


图 3 两模型 ROC 曲线的对比图

Fig. 3 Comparison of ROC curves between the two models

3 讨论

医疗不良事件是医疗质量的重要体现,促进上报医疗不良事件,可以在一定程度上避免医疗纠纷的发生。本研究显示该院有 55.1% 的医务人员主动上报过医疗不良事件,高于谢舒(48.0%)^[13]、蒋婷婷(22.5%)^[11]等人的研究结果,可能与样本的选择、调查工具,以及各医院的上报政策的差异有关。提示我们,医疗不良事件的上报工作仍面临严峻挑战,还需要全院职工的努力。

3.1 强意识重培训提高上报率 决策树模型提示,职业是影响医务人员主动上报的关键因素。医技、行政及其他人员由于相关医学背景的缺失很多情况下无法判定不良事件^[14],往往会阻碍上报行为,因此,我们可以将既往发生的不良事件形成案例,加强非临床科室人员的学习以增强其安全意识和专业素养,提高识别不良事件的敏锐度^[15];同时,应定期开展医疗安全培训,尤其是对事件上报标准、上报流程和应对措施进行培训,确保每个人员都具备必要的知识和能力来识别、报告和处理安全不良事件。

3.2 “结对子”形成上报新形式 结合决策树和 logistic 回归结果,工作年限作为影响医务人员主动上报的因素,在医护人员中发挥着明显作用。一方面考虑医务人员工作年限越长,更具有风险意识和全局意识,对医疗不良事件的认知水平越高^[16];另一方面随

着工作年限的增加,工作经验不断积累,能敏锐地发现医疗不良事件,因此表现出随着工作年限的增加,医务人员在发生不良事件后会更倾向于主动上报。故可以由 1 位资质年长的人员带领 1~2 位新人形成“对子”的方式,由老员工对医疗不良事件进行初步识别分析后带领新员工上报以提高上报参与率。

3.3 优化上报程序,减轻工作负担 与 logistic 回归不同,决策树提示越熟练掌握本院报告流程的职工越能主动上报医疗不良事件,因此可以制作上报系统操作指南手册,分发给职工学习,从而促使职工熟练掌握上报流程。值得注意的是与其他研究不同^[17],两个模型均显示越赞同上报程序繁琐,会增加额外工作的医务人员更愿意上报,一方面可能是规范化和制度化的程序使得员工感受到更加明确和透明的指导,另一方面,繁琐的系统可能反映了医院对医疗不良事件管理的重视,增强了员工的责任感,从而提高了人员上报的积极性。良好的不良事件报告系统不仅能改进医疗质量,而且可以促进医务人员主动报告行为^[18-19],因此可以公开征集全院职工对现有上报系统的建议,对系统进行优化;同时形成 PC 端和手机移动端多渠道上报的形式,从而提高员工的积极性。

3.4 树立正确上报观,积极维护同事关系 与谭智、董晓飞^[20-21]研究一致,很多医务人员认为医疗不良事件的发生与自身没有关系时,上报他人的不良事件往往会影响同事间的关系,因此不愿主动上报。针对这种现象,首先可以采取匿名上报的方式,减轻上报他人医疗不良事件的思想负担,提升医务人员的上报积极性;其次帮助员工树立上报他人的医疗不良事件是为了纠正不安全因素、避免再次发生而非举报、告状的正确观念;最后不得将上报他人的医疗不良事件作为自身业绩考核、评优评选的标准,避免形成恶性上报的不良竞争关系。

3.5 发挥领导重要优势,形成上报新风向 医疗不良事件处置不当往往会对医务人员的自身安全带来潜在风险,甚至引发医疗纠纷或医疗事故^[22],因此大多数医务人员担心受到上级的责备和处罚不愿主动报告。可以通过设立积分机制,对主动上报尤其是能够发现潜在风险并及时上报的员工进行加分,而积分可作为推选最美医护、外派进修学习等机会的评选依据^[23],实现把领导的鼓励转化为医务人员主动上报的积极因素。

本研究运用 logistic 回归和决策树模型互为补充,对医务人员主动上报医疗不良事件行为的影响因素进行了分析,并对影响因素的重要性进行了排序,为促进医务人员主动报告制定合理措施提供了理论依据。但本研究为横断面调查,不能判定主动上报行

为和影响因素之间的因果关系,接下来还需扩大样本量、采用前瞻性研究对上述影响因素进行验证。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 谭海涛,李强辉,江建中. 医疗不良事件报告现状及主要影响因素分析[J]. 现代医院管理,2015,(5):64-67.
Tan HT, Li QH, Jiang JZ. Analysis of the status quo and main influencing factors of medical adverse event reporting[J]. Modern Hospital Management, 2015, (5): 64-67. (In Chinese)
- [2] 陈雅婷,胡曼娜,魏仁惠子. 医疗安全不良事件发生原因与PDCA循环的应用效果[J]. 中国卫生标准管理,2024,15(20):62-65.
Chen YT, Hu MN, Wei RHZ. Causes of medical safety adverse events and the application effect of PDCA cycle[J]. China Health Standard Management, 2024, 15(20): 62-65. (In Chinese)
- [3] 王晓君. 医疗不良事件中第二受害者支持需求研究现状[J]. 中国医疗管理科学,2024,14(4):35-40.
Wang XJ. Support needs among second victims after adverse medical events[J]. China Medical Administration Sciences, 2024, 14(4): 35-40. (In Chinese)
- [4] Panagioti M, Khan K, Keers RN, et al. Prevalence, severity, and Nature of preventable patient harm across medical care settings: systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2019, 366: l4185.
- [5] 李兆辉,陈杰,冀梅竹,等. 二级医院医务人员患者安全文化认知与不良事件上报态度的相关性[J]. 河北医药,2022,44(21):3338-3340,3344.
Li ZH, Chen J, Ji MZ, et al. Correlation between patients' safety culture cognition and medical staffs' attitude towards medical adverse event reporting in secondary hospitals[J]. Hebei Medical Journal, 2022, 44(21): 3338-3340, 3344. (In Chinese)
- [6] 柯晓华. 医院医疗不良事件报告激励约束策略研究[D]. 武汉:华中科技大学,2011.
Ke XH. Research on incentive and constraint strategies for hospital adverse event reporting[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2011. (In Chinese)
- [7] 李雪丽. 医疗安全不良事件报告现状及影响因素研究[J]. 中国卫生标准管理,2020,11(18):24-27.
Li XL. Study on the status and influencing factors of medical safety adverse events reporting[J]. China Health Standard Management, 2020, 11(18): 24-27. (In Chinese)
- [8] 汪靖翔. 决策树算法的原理研究和实际应用[J]. 电脑编程技巧与维护,2022,(8):54-56,72.
Wang JX. Principle research and practical application of decision tree algorithm[J]. Computer Programming Skills & Maintenance, 2022, (8): 54-56, 72. (In Chinese)
- [9] 李爽境,黄闪闪,刘熹润,等. 决策树模型与logistic回归模型在代谢综合征影响因素分析中的应用——以凉山地区为例[J]. 现代预防医学,2019,46(13):2319-2323,2328.
Li SJ, Huang SS, Liu XR, et al. Application of decision tree and logistic regression model on risk factors of metabolic syndrome: a case study in Liangshan region[J]. Modern Preventive Medicine, 2019, 46(13): 2319-2323, 2328. (In Chinese)
- [10] 阙霜,曾雁冰,方亚. 基于logistic回归与决策树模型的社会资本对老年人自评健康的影响研究[J]. 中国卫生统计,2022,39(2):186-191.
Que S, Zeng YB, Fang Y. The impact of social capital on elderly self-rated health based on logistic regression and decision tree model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2022, 39(2): 186-191. (In Chinese)
- [11] 蒋婷婷,刘兰秋. 患者安全视角下医务人员医疗不良事件报告现状及问题研究[J]. 中国医院,2017,21(11):36-39.
Jiang TT, Liu LQ. Discussion on status quo and problems on medical adverse events report in view of patient safety[J]. Chinese Hospitals, 2017, 21(11): 36-39. (In Chinese)
- [12] Delong ER, Delong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach[J]. Biometrics, 1988, 44(3): 837-845.
- [13] 谢舒,时先锋,罗先琼,等. 医疗不良事件主动报告影响因素分析及改进建议[J]. 中国卫生质量管理,2014,21(4):29-32.
Xie S, Shi XF, Luo XQ, et al. Analysis on influence factors and improvement strategies of medical adverse events initiative reporting[J]. Chinese Health Quality Management, 2014, 21(4): 29-32. (In Chinese)
- [14] 陈旭,胡海,吴昊. 391名医务人员对医疗安全不良事件报告意向的现状调查[J]. 中国老年保健医学,2024,22(5):61-65.
Chen X, Hu H, Wu H. A survey on the current situation of 391 medical staff's intention to report medical safety adverse events ([J]. Chinese Journal of Geriatric Care, 2024, 22(5): 61-65. (In Chinese)
- [15] 郑娜娜,邵尉,胡智华,等. 我院医疗安全不良事件大数据分析与管理对策[J]. 中医药管理杂志,2021,29(9):176-178.
Zheng NN, Shao W, Hu ZH, et al. Big data analysis and management strategies for medical safety adverse events in our hospital[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2021, 29(9): 176-178. (In Chinese)
- [16] 黄玫,张榕,郑当垆,等. 医疗安全不良事件报告意愿的影响因素[J]. 中国病案,2022,23(7):72-76.
Huang M, Zhang R, Zheng DL, et al. Influencing factors of the willingness of reporting medical safety adverse events[J]. Chinese Medical Record, 2022, 23(7): 72-76. (In Chinese)
- [17] 何淼,蒋帅,刘玲玉,等. 医疗(不良)事件内部报告系统优化及流程再造的应用研究[J]. 中国医院管理,2023,43(11):58-61.
He M, Jiang S, Liu LY, et al. Research on the optimization of internal reporting system of medical (adverse) events and the application of process reengineering [J]. Chinese Hospital Management, 2023, 43(11): 58-61. (In Chinese)
- [18] Mikkelsen TH, Sokolowski I, Olesen F. General practitioners' attitudes toward reporting and learning from adverse events: results from a survey[J]. Scandinavian Journal of Primary Health Care, 2006, 24(1): 27-32.
- [19] 张妮. 基于PDCA循环的X精神专科医院不良事件报告信息系统研究[D]. 西安:西安科技大学,2020.
Zhang N. Research on adverse event reporting information system of X psychiatric hospital based on PDCA cycle[D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2020. (In Chinese)

- [20] 谭智,罗碧眉,谷玉婷,等.广州市某三甲医院分院医疗安全不良事件情况分析[J].医学信息,2018,31(20):118-120.
Tan Z, Luo BM, Gu YT, et al. Analysis of adverse events of medical safety in a branch hospital of a third grade a hospital in Guangzhou city[J]. Medical Information, 2018, 31(20): 118 - 120. (In Chinese)
- [21] 董晓飞,钱宇,王小合,等.医院安全不良事件管理体系建设的构想与展望[J].中国医院管理,2021,41(4):52-55,59.
Dong XF, Qian Y, Wang XH, et al. Conception and prospect of the construction of hospital safety adverse event management system [J]. Chinese Hospital Management, 2021, 41(4): 52 - 55, 59. (In Chinese)
- [22] Zhu L, Reyachav I, Mchanev R, et al. Combined SNA and LDA methods to understand adverse medical events [J]. The International Journal of Risk & Safety in Medicine, 2019, 30(3): 129 - 153.
- [23] 张艳丽,麻国强,赵骥,等.我国医疗安全(不良)事件大数据分析策略研究[J].中国医院管理,2020,40(8):29-32.
Zhang YL, Ma GQ, Zhao J, et al. Analysis of big data and strategy research on medical safety (adverse) events in China [J]. Chinese Hospital Management, 2020, 40(8): 29 - 32. (In Chinese)

收稿日期:2025-01-10

(上接第 2937 页)

- [18] Li W, Tian AX, Shi Y, et al. Associations of long - term fine particulate matter exposure with all - cause and cause - specific mortality: results from the China HEART project [J]. The Lancet Regional Health. Western Pacific, 2023, 41: 100908.
- [19] Chen C, Zhu PF, Lan L, et al. Short - term exposures to PM_{2.5} and cause - specific mortality of cardiovascular health in China [J]. Environmental Research, 2018, 161: 188 - 194.
- [20] Li J, Tang W, Li S, et al. Ambient PM_{2.5} and its components associated with 10 - year atherosclerotic cardiovascular disease risk in Chinese adults [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2023, 263:115371.
- [21] Moreno - Ríos AL, Tejada - Benítez LP, Bustillo - Lecompte CF. Sources, characteristics, toxicity, and control of ultrafine particles: an overview [J]. Geoscience Frontiers, 2022, 13(1): 101147.
- [22] Kwon HS, Ryu MH, Carlsten C. Ultrafine particles: unique physicochemical properties relevant to health and disease [J]. Experimental & Molecular Medicine, 2020, 52(3): 318 - 328.
- [23] 刘洁,应圣洁,陈丽,等.空气超细颗粒物对人群健康影响的研究进展[J].上海预防医学,2020,32(4):347-352.
Liu J, Ying SJ, Chen L, et al. Advances in research of effects of ambient ultrafine particles on human health [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2020, 32(4): 347 - 352. (In Chinese)
- [24] Rajagopalan S, Landrigan PJ. Pollution and the heart [J]. New England Journal of Medicine, 2021, 385(20): 1881 - 1892.
- [25] Gao K, Chen X, Li XY, et al. Susceptibility of patients with chronic obstructive pulmonary disease to heart rate difference associated with the short - term exposure to metals in ambient fine particles: A panel study in Beijing, China [J]. Science China. Life Sciences, 2022, 65(2): 387 - 397.
- [26] Yang X, Wang T, Xia M, et al. Abundance and origin of fine particulate chloride in continental China [J]. Science of the Total Environment, 2018, 624: 1041 - 1051.
- [27] Bell ML, Son JY, Peng RD, et al. Ambient PM_{2.5} and risk of hospital admissions: do risks differ for men and women? [J]. Epidemiology, 2015, 26(4): 575 - 579.
- [28] Liao M, Braunstein Z, Rao X. Sex differences in particulate air pollution related cardiovascular diseases: a review of human and animal evidence [J]. The Science of the Total Environment, 2023, 884: 163803.
- [29] Jiang YX, Du CY, Chen RJ, et al. Differential effects of fine particulate matter constituents on acute coronary syndrome onset [J]. Nature Communications, 2024, 15(1): 10848.
- [30] Chen RJ, Jiang YX, Hu JL, et al. Hourly air pollutants and acute coronary syndrome onset in 1.29 million patients [J]. Circulation, 2022, 145(24): 1749 - 1760.
- [31] 方博,李琦,晋珊,等.2013-2020年上海市空气动力学直径≤2.5μm的颗粒物短期暴露导致的循环系统疾病超额死亡风险评估[J].疾病监测,2024,39(12):1547-1554.
Fang B, Li Q, Jin S, et al. Risk assessment of excess circulatory disease mortality attributed to short - term exposure to particulate matter with aerodynamic diameter ≤2.5 μm in Shanghai, 2013 - 2020 [J]. Disease Surveillance, 2024, 39(12): 1547 - 1554. (In Chinese)
- [32] 刘乐,韦慧燕,王兵亚,等.郑州市大气PM_{2.5}与居民循环系统疾病死亡的相关性[J].环境与职业医学,2021,38(7):740-746.
Liu L, Wei HY, Wang BY, et al. Correlations between atmospheric PM and residents' circulatory disease deaths in Zhengzhou [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(7): 740 - 746. (In Chinese)
- [33] Pan ZW, Gong TY, Liang P. Heavy metal exposure and cardiovascular disease [J]. Circulation Research, 2024, 134(9): 1160 - 1178.
- [34] Chowdhury R, Ramond A, O' keeffe LM, et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta - analysis [J]. BMJ, 2018, 362: k3310.
- [35] 肖致美,徐虹,李立伟,等.基于在线观测的天津市PM_{2.5}污染特征及来源解析[J].环境科学,2020,41(10):4355-4363.
Xiao ZM, Xu H, Li LW, et al. Characterization and source apportionment of PM_{2.5} based on the online observation in Tianjin [J]. Environmental Science, 2020, 41(10): 4355 - 4363. (In Chinese)
- [36] Liu X, Tian Y, Xue Q, et al. Contributors to reductions of PM_{2.5} - bound heavy metal concentrations and health risks in a Chinese megacity during 2013, 2016 and 2019: an advanced method to quantify source - specific risks from various directions [J]. Environmental Research. 2023, 218: 114989.
- [37] 张文军,雷立健.2019—2020年泉州市大气PM_{2.5}污染与居民心血管疾病死亡效应的时间序列分析[J].实用预防医学,2023,30(8):908-912.
Zhang WJ, Lei LJ. Time series analysis on the effect between atmospheric PM_{2.5} pollution and deaths from cardiovascular diseases among residents in Yangquan City, 2019 - 2020 [J]. Practical Preventive Medicine, 2023, 30(8): 908 - 912. (In Chinese)
- [38] Li YX, Lu B, Wei J, et al. Short - term exposure to ambient fine particulate matter constituents and myocardial infarction mortality [J]. Chemosphere, 2024, 364: 143101.
- [39] Ma X, Duan H, Zhang, H, et al. Short - term effects of PM₁, PM_{2.5}, and PM_{2.5} constituents on myocardial infarction mortality in Qingdao, China: a time - stratified case - crossover analysis [J]. Atmospheric Environment, 2023, 294: 119478.

收稿日期:2025-04-15