

• 论 著 •

基于人工智能技术的骨科 VTE 防治系统的开发与应用

吕姣姣¹, 毛雷音², 史跃芳³, 张宇轩¹, 韩启明⁴

摘要: **目的** 提高骨科患者静脉血栓栓塞(VTE)评估效率和准确性,减少 VTE 的发生。**方法** 将 2 586 例骨科住院手术患者按入院时间段分为对照组 1 023 例、观察组 1 563 例。对照组采用纸质评估表评估患者 VTE 情况、手动录入 HIS 等常规 VTE 风险管理;观察组开发 VTE 防治全链路系统进行患者 VTE 风险管理。**结果** 观察组 VTE 评估效率、评估正确率及医护人员管理满意度显著高于对照组(均 $P < 0.05$),VTE 发生率显著低于对照组($P < 0.05$)。**结论** 骨科 VTE 防治全链路系统的应用,可有效提高骨科住院手术患者 VTE 评估效率和正确率,减少 VTE 的发生,提高医护人员工作满意度。

关键词: 住院患者; 骨科; 外科手术; 静脉血栓栓塞; 人工智能技术; 防治系统; 预防护理

中图分类号: R473.6; TP18 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.03.036

Design and application of an artificial intelligence-based venous thromboembolism prophylaxis system in orthopedics

Lü Jiaojiao, Mao Lei Yin, Shi Yuefang, Zhang Yuxuan, Han Qiming. Department of Foot and Ankle Surgery, Wuxi Ninth People's Hospital, Wuxi 214062, China

Abstract: **Objective** To improve the efficiency and accuracy of venous thromboembolism (VTE) assessment and reduce the occurrence of VTE in orthopedic patients. **Methods** A total of 2,586 orthopedic patients were divided into a control group of 1,023 and an observation group of 1,563 chronologically. The control group was used paper-form assessment for possible risk of VTE and the results were manually input into the Hospital Information System, while the observation group received VTE risk management by using a self-designed AI-based system. **Results** The performance of the system used in the observation group was more efficient and accurate compared with earlier methods in the control group (both $P < 0.05$). The observation group had significantly higher satisfaction of medical staff, whereas significantly lower incidence of VTE compared with the control group (both $P < 0.05$). **Conclusion** The application of AI-based system for VTE prophylaxis in orthopedic patients can effectively improve the efficiency and accuracy of VTE assessment, reduce the occurrence of VTE, and enhance job satisfaction of medical staff.

Keywords: inpatient; orthopedics; surgery; venous thromboembolism; artificial intelligence technology; prophylaxis system; prophylaxis care

静脉血栓栓塞(Venous Thromboembolism, VTE)是骨科患者较为常见的并发症^[1]。VTE 分为静脉血栓形成(Deep Vein Thrombosis, DVT)和肺栓塞(Pulmonary Thromboembolism, PE)2 种类型,两者相互关联,可同期或不同期发生;肺栓塞为急危重症,危及患者生命,也是造成患者围手术期死亡及医院内非预期死亡的重要因素之一^[2]。2022 版《骨科大手术加速康复围手术期静脉血栓栓塞症防治专家共识》指出,尽早发现 VTE 症状,及时评估和处理,是骨科加速康复的重要工作^[3]。依据中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南及肺血栓栓塞症诊治与预防指南推荐,均建议骨科患者使用 Caprini 评分对患者进行 DVT 风险评估^[4-5],该量表是一种有效、简单方便、经济实用的 VTE 风险预测评估工具,能有效帮助医护人员鉴别 VTE 高危患者,辅助预防方案的选

择,从而减少 VTE 发生率,改善患者预后及生活质量,减少医疗费用^[6]。以往,临床医护人员采用纸质 Caprini 血栓风险因素评估量表进行评估,效率低下,数据难以长期保存;后来医院建立医院信息系统(Hospital Information System, HIS),将评估结果手动输入 HIS 中,数据可长期保存和随时调用,但操作复杂,仍存在 VTE 专病管理、单病种随访难操作等问题^[7]。为此,我院于 2021 年 11 月基于人工智能技术开发骨科 VTE 防治全链路系统(下称 VTE 防治系统)用于骨科患者 VTE 防治管理,有效提高了 VTE 评估效率及准确性,减少了 VTE 发生率,医护人员满意度提高。具体方法与结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采取方便抽样法,于 2021 年 1 月至 2022 年 8 月选取本院 2 586 例患者作为研究对象。入选标准:①因骨科疾病入院手术;②年龄 18~65 岁,有良好的语言交流能力;③对本研究知情,同意参加。排除标准:①中途转院;②精神障碍。按时间段分组:将 2021 年 1—10 月入院(未应用 VTE 防治系统)的 1 023 例分为对照组,将 2021 年 11 月至 2022 年 8 月入院(应用 VTE 防治系统)的 1 563 例分为观察组。两组患者一般资料比较,见表 1。

作者单位:无锡市第九人民医院 1. 足踝外科 2. 护理部 3. 医学科 4. 信息科(江苏 无锡,214062)

吕姣姣:女,本科,主管护师,1278386529@qq.com

通信作者:毛雷音,54372590@qq.com

科研项目:江苏省医院协会医院管理创新研究面上课题(JSY-GY-3-2023-6);无锡市卫健委面上项目(M202243)

收稿:2023-09-04;修回:2023-11-20

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	文化程度(例)			疾病(例)				治疗方式(例)		麻醉方式(例)			住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		初中及以下	中专及高中	大专及以上	A	B	C	D	手术	保守	局麻	腰麻	全麻	
对照组	1 023	725	298	45.22±14.49	566	335	122	396	389	123	115	976	47	240	660	123	9.01±3.38
观察组	1 563	1 067	496	46.35±13.97	869	487	207	589	579	227	168	1 498	65	382	987	194	8.79±3.06
统计量		$\chi^2=1.970$		$t=1.808$	$Z=-0.169$			$\chi^2=3.322$				$\chi^2=0.283$		$\chi^2=0.505$			$t=1.715$
P		0.163		0.071	0.866			0.345				0.595		0.777			0.087

注: A=闭合骨折; B=开放骨折; C=骨关节炎病; D=其他骨科相关疾病。

1.2 方法

1.2.1 VTE 评估管理方法

对照组患者在入院时、手术后、病情变化时由责任护士手持纸质 Caprini 评估量表进行评估, 评估后责任护士将评估结果手动输入 HIS, 口头上报管床医生, 医生依据评估结果开具医嘱, 护士遵医嘱进行处置。观察组具体方法如下。

1.2.1.1 组建 VTE 防治系统开发小组 小组成员共 6 人, 医务科科长 1 人负责策划与协调; 骨科科主任 1 人负责 VTE 防治系统应用指导; 信息科工程师 2 人负责软件开发; 护士长 1 人参与 VTE 系统开发全程, 负责落实各项内容及小组内外协调、系统开发后的追踪; 骨科专科护士 1 人负责落实开发使用后相关问题及资料收集。小组成员密切联系, 随时协调沟通与协商解决问题。

1.2.1.2 VTE 防治系统的开发 小组成员针对医院使用 HIS 为患者进行评估, 存在 VTE 专病化管理难、VTE 的标准操作流程(Standard Operation Procedure, SOP)难落地、随访难等问题, 与信息软件工程师沟通, 达成解决方案共识后, 由工程师开发一套基于人工智能技术, 应用文本挖掘、语义分析技术深度分析 HIS 中患者的病历文书、诊断、手术、检查检验等, 依据评估时机自动提炼提取识别相关高危致病因素, 自动进行 Caprini 量表评估的 VTE 防治系统。该系统分为 6 大模块: 患者及评分管理, 在院患者评分记录, 患者数据库, 指标监控, 科室实时监控, 医疗组管理模块。在患者及评分管理页面将 VTE 评估功能嵌入电子病历、护理文书系统, 通过电子病历、护理文书系统调用 VTE 系统接口实现 VTE 系统自动调用并自动登录, 并进行提醒。依据 Caprini 评估量表中的风险因素, VTE 防治系统可以从病历、检查、检验等信息中自动分析, 实现评分选项自动勾选。在院患者评分记录页面, 查看科室患者评分记录。在科室监控页面可查看科室高危、中危、低危患者人数。在指标监控页面查看本科室 VTE 风险评估比率、出血风险评估统计等。在患者数据库页面可查看所有患者评估及处置记录。在医疗组管理页面, 管理员权限下可以查看科室质控, 在管理列表中显示全院及各科室低、中、高危、已评分、VTE 发生、全院患者人数统计, 查看科室卡片等功能。

1.2.1.3 VTE 防治系统的应用 ①护士应用。当责任护士登录护理文书系统后, VTE 管理系统在桌面

右下角自动登录, 系统依据评估时机设定, 能够生成需要评分的患者姓名, 责任护士点击患者姓名进入 VTE 评估表页面。第一步, 确认 VTE 评分表类型为 Caprinia 评估表; 第二步, 确认 VTE 评估时机, 评估时机包括入院、手术、术后、病情变化、其他等类型, 系统医嘱自动识别患者时机; 第三步, 系统 AI 自动识别医嘱及电子病历中患者风险因素, 进行自动勾选评估出分数。责任护士只需要对系统自动评估的结果进行确认, 确认完成后, 双击进行责任护士确认签名。②医生应用。当主管医生点击登录电子病历系统后, VTE 管理系统在桌面右下角自动登录, 信息系统提醒医生确认, 如果医生未确认时, 在点击患者时, 病历系统会继续进行弹窗提醒, 直到患者评分被主管医生确认。在主管医生登录评估页面第一步, 显示评分详情, 包括各评估表的风险等级, 医生点击确认患者评分; 第二步, 显示建议医嘱, 即医生根据建议医嘱对患者下达建议医嘱; 第三步, 关闭评分, 并根据评分结果提示, 给患者开立相关预防措施医嘱。医生确认预防医嘱后提交给护士, 让护士对患者实施个性化措施。科室质控管理员对 VTE 管理进行科室质控, 全院管理员对全院 VTE 防治管理进行质量控制。③分工。首次评估由护士完成, 再由医生确认, 下达医嘱处置, 再由护士进行执行。④培训。由医务科、信息科、护理部组织全院医生、护士进行培训, 使全体成员熟练掌握 VTE 全链路防治系统的应用及相关 VTE 预防措施适应证及禁忌证。

1.2.2 评价方法 由接受培训后的科室 VTE 防治专管员采用统一质控表对两组进行质控和效果评价。①VTE 发生率^[8]。接受 VTE 风险评估出院患者例数之和与住院期间发生后诊断 VTE 患者例数之和的比值。②VTE 评估正确率。统计研究期间 VTE 评估患者数及 VTE 评估正确患者数。③评估效率。计算开始 VTE 评估到医生开出医嘱的时间。④评估者满意度。满意度测评表由本项目小组成员编制, 内容包括评估便捷性、评估操作性、工作流程、防治效率、预防措施落实、防治效果、质控便捷性、追踪情况、医护沟通、VTE 综合管理 10 个条目。每个条目 0~10 分, 分为特别满意 10 分, 满意 8 分, 较满意 6 分, 不满意 3 分, 十分不满意 0 分 5 级评价, 总分 0~100 分, 得分越高满意度越好。对全科参与评估的 36 名医护人员进行测评。

1.2.3 统计学方法 采用 SPSS27.0 软件进行数据处

理,计数资料采用 χ^2 检验,计量资料采用 t 检验,等级资料采用 Wilcoxon 秩和检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组 VTE 评估效率、评估正确率、VTE 发生率比较 见表 2。

表 2 两组 VTE 评估效率、评估正确率、VTE 发生率比较				
组别	例数	VTE 评估效率 (min, $\bar{x}\pm s$)	VTE 评估正确 [例(%)]	发生 VTE [例(%)]
对照组	1 023	7.83 $\pm$ 1.83	870(85.04)	68(6.65)
观察组	1 563	3.25 $\pm$ 1.15	1 497(95.78)	32(2.05)
统计量		$t=78.144$	$\chi^2=91.895$	$\chi^2=35.191$
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 不同评估方式医护人员满意度比较 两组测评均为 36 人。对照组医护人员满意度评分为 69.89 $\pm$ 11.21,观察组为 95.72 $\pm$ 4.21,两组比较, $t=12.207$, $P<0.001$,差异有统计学意义,观察组评估方式的医护人员满意度显著高于对照组。

3 讨论

3.1 VTE 防治系统的应用可提高 VTE 评估效率和评估准确率 VTE 风险主张早识别、早预防,从而减少并发症发生的可能,因此早期准确评估,个性化给予干预措施是骨科质量管理的重要内容^[9]。对照组采用传统纸质评估后手动录入 HIS 过程繁琐,容易出现登记误差,耗费时间过长等问题。观察组使用 VTE 防治系统后,评估者依据系统动态提醒,AI 自动评估 VET 风险,医护人员只需在 AI 自动评估后再次确认,极大地提高了工作效率($P<0.05$)。VTE 防治系统的质控功能,能够帮助临床科室监测全科患者血栓风险情况,使临床质量控制更加精准化、规范化,减少质控的时间,AI 自动评估及医护人员再次确认功能,加强了对评估的核对,提高了评估正确率($P<0.05$)。管理部门对临床科室动态实时监控,有助于全院医疗质量的改善^[10],提高工作效率,从而增加医护人员对 VTE 防治工作的满意度($P<0.05$)。

3.2 VTE 防治系统的应用能够规范 VTE 诊疗流程,减少 VTE 发生 提高 VTE 规范预防率是《2021 年国家医疗质量安全改进目标》中的一项目标^[11]。有研究显示,VTE 是可能导致患者死亡的严重并发症,我国住院患者中 VTE 高危人群占比达 45.2%,外科住院患者伴有 VTE 高风险占比达 53.4%,尤其骨科手术患者发生 VTE 风险最高^[12]。早期识别高危患者,准确进行评估并及时给予个性化的干预措施,可以明显降低医院内 VTE 发生率^[13-15]。VTE 防治系统设置强制提醒,提醒医生及时进行 VTE 确认及给予预防措施,早期干预措施的落实,有效降低了 VTE 发生率,有利于保障患者原发病治疗安全。

4 结论

基于人工智能技术开发的 VTE 防治系统的应用,有效提高了医护人员工作效率,提高 VTE 评估准确

率、减少血栓风险的发生,使患者获益,医护人员满意度提升;人工智能技术的应用,可提高医疗质量管理与服务水平。本研究的研究对象主要为住院患者,对于出院患者迟发性 VTE 的发生缺乏追踪,该系统今后需升级至能对出院患者进行随访追踪,评估患者疾病全周期 VTE 发生情况,为精准防治 VTE 提供实证信息。

参考文献:

[1] 中华医学会血液分会血栓与止血学组. 易栓症诊断与防治中国指南(2021 年版)[J]. 中华血液学杂志,2021,42(11):881-888.

[2] 富微. 预防性临床护理对骨创伤后下肢深静脉血栓形成(DVT)的影响[J]. 中国伤残医学杂志,2021,29(4):96-97.

[3] 国家卫生健康委加速康复外科专家委员会骨科专家组, 中国研究型医院学会骨科加速康复专业委员会, 中国康复技术转化及促进会骨科加速康复专业委员会. 骨科大手术加速康复围手术期静脉血栓栓塞症防治专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志,2022,15(10):754-762.

[4] 中华医学会骨科分会. 中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南[J]. 中华骨科杂志,2016,36(2):65-71.

[5] 中华医学会骨科分会. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J]. 中华医学杂志,2018,98(14):1060-1087.

[6] Golemi I, Salazar Adum J P, Tafur A, et al. Venous thromboembolism prophylaxis using the Caprini score [J]. Dis Mon,2019,65(8):249-298.

[7] 戴黎阳,严敏,刘锋. VTE 智能评估系统的设计与应用探讨[J]. 中国医学教育技术,2022,36(6):701-705.

[8] 全国肺栓塞和深静脉血栓形成防治能力建设项目专家委员会《医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版)》编写专家组. 医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版)[J]. 中华医学杂志,2022,102(42):3338-3348.

[9] Bartlett M A, Mauck K F, Stephenson C R, et al. Perioperative venous thromboembolism prophylaxis[J]. Mayo Clin Proc,2020,95(12):2775-2798.

[10] 高丽,林月双,潘愈嘉,等. 留置双 J 管预警系统的开发与应用[J]. 护理学杂志,2023,38(12):105-107.

[11] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 2021 国家医疗服务与质量安全报告[M]. 北京:科学技术文献出版社,2021:70-71.

[12] 中国健康促进基金会血栓与血管专项基金专家委员会, 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会. 医院内静脉血栓栓塞症防治与管理建议[J]. 中华医学杂志,2018,98(18):1383-1388.

[13] 夏杰,段霞,张佳男,等. 病情早期预警系统用于高危孕产妇病情评估研究现状[J]. 护理学杂志,2020,35(23):18-21.

[14] 中国健康促进基金会血栓与血管专项基金专家委员会. 静脉血栓栓塞症机械预防中国专家共识[J]. 中华医学杂志,2020,100(7):484-492.

[15] 周宗科,黄泽宇,杨惠林,等. 中国骨科手术加速康复围手术期氨甲环酸与抗凝血药应用的专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志,2019,12(2):81-88.

(本文编辑 王菊香)