

# 基于 ICU 重症患者气管插管非计划性拔管临床决策支持系统的建立与应用

侯胜芳<sup>1</sup>, 刘春霞<sup>2</sup>, 高伟<sup>3</sup>, 李艳伟<sup>4</sup>, 张红梅<sup>4</sup>, 刘新平<sup>3</sup>

(河北省人民医院, 1. 肾内科; 2. ICU; 3. 信息处; 4. CCU, 河北 石家庄 050051)

**【摘要】目的:** 建立基于重症监护病房 (ICU) 重症患者气管插管非计划性拔管 (UEE) 的预警及临床决策支持系统 (CDSS), 并探讨其临床应用价值。**方法:** 构建 UEE 预警及 CDSS, 包括登录、评估、决策、预警及指导模块。比较系统实施前、后 ICU 护士对 UEE 的认知度及 UEE 预防措施执行率、UEE 发生率、ICU 护士对系统的满意度等。**结果:** 系统使用后, ICU 护士对 UEE 的认知度评分达标率高于使用前 ( $P < 0.05$ ); ICU 护士 UEE 预防措施执行率提高, 在风险识别、管道固定、肌力评估、意识状态评估及约束管理的执行率均高于使用前 ( $P < 0.05$ )。使用后 UEE 发生率低于使用前 (2.00% vs. 6.50%) ( $P < 0.05$ )。ICU 护士对系统满意度总分为 (91.33 ± 6.41) 分。**结论:** 基于 ICU 重症患者 UEE 的预警及 CDSS 能提高 ICU 护士对 UEE 的认知度, 提高其 UEE 预防措施执行率, 能够有效减少 UEE 的发生。

**【关键词】** 重症监护病房; 非计划性拔管; 临床决策; 预警

**【中图分类号】** R472 **【文献标志码】** A

## Establishment and application of clinical decision support system for unplanned extubation of tracheal intubation in ICU patients

HOU Sheng-fang<sup>1</sup>, LIU Chun-xia<sup>2</sup>, GAO Wei<sup>3</sup>, LI Yan-wei<sup>4</sup>, ZHANG Hong-mei<sup>4</sup>, LIU Xin-ping<sup>3</sup>

(1. Department of Nephrology; 2. ICU; 3. Department of Information; 4. CCU, Hebei People's Hospital, Shijiazhuang 050051, Hebei, China)

**【Abstract】 Objective:** To establish an early warning and clinical decision support system (CDSS) based on unplanned endotracheal extubation (UEE) of tracheal intubation in critically ill patients in intensive care unit (ICU), and to explore its clinical application value. **Methods:** Build UEE early warning and CDSS, including login, evaluation, decision-making, early warning and guidance modules. The cognition of ICU nurses to UEE, the implementation rate of UEE preventive measures, the incidence of UEE and the satisfaction of ICU nurses to the system before and after the implementation of the system were compared. **Results:** After the implementation of the system, the compliance rate of ICU nurses' cognition score of UEE was higher than that before the implementation of the system ( $P < 0.05$ ). The implementation rate of UEE preventive measures in ICU nurses was improved, and the implementation rate of risk identification, pipeline fixation, muscle strength assessment, consciousness state assessment and constraint management were higher than that before implementation ( $P < 0.05$ ). The incidence of UEE after implementation was 2.00%, which was lower than 6.50% before system implementation ( $P < 0.05$ ). The total score of system satisfaction of ICU nurses was (91.33 ± 6.41). **Conclusion:** Early warning and CDSS based on ICU severe patients with UEE can improve the awareness of UEE among ICU nurses, improve the implementation rate of UEE preventive measures, and effectively reduce the occurrence of UEE.

**【Key words】** ICU; Unplanned extubation; Clinical decision-making; Early warning

气管插管非计划拔管 (unplanned endotracheal extubation, UEE) 指患者自行将管道拔出或医护人员操作不当导致管道意外脱出或过早拔除, 是 ICU 护理不良事件和考核 ICU 护理质量的重要敏感指标<sup>[1-2]</sup>。UEE 可引起患者窒息、损伤、心律失常、吸入性肺炎等严重并发症, 严重时危害患者生命<sup>[3]</sup>。有数据<sup>[4-6]</sup>显示, 国内外 UEE 发生率分别为 4.5% ~ 22.1%、0.5% ~ 14.2%, 其中, UEE 在我国

ICU 的发生率为 2.8% ~ 22.5%, 由于 UEE 导致的病死率约为 25%<sup>[7]</sup>。因此, 采取积极有效的护理措施, 降低 UEE 的发生率具有实际意义。但临床工作中缺乏规范性、科学性的 UEE 风险识别工具, 护士仅通过经验预判风险存在, 常无法及时识别患者发生 UEE 的风险, 给患者治疗带来不良后果。临床决策系统 (clinical decision support system, CDSS) 是将人工智能与智慧医疗结合起来, 实现医疗数据的实

时更新,快速、准备判断患者病情,辅助医护进行风险预警,并做出临床决策,保证患者安全。在既往研究<sup>[8-9]</sup>中,CDSS 在临床电子病历书写、低血糖管理等领域的应用效果已得到证实,而在 UEE 中的报道较少。基于此,本院研发基于 ICU 重症患者 UEE 的 CDSS,以期为 ICU 气管插管患者进行全程智能化管理,实时预警,辅助 ICU 医护人员临床决策。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 3 月至 2022 年 2 月河北省人民医院收治的 400 例患者作为研究对象。2021 年 9 月至 2022 年 2 月系统实施后收治的 200 例患者作为实验组;2021 年 3 月至 2021 年 8 月系统实施前收治的 200 例患者作为对照组。纳入标准:(1)符合气管插管的指征并成功置管,预估留置时间 $\geq 72$  h;(2)年龄 18~70 岁;(3)病情相对稳定,无意识障碍;(4)患者或其家属自愿参与本研究且签署知情同意书。排除标准:(1)合并精神疾病患者;(2)抢救的急症患者。实验组中,男性 119 例,女性 81 例;年龄 $(56.74 \pm 11.23)$  岁;入院诊断:颅脑疾病 52 例,消化道疾病 37 例,严重感染 34 例,呼吸系统疾病 28 例,外伤 21 例,其他 28 例;置管天数 $(5.12 \pm 1.87)$  d。对照组中,男性 111 例,女性 89 例;年龄 $(55.71 \pm 11.15)$  岁;入院诊断:颅脑疾病 48 例,消化道疾病 41 例,严重感染 37 例,呼吸系统疾病 30 例,外伤 20 例,其他 24 例;置管天数 $(5.09 \pm 1.84)$  d。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。本研究经河北省人民医院医院伦理委员会审批。

### 1.2 方法

1.2.1 成立研发小组 本系统是由医院护理部与软件公司共同研发,小组成员包括护理部信息系统责任人 1 名,ICU 护士长 1 名,ICU 医生两名,ICU 护士 3 名,信息技术人员 1 名,软件工程师 1 名。

1.2.2 系统设计 (1)设计目的 通过计算机编程实现对 UEE 的预警、决策,并提供针对性护理方案。医护在录入患者基本信息后,系统自动评估 UEE 风险等级、对高风险患者进行预警,并提供相应护理干预措施。在实施过程中保证预警内容的准确性、完整性、连续性、及时性;(2)设计模块 在本院 ICU 信息系统的基础上构建 UEE 预警及 CDSS 子系统,操作系统为 Windows 10,开发语言为 Java,整体架构为浏览器/服务器。模块包括:登录模块、评估模块、决策模块、预警模块、指导模块。登录模块:为本系统的初始界面,护士通过自己账号和密码登录进入系

统。评估模块:通过计算机检索查阅文献,综合本院护理专家意见,初步形成系统评估模块内容及风险指标体系。包含:4 个一级指标(患者因素、导管因素、医护因素、管理因素);16 个二级指标;72 个三级指标。护士根据患者情况选择每 1 项指标,系统根据得分自动换算总分数,点击“确定”按钮进行数据保存。决策模块:根据评估模块中患者风险指标分数,系统智能化做出低、中、高风险决策。根据本院前期对 ICU 患者 UEE 风险研究得知,总分值 $\geq 23$  为高风险患者,17~22 为中风险患者, $\leq 17$  为低风险患者。预警模块:根据等级不同,系统自动发出不同的预警信号。如为 UEE 高风险患者,则用红色标志提醒医护:首先,在该患者界面上弹出“UEE 高风险患者,请及时处理!”对话框予以警示;其次,在系统首页滚动出现相同字样,并在交接班护士新登录时弹出该字样,引起护士重视;再次,在患者住院信息一览表界面右侧出现红色感叹号,并在感叹号旁标记相同字样。如患者为中风险,则以黄色字体在以上 3 个地方进行警示,内容为“UEE 中风险患者,请注意观察!”。如患者为低风险,则不出现预警内容。指导模块:护士明确患者风险指标内容后,点击“确定”按钮,系统根据患者风险评估等级自动弹出相应护理措施,护士必须选择相关护理操作,点击“完成”按钮后才可返回上一级界面进行其他操作,选择后相应的护理操作会自动上传至护理记录单模块,代表护士进行了此项操作。同时,根据患者不同时间点 UEE 风险等级,自动生成曲线图,护士可全面了解患者 UEE 风险情况,进行预见性处理,防止风险的发生。系统优化完善后于 2021 年 9 月进入临床应用。

1.2.3 实施方法 患者入院后,根据评估模块中的指标对患者进行评估。其中,躁动量表每 2 h 评估 1 次,其他指标每班至少评估 1 次,评估后系统自动生成风险等级分级,并根据指导模块进行针对性护理。

### 1.3 观察指标

(1)ICU 护士 UEE 的认知度:分别于实施前后采用本院护理部自制的 ICU 护士 UEE 认知度测试问卷,评估本院 3 个 ICU 病区 68 名护士对 UEE 的认知度。此问卷包含高危因素判断、意识状态评估方法、镇痛评估方法、疼痛评估方法、约束管理、管道固定、UEE 后紧急处理等。满分为 100 分, $\geq 80$  分为达标。(2)UEE 预防措施执行率:分别于实施前后采用我院自制 UEE 预防措施评分标准(参照天津市护理专家对经口气管插管非计划拔管的专家共识<sup>[10]</sup>),评估 ICU 护士对预防措施的执行情况。评

分标准包括:风险识别、管道固定、肌力评估、镇痛镇静观察、意识状态评估和约束管理 6 个方面。评分  $\geq 85$  分为执行。(3) UEE 发生率:比较系统实施前后 UEE 发生率;(4) ICU 护士对系统满意度。于 2022 年 3 月采取赵永信等<sup>[11]</sup>临床护理信息有效性评价量表收集我院 ICU 护士对 CDSS 的满意度。此量表包含服务质量、净收益、用户满意、信息质量、系统质量 5 个维度,共 23 个条目。每个条目按照非常不同意~非常同意进行 1~5 评分,总分 23~115 分,分值越高,表明护士对系统越满意。

#### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行分析处理。计量资料呈正态分布,采取 $(\bar{x} \pm s)$ 进行表示,组间比较用成组  $t$  检验进行比较;计数资料采用 $[n(\%)]$ 进行表示,组间比较用独立样本  $\chi^2$  检验进行比较。

表 2 两组 UEE 预防措施执行率比较 $[n(\%)]$

组别	风险识别	管道固定	肌力评估	镇痛镇静观察	意识状态评估	约束管理
对照组( $n=200$ )	181(90.50)	179(89.50)	175(87.50)	184(92.00)	183(91.50)	172(86.00)
实验组( $n=200$ )	192(96.00)	190(95.00)	191(95.50)	193(96.50)	194(97.00)	190(86.00)
$\chi^2$ 值	4.806	4.231	8.229	3.737	5.582	9.421
$P$ 值	0.028	0.040	0.004	0.053	0.018	0.002

#### 2.3 两组 UEE 发生率比较

实验组 UEE 发生率为 2.00%,低于对照组的发生率 6.50% ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组 UEE 发生率比较 $[n(\%)]$

组别	发生率
对照组( $n=200$ )	13(6.50)
实验组( $n=200$ )	4(2.00)
$\chi^2$ 值	4.976
$P$ 值	0.026

#### 2.4 ICU 护士对系统满意度

68 名 ICU 护士对系统进行满意度评估,总分为 $(91.33 \pm 6.41)$ 分。其中,服务质量方面得分 $(15.98 \pm 3.23)$ 分,用户满意方面得分 $(20.21 \pm 4.23)$ 分,信息质量方面得分 $(19.84 \pm 3.75)$ 分,净收益方面得分 $(20.14 \pm 4.12)$ 分,系统质量方面得分 $(15.16 \pm 3.47)$ 分。

### 3 讨论

ICU 患者病情危重,插管较多,其中,气管插管是呼吸衰竭或呼吸停止患者最常见留置导管,也是恢复通气最有效方式<sup>[12]</sup>。随着患者病情恢复,当拔管时间成熟时,医护可将患者导管拔除。然而,在临床治疗中,常因多种因素影响,非计划性拔管常有发生,尤其以 UEE 最常发生<sup>[13]</sup>。UEE 的发生不仅需

$P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

#### 2.1 两组 ICU 护士 UEE 的认知度比较

实施后 ICU 护士对 UEE 的认知度评分及得分达标率相比应用前提高( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组 ICU 护士对 UEE 的认知度比较 $(\bar{x} \pm s, n(\%))$

组别	得分	达标率
对照组( $n=68$ )	79.45 $\pm$ 8.75	47(69.12)
实验组( $n=68$ )	88.74 $\pm$ 10.54	58(85.29)
$t/\chi^2$ 值	5.592	5.056
$P$ 值	<0.001	0.025

#### 2.2 两组 UEE 预防措施执行率比较

实验组风险识别、管道固定、肌力评估、意识状态评估及约束管理的执行率均高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

要重新置管,还会引起患者损伤、窒息,甚至威胁患者生命。有文献<sup>[14]</sup>报道,UEE 是潜在的、可避免和能预防的护理不良事件。也有研究<sup>[15]</sup>指出,降低 UEE 的发生率首要解决的问题是提高医护人员的风险识别能力,才能采取预见性护理措施,防止风险的发生。

研究<sup>[2]</sup>表明,护士对 UEE 的认知度较低,且识别高风险 UEE 的能力不足。本研究中,实施后 ICU 护士对 UEE 的认知度评分高于实施前;得分达标率也高于实施前。由此表明,CDSS 的应用能提高 ICU 护士 UEE 相关知识。分析原因可能是:首先,在系统实施前,对 ICU 护士进行培训,培训内容除了涵盖系统操作方法和理论,还设计 UEE 危险因素的检索,预防 UEE 的方案执行及内容解读,从而丰富护士 UEE 相关知识,提高其认知;其次,CDSS 的应用,护士通过评估模块在对患者进行评估时间接学习 UEE 相关知识,强化其对 UEE 的认知<sup>[16]</sup>。

本研究中,实施后风险识别、管道固定、肌力评估、意识状态评估及约束管理的执行率均高于实施前。由此说明,CDSS 的应用有助于护士 UEE 预防性措施执行率的提升。在临床工作中,护士对 UEE 高危风险预判能力不足,且临床缺乏统一的镇静镇痛、意识状态、疼痛等评估量表、管道护理流程及约束管理流程与评估等。CDSS 系统引入统一的评分

量表,并明确各量表评估频次、目标及规范。明确执行约束的条件、告知义务、流程及效果评价。明确管道护理流程、固定方法及移位、拔管处理方法。所有这些措施,均利于护士对 UEE 预防措施的执行。本研究结果还显示,使用 CDSS 后 UEE 发生率由 6.50% 下降到 2.00%。由此表明,CDSS 可降低 UEE 发生率。CDSS 具有科学、完善的评估指标,并镶嵌有统一的量表评估工具,利于护士对患者进行全面风险指标评估。对于高中风险患者,系统会自动形成三种警示,提醒各班护士对患者进行评估与处理。研究<sup>[17]</sup>表明,躁动或低水平镇静与患者 UEE 发生有关,患者躁动会出现自行拔管。因此,针对高、中风险 UEE 患者,护士对患者进行动态化评估,CDSS 提醒护士对镇静效果进行观察并形成标准化干预措施。同时,对于高、中 UEE 风险患者,系统会提醒护士检查导管固定情况,预防意外发生。选择疼痛评分工具,将患者疼痛评分控制在标准水平,预防因疼痛导致的躁动不安。除此之外,肢体约束与患者 UEE 发生有一定的相关性<sup>[18]</sup>,系统提醒护士落实约束管理流程并进行统一评估。通过风险识别、管道固定、肌力评估、意识状态评估、镇痛镇静观察及约束管理 6 个方面的流程化管理,系统智能判定与预警,提醒护士对高、中风险患者进行动态评估及指导护士进行风险识别,督促护士及时对风险进行干预,从而提升护士临床决策的准确性与实时性,减少 UEE 的发生。ICU 护士对 CDSS 的满意度为 (91.33 ± 6.41) 分,其满意度较高。ICU 护士是 CDSS 的主要使用者,其满意度较高,表明 CDSS 具有较好的可行性。应用 CDSS 规范了评估流程、方法和标准,为护理计划实施提供循证依据。同时,系统根据指标自动生成风险等级指标,提高护士风险识别能力,简化护士工作流程,优化护士管理方案,提高护士工作效率,促使护士为患者提供智能化、精细化、严谨化管理,得到护士认同。

综上,本研究建立基于 ICU 重症患者 UEE 的 CDSS 能提高护士的风险识别能力,并能通过系统自动评估、预警及提供有效干预措施,为患者提供全程智能化管理,有效减少 UEE 的发生率。但本系统运行时间尚短,尚需更长时间来验证其效果;其次,本系统结构需继续优化,进一步开通 UEE 上报流程、紧急处理流程,护士长审查模块等。

#### 参考文献

[1] 黄素素,陈香萍,罗维嘉,等.气管插管非计划性拔管影响因素

- 及风险评价指标体系研究进展[J]. 护理与康复,2021,20(1): 39-42.
- [2] 谷茜,邢唯杰,王枫. 预防 ICU 经口气管插管非计划性拔管的循证护理实践[J]. 护士进修杂志,2020,35(16):1469-1473.
- [3] Wang CL, Li HJ, Jin LW. Preventing unplanned extubation of ICU tracheal intubation patients with reduced restriction scheme[J]. Smart Healthcare, 2019, 21(12): 512-514.
- [4] 陈煌,陈小叶,谢红珍,等. 近 10 年我国非计划性拔管研究的文献计量学分析[J]. 护理研究,2017,31(9):3106-3110.
- [5] Chao CM, Sung MI, Cheng KC, et al. Prognostic factors and outcomes of unplanned extubation[J]. Scientific Reports, 2017, 201(7):1036-1041.
- [6] 刘云访,喻姣花,李素云,等. ICU 成人患者气管插管非计划性拔管预防及管理的证据总结[J]. 护理学报,2020,27(3):43-48.
- [7] 朱双爱,潘红英,徐玉兰,等. 基于数据直采的非计划性拔管质量指标管理系统的设计和应用[J]. 中国实用护理杂志,2022, 38(6):438-442.
- [8] 张倩倩,钟立婷,马娴,等. 基于护理电子病历的临床决策支持系统的设计与应用[J]. 中国研究型医院,2021,8(4):7-10.
- [9] 孙玉娇,史婷奇,张宁,等. 低血糖护理决策支持系统的设计及应用[J]. 中华护理杂志,2020,55(7):1028-1032.
- [10] 天津市护理质控中心. 预防成人经口气管插管非计划性拔管护理专家共识[J]. 中华护理杂志,2019,54(6):822-828.
- [11] 赵永信,顾莺,张晓波,等. 基于新 D&M 模型的《临床护理信息系统有效性评价量表》的编制及信效度评价[J]. 中国实用护理杂志,2020,36(7):544-550.
- [12] Liu XW, Huang YG, Wu JX, et al. Application evaluation of different endotracheal intubation methods in ICU patients with severe respiratory failure[J]. Smart Healthcare, 2019, 23(11):1012-1015.
- [13] 简静,杨丽艳. 规范化护理评估及干预对气管插管非计划性拔管的影响[J]. 当代护士,2020,27(3):124-126.
- [14] Morris HF, Schuller L, Archer J, et al. Decreasing unplanned extubation in the neonatal ICU With a focus on endotracheal tube tip position[J]. Respiratory Care, 2020, 65(11):1648-1654.
- [15] Zhang P, Liu LP. Design of assessment tool for unplanned endotracheal extubation of artificial airway patients[J]. Nursing Open, 2021, 8(4):1696-1703.
- [16] Antoniadi AM, Galvin M, Heverin M, et al. Prediction of caregiver quality of life in amyotrophic lateral sclerosis using explainable machine learning[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1):1211-1214.
- [17] Kerber K, Zangmeister J, Menett M. Relationship between delirium and ventilatory outcomes in the medical intensive care unit[J]. Critical Care Nurse, 2020, 40(2):24-31.
- [18] Song CC, Lin X, Zhou B, et al. Analysis of the effect of modified restraint band on reducing unplanned extubation and adverse events in ICU patients[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2019, 14(3):1023-1025.

(收稿日期:2022-05-29

修回日期:2022-07-12)