

- [7] 李坤河,李毅,陈祯,等. 快通道胃肠手术后咽部并发症处理方法的比较[J]. 中华普外科学文献,2015,9(6):475-478.
- [8] 王宜庭,包磊,周英凤,等. 全麻气管插管患者术后咽喉疼痛预防最佳证据总结[J]. 护理学杂志,2021,36(18):82-86.
- [9] 王宜庭,时佳琪,蒋鹏,等. 成人全麻气管插管患者术后咽喉疼痛预防的证据审查及分析[J]. 护理学杂志,2021,36(21):3-7.
- [10] Jiang J, Ma D X, Li B, et al. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for nasotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. J Clin Anesth,2019,52:6-16.
- [11] Kuriyama A, Maeda H. Topical application of licorice for prevention of postoperative sore throat in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. J Clin Anesth, 2019,54:25-32.
- [12] Yu J, Ren L, Min S, et al. Nebulized pharmacological agents for preventing postoperative sore throat: a systematic review and network meta-analysis[J]. PLoS One, 2020,15(8):e0237174.
- [13] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 人工气道气囊的管理专家共识(草案)[J]. 中华结核和呼吸杂志,2014,37(11):816-819.
- [14] Kuriyama A, Nakanishi M, Kamei J, et al. Topical application of ketamine to prevent postoperative sore throat in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Acta Anaesth Scand,2020,64(5):579-591.
- [15] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 成人气道分泌物的吸引专家共识(草案)[J]. 中华结核和呼吸杂志,2014,37(11):809-811.
- [16] 刘巧艳,朱丽群,步红兵,等. 基于 JBI 证据转化模式的外周静脉短导管选择与置入的最佳循证实践[J]. 护士进修杂志,2021,36(3):217-223,254.
- [17] 周英凤,胡雁,邢唯杰,等. 证据转化与临床应用培训项目的设计与实施[J]. 护理学杂志,2018,33(12):59-62.
- [18] 王树欣,韩文军,张丽君. 基于循证的气管插管全麻导管拔除管理方案的构建与应用[J]. 护理学杂志,2017,32(10):41-44.
- [19] 陈桂兰,喻军华,高作良,等. 氧驱动雾化吸入对经蝶垂体瘤切除术后患者口咽舒适度的影响[J]. 护理学杂志,2018,33(14):52-53.
- [20] Braz J R, Volney A, Navarro L H, et al. Does sealing endotracheal tube cuff pressure diminish the frequency of postoperative laryngotracheal complaints after nitrous oxide anesthesia? [J]. J Clin Anesth,2004,16(5):320-325.

(本文编辑 王菊香)

## ICU 患者非计划拔管行为动作特征分析

杨双<sup>1</sup>, 王国蓉<sup>2</sup>, 向明芳<sup>3</sup>, 张甜<sup>2</sup>, 胡爱萍<sup>1</sup>, 刘鑫<sup>3</sup>, 陈慧<sup>1</sup>, 王映印<sup>2</sup>

**摘要:**目的 明确 ICU 患者非计划拔管的动作特征,为非计划拔管智能识别与预警提供参考。方法 调取 28 例 ICU 患者非计划拔管全过程视频图像,对非计划拔管动作进行分析。结果 非计划拔管行为过程分为意图前期、意图拔管以及拔管完成,3 个阶段时长比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。意图前期动作主要为上肢动作(82.1%),其次为头颈部动作(28.6%);上肢摸索最高(53.6%),其次为抬手(25.0%)、触管(25.0%)等。拔管动作拇指、示指参与度均为 100%,中指参与度为 71.4%。结论 非计划拔管的意图前期持续时间最长,主要为上肢动作,表现为摸索、抬手、触管等,拇指和示指参与度最高。应引入计算机视觉技术早期识别异常行为,达到预警目的,以降低非计划拔管发生率,保障患者安全。

**关键词:** ICU; 留置导管; 非计划拔管; 行为动作; 肢体活动; 监控视频; 意图前期; 预警管理

**中图分类号:** R472 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2023.02.005

**Movement characteristics of unplanned extubation in ICU patients** Yang Shuang, Wang Guorong, Xiang Mingfang, Zhang Tian, Hu Aiping, Liu Xin, Chen Hui, Wang Yingyin. Graduate School, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China

**Abstract:** **Objective** To explore the main movement characteristics of unplanned extubation (UEX) in ICU patients, and to provide reference for abnormal activity recognition and early warning from artificial intelligence technologies. **Methods** The camera was mounted at the caudal side of the patient and UEX movements captured through the video cameras were analyzed. **Results** In total, 28 patients had UEX. The UEX process was divided into pre-intention stage, intention stage and extubation completion stage, showing significant difference in duration among the three stages ( $P < 0.05$ ). In the pre-intention stage, the upper limb appeared as the most involved body part (82.1%), followed by the head and neck (28.6%). The most frequent movement was upper-limb-groping (53.6%), followed by hand-lifting (25.0%), and touching the tube (25.0%), etc. The most involved fingers for extubation were the thumb and index finger (100%), followed by the middle finger (71.4%). **Conclusion** The duration of pre-intention stage was the longest in UEX, and upper limb movements such as groping, lifting and touching the tube were the most frequent. Thumb and index finger were most frequently involved. Artificial intelligence should be introduced to identify abnormal motion of UEX and achieve early warning, thus to reduce UEX and guarantee patient safety.

**Key words:** ICU; indwelling catheter; unplanned extubation; behavior; limb movement; videotape; pre-intention stage; warning management

作者单位:1. 电子科技大学医学院研究生院(四川 成都,610054);四川省肿瘤医院 2. 护理研究室 3. 重症医学科

杨双:女,硕士在读,学生

通信作者:向明芳, xmf429@126.com

科研项目:四川省科技厅重点研发项目(2021YFS0090)

收稿:2022-08-20;修回:2022-10-28

ICU 患者常因治疗需要留置各类导管,这些导管对 ICU 患者的生命支持和疾病治疗有着重要意义,尤其气管插管常被称为患者的“生命通道”。非计划拔管(Unplanned Extubation, UEX)是指导管意外脱落或未经医护人员同意患者自行将导管拔除<sup>[1]</sup>。据

报道, UEX 发生率为 0.5%~35.8%, 其中患者自行拔管占 90%以上<sup>[2-3]</sup>。UEX 一旦发生可引起不良后果, 如拔除气管导管可导致缺氧、心脏骤停等, 甚至增加病死率<sup>[4]</sup>。因此, 如何早期准确识别 UEX, 是预防 UEX 的重要措施。UEX 具有意外事件的属性, 但临床实践中大多为基于患者神志、导管类型、人力数量等静态风险因素采用集束化防控措施<sup>[5-6]</sup>, 缺乏针对性强和实时动态评估 UEX 风险的工具, 护士常无法准确评估 UEX 发生的风险。随着动作识别和智能预警技术的发展, 通过视频采集人体活动行为, 利用视频信息处理技术, 可形成多维动态虚拟仿真图像, 并根据行为方式及时间、空间特点对人体的日常行为、异常行为、高风险行为进行分类、评估, 提供预警机制。在不上传任何真实图像信息的情况下, 实现对人体行为的监测, 既保护了数据隐私, 也可实现人体行为的动态管理<sup>[7-8]</sup>。目前这些技术已广泛应用于智能监控与老年人健康监测系统, 如在智能监狱监控系统中, 人体动作识别技术能准确识别并报警服刑人员的危险动作(抽烟、攀爬、打架等), 极大程度减少监狱不良事件的发生, 减轻狱警的管理压力<sup>[9]</sup>。本研究通过观察和分析 UEX 全过程视频, 了解 ICU 患者拔管行为发生、发展过程的特征, 探索动作识别的关键行为阶段以及动作类型, 旨在为进一步研究智能化识别预警系统提供基础数据, 实现对 UEX 的准确识别, 从而优化护理干预方案, 保障患者安全。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

采用目的抽样法, 选取 2020 年 8 月至 2022 年 6 月成都市某三甲医院 ICU 治疗的患者。纳入标准: ①年龄 $\geq 18$ 岁; ②ICU 带管/置管患者(如胃管、气管插管、引流管等); ③患者自行拔管。排除标准: ①视频图像有损坏; ②器质性脑功能障碍以及病理性精神障碍患者。本研究共纳入 28 例患者 UEX 的视频图像。男 21 例, 女 7 例; 年龄 20~95(59.9 $\pm$ 3.1)岁。食管癌 12 例, 肺癌 4 例, 鼻咽癌 2 例, 淋巴瘤 2 例, 纵隔肿瘤 2 例, 胰腺癌 1 例, 膀胱癌 1 例, 肛管癌 1 例, 腮腺肿瘤 1 例, 颅内肿瘤 1 例, 下咽恶性肿瘤 1 例。

## 1.2 方法

### 1.2.1 视频资料收集

#### 1.2.1.1 监控设备与视频属性

研究场所监控与床位比例为 1:1, 视频监控系统安装于每张病床床尾正上方天花板, 视频信息计算机端自动保存 72 h, 医院数据中心保存 3 个月。监控设备为“海康威视 DS-2CD2120F-IS”红外高清网络半球机, 采用“1/2.8” Progressive Scan CMOS 图像传感器+4 mm 镜头。同时配备防红外过曝设备, 在黑暗环境中仍有较高的分辨率和清晰度。该设备支持区域入侵、越界侦测、移动侦测功能。同时, 每个病房还配备“海康威视

DS-2DE5220I-AXLB”全景球机, 可观察记录护理患者的责任护士人数和护理行为过程。视频分辨率为(1 920 $\times$ 1 080), 即 30 帧/s, 水平中心分辨力 $\geq 1 000$  TVL。

#### 1.2.1.2 视频资料提取

患者发生 UEX 后, 责任护士将 UEX 发生的过程登记在科室不良信息管理系统完成上报。研究者每月 28 日通过查看不良事件管理系统了解该月 UEX 发生情况, 若有满足纳入与排除标准的病例则调取该床位监控视频资料。在调取视频资料时, 研究人员根据系统记录的事件发生时间在监控系统中进行定位, 调取事件发生前 50 min、事件发生后 10 min(共 1 h 时长)的视频资料。

### 1.2.2 视频资料分析

#### 1.2.2.1 观察指标与定义

调取 3 例患者发生 UEX 前 6 h 的视频, 由研究团队共同浏览并讨论确定 UEX 动作起始和结束时间截点以及动作阶段的划分点。

##### 1.2.2.1.1 UEX 场景

①拔管发生的班次: 主要反映拔管发生时护理人力的不同。②末次巡视时间: 患者拔管前, 护士最后 1 次巡视距拔管的时间。③末次巡视内容: 患者拔管前, 护士对患者最后 1 次巡视的内容。④UEX 患者镇静程度评估: 调取病历系统中患者发生 UEX 前最近 1 次 RASS 评分, 评分 $> 2$ 分为烦躁。

##### 1.2.2.1.2 UEX 起始与结束时间截点

①UEX 起始时间点: 与 UEX 相关的动作, 患者由安静休息转为肢体活动(包括活动类型和频次)增加。②UEX 结束时间点: 患者将导管拉扯离开导管功能位置。

##### 1.2.2.1.3 UEX 动作阶段划分

①意图前期: 指患者肢体活动增加至肢体接触导管的时间段。②意图拔管: 患者肢体接触导管至将导管向外拉扯。③拔管完成: 肢体将导管向外拉扯至导管离开功能位置。

#### 1.2.2.2 视频观察法

视频观察分两步骤完成。①根据 UEX 动作起始和结束时间点, 用爱剪辑软件截取拔管开始至拔管结束的视频片段用于拔管行为分析。②观看截取的视频, 对拔管行为进行详细分析, 由 2 名护理硕士研究生分别独立完成, 每段视频至少播放 3 遍。第 1 遍完整观看, 旨在粗略了解患者拔管过程中的行为动作; 第 2 遍详细观看, 对患者拔管动作进行描述, 总结并记录每个动作及持续时间, 必要时暂停; 第 3 遍结合评估记录再次完整观看, 检查记录是否正确并查漏补缺。若有需要可酌情灵活增加播放次数直至该病例行为动作分析完毕。28 例 UEX 视频分析完毕, 随机选取 5 例视频对两人的分析结果进行评估, 评估一致性为 92%。

#### 1.2.3 统计学方法

应用 SPSS22.0 软件进行统计分析。非正态分布定量资料采用  $M(P_{25}, P_{75})$  描述;

定性资料采用率或构成比描述。采用秩和检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 UEX 场景因素** 28 例 UEX 数据中,拔出胃管 19 例(67.8%),气管插管 6 例(21.4%),胸腔引流管 1 例(3.6%),深静脉导管 1 例(3.6%),颈部血浆引流管 1 例(3.6%)。发生 UEX 时,19 例(67.8%)意识清醒,9 例(32.1%)处于烦躁状态;14 例(50.0%)双上肢约束,14 例(50.0%)未被约束。UEX 发生于白班(8:00~18:00)16 例(57.1%),前夜(18:00~1:30)5 例(17.9%),后夜(1:30~8:00)7 例(25.0%)。护士末次巡视时间的最大值为 55 min,最小值为 0 s,中位值为 94(6.25,497.50)s。UEX 发生前护士末次巡视内容为治疗护理 12 例(42.9%)、巡视观察 11 例(39.3%)、UEX 指导 5 例(17.8%)。

### 2.2 UEX 行为不同阶段持续时间比较 见表 1。

表 1 UEX 行为不同阶段持续时间比较( $n=28$ ) s

阶段	最小值	最大值	$M(P_{25}, P_{75})$
意图前期	0	360	44.00(16.25,119.75)
意图拔管	1	87	8.00(3.25,21.75)
拔管完成	2	55	13.00(5.25,20.75)

注:3 个阶段时长比较,  $H_c=16.570, P<0.001$ 。

**2.3 意图前期患者 UEX 行为动作及特征** 意图前期患者 UEX 行为动作较为丰富,主要为上肢动作(82.1%)、头颈部动作(28.6%)、下肢动作(3.6%)和全身动作(21.4%)。各类型动作的具体表现及时长,见表 2。

表 2 意图前期患者 UEX 行为动作及特征( $n=28$ )

动作	具体表现*	发生情况 [例(%)]	时长(s)		
			最小值	最大值	M
上肢动作	摸索	15(53.6)	2	210	40
	抬手	7(25.0)	2	23	3
	触管	7(25.0)	2	26	16
	挣脱约束带/手套	6(21.4)	10	360	16
	挣脱氧饱和和夹子	5(17.9)	2	150	9
	抓握/拍击床栏	4(14.3)	8	45	34
	掀开被子	1(3.6)	5	—	—
头颈部动作	挥手	1(3.6)	22	—	—
	摇头	5(17.9)	2	23	3
下肢动作	低头(坐位)	4(14.3)	2	36	8
	抖动	1(3.6)	12	—	—
全身动作	挣扎起身	6(21.4)	2	22	4

注:\* 同 1 例 UEX 在意图前期有多项动作。

**2.4 UEX 行为参与的肢体及部位特征** UEX 行为启动肢体:左上肢 18 例(64.3%),右上肢 10 例(35.7%)。掌指部位参与情况:拇指 28 例(100.0%),示指 28 例(100.0%),中指 20 例(71.4%),无名指 5 例(17.9%),小指 5 例(17.9%)。

## 3 讨论

**3.1 UEX 行为动作特征分析的必要性及科学性** 对 ICU 置管患者进行 UEX 风险评估和预警是预防

UEX 的关键步骤,而高效率、高特异性、动态化的预警防控工具对提前干预和重点防控 UEX 具有重要意义。本研究显示,护士末次巡视距 UEX 发生中位时间为 94 s,末次巡视时间超过 30 min 仅 2 例;护士末次巡视的工作内容为治疗护理、巡视观察、UEX 指导。表明护理人力因素并非 UEX 的危险因素,在护理人力配备充足、巡视观察到位、标准化护理的模式下,UEX 仍会发生,与多项研究结果<sup>[10-11]</sup>相似。一方面,目前大多数医院尤其是三级医院已经实施集束化管理策略作为 UEX 的防控措施,从护理人员、患者自身以及医疗措施等多方面来防控 UEX,但并未杜绝 UEX 的发生<sup>[12]</sup>。另一方面,随着 ICU“浅镇静,不约束”理念的推广,ICU 患者通常处于意识清醒的状态,增加 UEX 的风险<sup>[13]</sup>。本研究观察 ICU 患者 UEX 全过程行为与特征性动作,从动态化视角出发,分析 UEX 不同阶段的时间特征、具体动作类型及时长、参与肢体及部位等,使 UEX 过程直观化和可视化。同时,计算机视觉技术本质上是一个分类的问题,动作识别的主要目标是判断一段视频中人的行为类别,实现动作识别也需要相应动作的数据集<sup>[14]</sup>,现阶段 UEX 过程具体动作类型的分类和提取为计算机视觉技术提供了动作识别聚焦的重点。

**3.2 UEX 不同阶段的时间特征** UEX 行为动作的意图前期时长为 44.00(16.25,119.75)s,意图拔管时长为 8.00(3.25,21.75)s,拔管完成时长为 13.00(5.25,20.75)s,3 个阶段时长差异有统计学意义( $P<0.05$ )。UEX 行为是 ICU 带管患者因多种需要无法有效表达和满足时出现的补偿行为,是一种带有目的性的活动,反映带管患者此时存在未被满足的需求或需要护士关注<sup>[15]</sup>。因此,从预警角度来看,UEX 的防控重点应放在拔管动作产生之前,尤其是意图前期,而不是拔管动作启动之后,拔管动作一旦启动(拔管完成阶段开始)仅有 13 s 的反应时间,在此阶段大多数防控措施很难实施。ICU 护士应重视和关注意图前期和意图拔管阶段的行为,在拔管动作开始之前,及时满足带管患者精神、情感、躯体以及信息等多方面的需求,减轻其焦虑和恐惧,增加积极体验,减少 UEX 发生。

本研究发现,即使意图前期时长最具可预警性,但中位数仅 44.00 s,对护理人员来说发生时间极快、反应时间窗太短,防控难度大,未来可引进计算机视觉技术,通过视频形式获取图像进行识别。研究显示,在智能监狱监控系统中,计算机视觉技术智能识别及自动预警服刑人员危险动作的时间仅 1.07 s<sup>[9]</sup>,时效性比护理人员的观察和识别更具优势。本研究中意图前期与意图拔管阶段分别 44.00 s、8.00 s,能够满足智能化设备识别与报警的需要。

**3.3 UEX 行为动作特征分析** 本研究显示,UEX

意图前期行为动作最具多样性,以上肢动作最为突出,主要包括摸索(53.6%)、抬手(25.0%)、触管(25.0%)、挣脱约束带/手套(21.4%)等;其次为头颈部动作,包括摇头(17.9%)、低头(14.3%);本研究因未包含下肢导管的 UEX,下肢动作较为单一,为抖动(3.6%);全身动作体现为挣扎起身(21.4%)。质性研究显示,ICU 患者带管期间存在诸多不适体验和严重情绪反应,驱使患者在主观意愿上想移除自身的导管<sup>[16-17]</sup>,从而产生上肢四处摸索、频繁触管、挣脱约束、摇头等行为。患者出现肢体动作或频次增加(即意图前期开始)作为 UEX 最早期的提示,往往被护士所忽视。因此,一方面不能将带管患者动作改变作为患者疾病或情绪的结果,而应得到重视和有效识别,进而给予有效干预。另一方面,管理者应加强对护士巡视观察的培训,尤其是 UEX 意图前期动作的识别和干预。

本研究显示,UEX 动作中,示指和拇指的参与率极高(100%),其次为中指(71.4%)。研究显示,示指与拇指在大脑运动中拥有丰富的神经元支撑,大多数精细动作主要由示指与拇指配合完成<sup>[18]</sup>。因此,UEX 动作识别的关键部位为患者的示指和拇指,在智能设备开发中应将示指、拇指的报警阈值降低。可开发针对示指、拇指防控的手套,与 UEX 动作识别报警设备联合使用,当智能设备报警时手套自动将患者示指、拇指收紧,杜绝抓握/捏取导管动作的发生。

#### 4 小结

本研究通过观察 ICU 患者 UEX 的视频图像,UEX 行为动作的意图前期持续时间最长,主要为上肢动作,表现为摸索、抬手、触管等,拇指和示指参与度最高。应引入计算机视觉技术早期识别异常行为,达到预警目的,上肢四处摸索、抬手、挣脱约束、摇头是动作识别聚焦的重点动作,示指和拇指是动作识别的关键部位。本研究观察例数较少,代表性可能存在一定的局限,未来可通过多中心、大样本研究进一步证实,为智能识别与预警 UEX 提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 沈萍,王清,冯波,等. 住院患者非计划拔管风险评估量表的编制及信效度检验[J]. 护理学杂志,2022,37(4):53-56.
- [2] Chang T C, Cheng A C, Hsing S C, et al. Risk factors for reintubation and mortality among patients who had unplanned extubation[J]. Nurs Crit Care,2022;doi:10.1111/nicc.12777.
- [3] Al-Abdwani R, Williams C B, Dunn C, et al. Incidence, outcomes and outcome prediction of unplanned extubation in critically ill children:an 11 year experience[J]. J Crit Care,2018,44:368-375.
- [4] Miura S, Butt W, Thompson J, et al. Recurrent extubation

failure following neonatal cardiac surgery is associated with increased mortality[J]. *Pediatr Cardiol*,2021,42(5):1149-1156.

- [5] Ferraz P, Barros M, Miyoshi M, et al. Bundle to reduce unplanned extubation in a neonatal intensive care unit [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*,2020,33(18):3077-3085.
- [6] 朱红,刘争,王垭,等. 基于三维质量评价模式构建住院患者非计划拔管风险管理质量评价体系[J]. 护理学报,2022,29(1):7-12.
- [7] Topol E J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence [J]. *Nature Med*,2019,25(1):44-56.
- [8] Habib S, Hussain A, Albattah W, et al. Abnormal activity recognition from surveillance videos using convolutional neural network[J]. *Sensors (Basel)*,2021,21(24):8291.
- [9] 廖小东. 智能视频监控中的人体动作识别技术研究与应用[D]. 北京:中国电子科技集团公司电子科学研究院,2019.
- [10] Ai Z P, Gao X L, Zhao X L. Factors associated with unplanned extubation in the Intensive Care Unit for adult patients:a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Crit Care Nurs*,2018,47:62-68.
- [11] 葛向煜,徐建鸣,朱晓玲,等. 气管插管非计划拔管危险因素的系统评价[J]. 护理学杂志,2014,29(1):80-84.
- [12] 朱红,刘争,王垭,等. 四川省综合医院住院患者非计划拔管风险监控现状调查[J]. 护理学杂志,2019,34(20):36-39.
- [13] Chang L Y, Wang K W, Chao Y F. Influence of physical restraint on unplanned extubation of adult intensive care patients:a case-control study[J]. *Am J Crit Care*,2008,17(5):408-415.
- [14] Zhao S. Optimization of human motion recognition information processing system based on GA-BP neural network algorithm[J]. *Comput Intell Neurosci*,2021,27:1110503.
- [15] Duffy E I, Garry J, Talbot L, et al. A pilot study assessing the spiritual, emotional, physical/environmental, and physiological needs of mechanically ventilated surgical intensive care unit patients via eye tracking devices, head nodding, and communication boards[J]. *Trauma Surg Acute Care Open*,2018,3(1):e000180.
- [16] Leung C C H, Pun J, Lock G, et al. Exploring the scope of communication content of mechanically ventilated patients[J]. *J Crit Care*,2018,44:136-141.
- [17] 胡爱萍,向明芳,杨双,等. ICU 气管插管病人带管期间真实体验与需求质性研究的 Meta 整合[J]. 循证护理,2022,8(10):1287-1296.
- [18] 刘明进. 人手抓握运动规律及其在机器人仿人手设计中的应用[D]. 武汉:华中科技大学,2017.