

# Research on the Current Situation and Countermeasures of Pulse Oxygen Saturation Monitoring and Alarm in Neonatal Unaccompanied Ward

Xiaomei Zheng Xiaohui Sun Junjun Yao

1. Children's Hospital Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou, Zhejiang, 310052  
2. National Clinical Research Center for Child Health, Hangzhou, Zhejiang, 310052

## Abstract

**Objective:** To investigate the alarm status of pulse oxygen saturation monitoring in neonatal unaccompanied ward and analyze the reasons, so as to provide reference for reducing the false alarm rate of pulse oxygen saturation meter. **Methods:** Random sampling method was used to study the 24-hour pulse oxygen saturation monitoring data and videos of 20 neonates admitted to the neonatal ward of a Class III Grade A children's hospital in Hangzhou, Zhejiang Province from January 2023 to March 2023. The number of alarms was counted, the causes of alarms were analyzed, and the alarm incidence was assumed under the expanded alarm threshold and alarm delay setting. **Results:** The total alarm times of 20 children was 9690 times, duration of 344070 seconds; average 485 alarms per day, duration is 17204 seconds, the average duration of each alarm is 35.47 seconds; physiological change, poor signal quality and operation crying alarm after crying accounted for 98.92% of the total alarm times; expanding alarm threshold and extending alarm delay time can significantly reduce the alarm number ( $P < 0.05$ ). **Conclusions:** Reducing children crying, setting reasonable alarm threshold and nursing education can reduce the error alarm rate of pulse oxygen saturation meter in neonatal unaccompanied ward, but the development and use of artificial intelligence monitor is the development direction of providing high-quality and safe medical services.

## Keywords

pulse oximeter; SpO<sub>2</sub>; neonate; alarm

## 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度监测报警现状及对策研究

郑小美 孙晓慧 姚君君

1. 浙江大学医学院附属儿童医院, 中国·浙江 杭州 310052  
2. 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 中国·浙江 杭州 310052

## 摘要

**目的:** 调查新生儿无陪病房脉搏氧饱和度监测报警现状, 并分析原因, 为降低脉搏氧饱和度仪错误报警率提供参考。方法: 采用随机抽样法, 对2023年1月—2023年3月入住浙江省杭州市某三级甲等儿童医院新生儿病房20名患儿的24小时脉搏氧饱和度监测数据及视频进行研究, 统计报警次数, 分析报警原因, 并假设在扩大报警阈值和报警延迟设置下的报警发生率。**结果:** 20名患儿24小时的总报警次数为9690次, 持续时间344070秒; 平均每人每天485次报警, 持续时间17204秒, 平均每个报警持续时间35.47秒; 哭吵后生理改变、信号质量差以及操作导致的哭吵报警占总报警次数的98.92%; 扩大报警阈值和延长报警延迟时间可大幅减少报警数量 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 减少患儿哭吵、设置合理报警阈值、护理教育可降低新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪的错误报警率, 但人工智能监护仪的研发和使用是提供优质安全医疗服务的发展方向。

## 关键词

脉搏氧饱和度仪; 脉搏氧饱和度; 新生儿; 报警

## 1 引言

随着现代医学的不断发展, 各类先进的医疗仪器在临

床中广泛应用。监护仪是医院危重症患者的床旁必备仪器, 主要功能是实时采集、分析和呈现患者的生理参数, 并通过发出异常报警来提醒医护人员对患者进行干预<sup>[1]</sup>。由于新生儿的特殊性, 所有的病情变化都需要护理人员的观察及监护仪提供生命体征的信息, 所以监护仪的正确报警, 在新生儿无陪病房显得尤为重要。有文献对某三甲医院新生儿重症监护室连续6个月的新生儿心电监护报警分析显示, 错误报警率达70.83%, 其中心率、SpO<sub>2</sub>、血压为错误报警最高的3

**【基金项目】** 基于人工智能的新生儿监护与预警系统的建立面上项目(项目编号: 2020KY168)。

**【作者简介】** 郑小美(1982-), 女, 中国浙江诸暨人, 本科, 主管护师, 从事新生儿监护管理研究。

项<sup>[2]</sup>，然而有研究发现 89%~99% 的心电监测警报是虚假的或无临床意义的<sup>[3,4]</sup>。长期不间断的虚假警报不仅会影响患者睡眠，还会降低医护人员的判断能力和反应能力，导致医务人员不能正确识别信息、产生报警疲劳等<sup>[5-7]</sup>，继而可能会忽视报警或延迟对报警的回应，严重威胁患者安全<sup>[8]</sup>。规范应用心电监护仪、提供仪器参数报警阈值设置方法，可辅助医护人员对危重症患者进行临床决策，提高医疗工作质量，保证患者安全<sup>[9]</sup>。本研究利用监护仪的存储功能，获取带时间点的警报数据，视频回放报警过程，统计 24 小时报警次数，分析报警原因，并假设在各种报警阈值和报警延迟设置下的报警发生率，为降低新生儿无陪病房脉搏氧饱和度监测报警错误发生率及提高护理工作效率提供依据。

## 2 资料与方法

### 2.1 一般资料

本研究采用随机抽样法，选取 2023 年 1 月—2023 年 3 月入住浙江省杭州市某三级甲等儿童医院新生儿病房的 20 名患儿进行研究，其中男 12 例，女 8 例，胎龄 32~39 周，日龄 1~28 天，体重 1805~4010g。

纳入标准：①需要脉搏氧饱和度仪监护的新生儿；②基础心率 120~140 次/分。③家长同意签署知情同意书。

排除标准：①监护仪说明书中提及会影响数据准确性的因素，包括高铁血红蛋白（MetHb）水平升高；碳氧血红蛋白（COHb）水平升高；严重贫血；血清总胆红素值超过新生儿光疗参考曲线；②有窒息、复杂性先天性心脏病、心律失常疾病；③中途停止监护，监护时间不足 24 小时者。本研究经医院医学研究伦理委员会同意，患儿法定监护人均知情同意。

### 2.2 方法

#### 2.2.1 设备

美国 Masimo Rad-8 Pulse Oximeter（监护仪）、大华乐橙 TP5 摄像头监控器。

#### 2.2.2 操作方法

按本院护理常规规定设置相应的监护仪报警阈值：心率上限阈值 160 次/分，心率下限阈值 100 次/分，SpO<sub>2</sub> 下限阈值 90%，报警延长时间 0s。调整摄像头监控器焦距 2.8mm，清晰度 1080p，摄像头固定于患儿正上方，视频中显示患儿全身及监护仪数字显示屏，持续监护及录像 24 小时。利用 Masimo Rad-8 监护仪可以存储趋势数据（以两秒钟的间隔捕捉）的功能，将数据导出保存至电脑，导出的数据内容包括监测时间、脉搏、血氧饱和度、信号质量。由经过专业培训的两名新生儿专科护士分别回看视频，判断报警原因，当出现分歧时，先由两位专科护士各自阐述判断理由并商讨，如果不能达成一致意见，再由病区护士长和高年资

医生一起判定。

#### 2.2.3 统计学方法

采用 SPSS22.0 统计软件进行处理，计数资料以频数和百分比表示，采用 *t* 检验，以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 3 结果

在心率上限阈值 160 次/分，心率下限阈值 100 次/分，SpO<sub>2</sub> 下限阈值 90%，报警延长时间 0s 的报警设置下，20 名患儿 24 小时的总报警次数为 9690 次，持续时间 344070s；平均每人每天 485 次报警，持续时间 17204s，平均每个报警持续时间 35.47s。下文主要针对报警原因和报警心率、氧饱和度的分布情况进行分析。

通过回看视频，结合导出数据，患儿的报警原因如表 1 所示。原因判断过程：当参数超出报警阈值报警时首先查看导出的数据，如果显示信号质量正常（Set），即判断报警为原因 1 或原因 6，如果信号质量异常（包括 Lowperf、Lowsiq、noise、noseu、search），即判断报警为原因 2。如果哭吵是由于操作治疗导致，即判断报警为原因 3。信号质量显示 Offpat，即判断原因为 4。如果患儿中断监护但未关机，即判断为原因 5。

表 1 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪报警原因

报警原因	报警次数	所占百分比 (%)
1. 哭吵导致参数超出阈值	6416	66.21
2. 哭吵导致信号质量差	3002	30.98
3. 操作治疗所致	168	1.73
4. 探头脱落	48	0.50
5. 暂时停用未关机	36	0.37
6. 病情变化	20	0.21

新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪报警心率分布如表 2 所示。

表 2 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪报警心率分布

心率 (次/分)	0	90-99	161-170	171-180	181-190	191-200	> 200
时间 (秒)	80614	15742	108844	49168	47506	14748	9804
百分比 (%)	24.69	4.82	33.34	15.06	14.55	4.52	3

新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪报警氧饱和度分布如表 3 所示。

新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪扩大报警阈值（心率上限阈值 180 次/分，心率下限阈值 90 次/分）、延长报警时间（报警延迟时间 0s、5s、10s、15s）前后报警次数、报警持续时间对比如表 4、表 5 所示。

表3 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪报警氧饱和度分布

氧饱和度 (%)	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	< 80	0
时间 (秒)	4302	4302	4080	3594	3582	3250	3098	2468	2132	1954	9000	109100
百分比 (%)	2.85	2.74	2.71	2.39	2.38	2.16	2.06	1.64	1.41	1.3	5.97	72.4

表4 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪扩大报警阈值、延长报警时间后报警次数前后情况对比

	$P > 160$ 次/分或 $P < 100$ 次/分或 $SpO_2 < 90\%$	$P > 180$ 次/分或 $P < 90$ 次/分或 $SpO_2 < 90\%$	<i>t</i>	<i>P</i>
报警延迟时间 0s	484.50 ± 298.34	140.40 ± 110.84	4.835	<0.001
报警延迟时间 5s	331.55 ± 211.33	101.30 ± 67.98	4.638	<0.001
报警延迟时间 10s	208.30 ± 120.48	69.45 ± 38.10	4.914	<0.001
报警延迟时间 15s	169.60 ± 90.74	58.60 ± 30.88	5.179	<0.001

表5 新生儿无陪病房脉搏氧饱和度仪扩大报警阈值、延长报警时间后报警持续时间前后情况对比

	$P > 160$ 次/分或 $P < 100$ 次/分或 $SpO_2 < 90\%$	$P > 180$ 次/分或 $P < 90$ 次/分或 $SpO_2 < 90\%$	<i>t</i>	<i>P</i>
报警延迟时间 0s	17203.50 ± 8212.52	9322.80 ± 7251.28	3.217	0.003
报警延迟时间 5s	16753.00 ± 8058.51	9229.30 ± 7234.93	3.107	0.004
报警延迟时间 10s	15822.50 ± 7820.49	9031.80 ± 7197.00	2.857	0.007
报警延迟时间 15s	15327.10 ± 7774.40	8919.50 ± 7187.07	2.707	0.010

## 4 分析与对策

### 4.1 减少哭吵，保持患儿安静

患儿哭吵后生理改变、信号质量差以及操作导致的哭吵报警高达 98.92%，所以减少哭吵，就可以大幅度的减少报警。对策，①病房小间化管理，降低入住暖箱标准，患儿有相对独立空间，减少噪声。②置暖箱或辐射床患儿予睡鸟巢，增加安全感。③禁食或哭吵多的患儿予奶嘴安慰，必要时使用镇静剂，④奶前哭吵多的患儿在病情允许的情况下及时加奶，或缩短喂奶频率。⑤有创操作时予非药物镇痛，如襁褓包裹、抚触、袋鼠式护理、非营养性吸吮，喂糖水或牛奶，并在操作时暂停报警，但同时观察面色、呼吸情况，异常及时处理，待操作结束恢复报警。

### 4.2 选择合理的报警阈值

合理设置报警值有助于降低新生儿心电监护报警错误，报警值设置不合理主要包括报警阈值、音量、大小、电极连接等方面，若报警值设置不合理会直接产生无效报警。临床上应设合适的警报阈值，当警报发出时能真实反映患者的病情状态。患者病情恶化，生理监测指标超过基础阈值范围时建议调整警报参数；患者经过治疗，病情好转后，建议再次调整警报参数<sup>[10]</sup>。一项自身前后对照实验将监护仪警报阈值设置为患者监测数值 ± (20%~30%)，有利于降低错误警报<sup>[11]</sup>。表2、表3呈现了扩大报警阈值后的报警时间减少情况，尤其是扩大心率报警上限，可大幅度降低报警发生率。一项证据总结指出在无特殊情况下可设置 10~15s 的报警延迟，心率报警延迟不应超过 10s<sup>[12]</sup>。一般认为血氧饱和度正常应不低于 94%，在 94% 以下认为供氧不足。正常人体动脉血氧饱和度为 98% 以上，静脉血氧饱和度为 75%<sup>[13]</sup>。本研究发生的 20 次病情变化均与血氧饱和度下降有关，所以表2、表3中未对血氧饱和度下限阈值 90% 作更改。由

于新生儿的正常心率是 120~140 次/分<sup>[14]</sup>，假设扩大心率报警上限阈值至 180 次/分，心率报警下限阈值至 90 次/分，在延迟时间 0 秒、5 秒、10 秒、15 秒时的报警次数和报警时间逐渐减少（见表4、表5）。但报警阈值设置过宽则会

影响患者安全，因此，在更改默认参数时应谨慎<sup>[15]</sup>，对策：①根据新生儿早期预警评分表（NEWS），将延迟报警设置 0s（NEWS 评分 ≥ 4 分）、5s（NEWS 评分 2~3 分）、10s（NEWS 评分 0~1 分）。② NEWS 评分为 0~1 分的病人，可将报警阈值扩大至监测数值的 ± 30%。

### 4.3 人工智能技术辅助报警管理

随着人工智能与传感技术的进步，以计算机视觉为代表的创新技术已逐步渗透进监护领域<sup>[1]</sup>。HAQUE 等在 Nature 杂志上报道的两项研究表明，视频监控技术的应用可以连续、细微地感知 ICU 患者的各种移动，使用机器学习算法将活动进行分类，可获得约 90% 的准确性。因此，将视频与传统生理参数相叠加，通过数据融合技术，可以使得监护仪更好地实现病人状态识别，减少因未知运动等造成的误报警。本研究团队以此为设计目标，已申请发明专利一项（授权公告号：CN 110223480 B）：将监护仪与高清摄像头紧密结合，两者共同提取分析有效数据，在监测参数达到常规报警阈值（监测平均数值的 ± 20%）后，再根据摄像头监测到的患儿声音分贝、面部表情、肢体活动等，确定对报警阈值是否提高到监测平均数值的 ± 30%，从而在保证安全的情况下减少错误报警。

### 4.4 提高护士对报警管理认知

持续开展仪器报警培训能有效提高护士对报警管理的认知<sup>[16]</sup>，由于监护仪报警管理水平与护理人员的年龄、职称以及科室环境等因素有关，所以监护仪报警培训是一个持续的过程。对策：①有新护士入科或新监护仪引入时，对护

士提供初始和持续培训,并定期考核。②有新护士入科或发生与监护仪报警相关的不良事件时进行警示教育,提高监护仪报警警惕性。③将监护仪的报警设置纳入交接班内容,交接班护士共同评估设置的合理性,护士长、责任组长定期随机检查。

## 5 结语

近年来,人工智能、大数据、云计算等高新技术的发展加速了医疗领域智能化的进程,颠覆传统医疗的智慧医疗模式引起了广泛关注。所以对于无陪病房脉搏氧饱和度仪的错误报警不仅要依靠传统的多学科团队合作管理、护理教育、临床报警实践规范,还可借助人工智能监护仪的发展,有望于在未来为患者提供更优质安全的医疗服务。

## 参考文献

- [1] 何先梁,刘梦星,刘三超,等.ICU和NICU病人监护仪报警现状的调查研究[J].中国医疗器械杂志,2021(3).
- [2] 李丹丹.品管圈在降低心电监护仪报警设置无效率中的应用研究[J].循证护理,2015,1(3):4.
- [3] Drew BJ, Harris P, Zègre-Hemsey JK, et al. Insights into the Problem of Alarm Fatigue with Physiologic Monitor Devices: A Comprehensive Observational Study of Consecutive Intensive Care Unit Patients[J]. PLoS One,2014,9(10):e110274.
- [4] Bonafide CP, Localio AR, Holmes JH, et al. Video Analysis of Factors Associated With Response Time to Physiologic Monitor Alarms in a Children's Hospital[J]. JAMA Pediatr, 2017,171(6):524-531.
- [5] Görges M, Markewitz BA, Westenskow DR. Improving alarm performance in the medical intensive care unit using delays and clinical context[J]. Anesth Analg,2009,108(5):1546-1552.
- [6] Schondelmeyer AC, Brady PW, Goel VV, et al. Physiologic Monitor Alarm Rates at 5 Children's Hospitals[J]. J Hosp Med,2018,13(6):396-398.
- [7] Palchadhuri S, Chen S, Clayton E, et al. Telemetry Monitor Watchers Reduce Bedside Nurses' Exposure to Alarms by Intercepting a High Number of Nonactionable Alarms[J]. J Hosp Med,2017,12(6):447-449.
- [8] Sendelbach S, Wahl S, Anthony A, et al. Stop the Noise: A Quality Improvement Project to Decrease Electrocardiographic Nuisance Alarms[J]. Crit Care Nurse,2015,35(4):15-22.
- [9] 李婷,胡慧玲,吴雪.ICU多参数心电监护仪阈值设置证据总结[J].中华危重病急救医学,2023,35(6):643-650.
- [10] 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅),中南大学湘雅医院,JBI湘雅循证实践与健康卫生保健创新中心,等.多参数监护仪临床警报管理实践指南(2020版)简版[J].中国护理管理, 2021,21(5):758-765.
- [11] 尹琴,曹程秀,李琼颖,等.失效模式与效应分析在床边监护仪报警管理的应用[J].护理学杂志,2015,30(10):6-8.
- [12] 张奕,陈香萍,邵桑,等.床旁心电监护仪报警管理的最佳证据总结[J].中华护理杂志,2021,56(3):445-451.
- [13] 刘文丽,胡志雄,杨世金,等.《JJG 1163-2019多参数监护仪检定规程》编制说明[J].中国医疗设备,2021,36(8):148-151+164.
- [14] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小汕.实用新生儿学[M].北京:人民卫生出版社,2011.
- [15] Stacy J, Susan SH, Halley R, et al. Managing Alarms in Acute Care Across the Life Span: Electrocardiography and Pulse Oximetry[J]. Crit Care Nurse,2018,38(2):e16-e20.
- [16] 陈香萍,吴俊,庄一渝.临床报警危害的研究进展[J].护理与康复, 2015,14(3):3.