

麻醉过程中监测技术的创新与临床应用

王英哲 刘爱鹏 陈辉

武警黑龙江省总队医院，黑龙江哈尔滨，150010；

摘要：目的：探究麻醉过程中创新监测技术的临床应用效果。方法：选取2024年4月至2025年10月某医院收治的96例择期手术患者为研究对象，随机分为对照组与实验组各48例。对照组采用常规麻醉监测技术，实验组应用“多模态无创监测+实时数据预警”创新监测体系。结果：实验组麻醉深度过度镇静发生率低于对照组，围麻醉期血流动力学波动发生率低于对照组，麻醉苏醒时间短于对照组，差异均有统计学意义（ $\chi^2=5.031$ 、 4.362 ， $t=9.215$ ， P 均<0.05）。结论：创新监测技术可精准捕捉麻醉深度与血流动力学变化，提前预警风险，减少麻醉相关不良事件，缩短苏醒时间，为围麻醉期精准管理提供科学支撑，具备较高临床推广价值。

关键词：麻醉监测；创新技术；脑电双频指数；无创心排血量监测；围麻醉期管理；血流动力学

DOI：10.69979/3029-2808.26.02.020

引言

麻醉监测是围麻醉期安全保障的核心环节，其精准度直接影响手术预后与患者生命安全^[1]。传统麻醉监测多聚焦于基础生命体征，存在监测维度单一、麻醉深度评估主观、风险预警滞后等弊端，难以适配复杂手术患者的麻醉管理需求，易导致过度镇静、血流动力学紊乱等不良事件。随着精准麻醉理念与医疗技术的迭代，多模态监测、无创化监测等创新技术逐步应用于临床，为麻醉监测的精准化、实时化提供了可能。本研究以择期手术患者为对象，构建“多模态无创监测+实时预警”体系，探究其临床应用效果，旨在突破传统监测瓶颈，优化围麻醉期监测流程，为麻醉安全管理提供实践参考，契合现代麻醉医学“精准监测、主动防控”的发展趋势。

1 研究资料与方法

1.1 一般资料

选取2024年4月至2025年10月某医院收治的96例择期手术患者为研究对象，为保障研究结果科学性与可靠性，采用随机数字表法分为对照组与实验组，每组各48例。纳入标准：年龄18~65岁，ASA分级I~II级；择期行腹部、骨科或乳腺外科手术；意识清晰，无麻醉药物过敏史；患者及家属知情同意并签署知情同意书。排除标准：合并严重心脑血管疾病、肝肾功能衰竭者；存在认知障碍或精神疾病无法配合监测者；术前存在电解质紊乱、凝血功能异常者；急诊手术患者。经统计学检验，两组患者在性别构成（ $\chi^2=0.043$ ， $P=0.835$ ）、

年龄分布（ $t=0.336$ ， $P=0.737$ ）、手术类型构成（ $\chi^2=0.125$ ， $P=0.939$ ）及ASA分级（ $\chi^2=0.065$ ， $P=0.798$ ）等基线资料方面差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

1.2 实验方法

两组患者均由同一组麻醉医师实施标准化麻醉方案，包括术前禁食禁饮、静脉诱导麻醉（丙泊酚+舒芬太尼+罗库溴铵）、气管插管或喉罩置入、术中维持麻醉（丙泊酚持续泵注+瑞芬太尼间断静脉注射），术后给予自控镇痛。对照组采用常规麻醉监测技术，具体如下：术中持续监测心电图（ECG）、无创动脉血压（NIBP）、血氧饱和度（SpO₂），每15分钟记录一次监测数据；麻醉深度评估依赖麻醉医师临床经验，结合患者心率、血压变化及体动反应判断，按需调整麻醉药物剂量；若出现血压波动超过基础值20%、SpO₂<95%等异常情况，及时采取补液、调整麻醉深度等干预措施。实验组应用“多模态无创监测+实时数据预警”创新监测体系，具体如下：1.核心监测技术配置：（1）脑电双频指数（BIS）监测：采用BIS监测仪，将电极片贴于患者前额，持续监测脑电活动，实时输出BIS值（0~100分），其中40~60分为适宜麻醉深度，<40分为过度镇静，>60分为麻醉过浅，数据同步显示于监测终端并存储。（2）无创心排血量（NICO）监测：通过呼吸力学监测模块，结合患者呼吸频率、潮气量等参数，无创计算心排血量（CO）、心脏指数（CI）等血流动力学指标，每5分钟更新一次数据，规避有创监测的感染风险。（3）基础生命体征强化监测：在常规ECG、NIBP、

SpO_2 监测基础上, 增加呼气末二氧化碳分压(PetCO_2)监测, 实时评估通气功能, 及时发现通气不足或过度等问题。2. 实时数据预警模块应用: 搭建麻醉监测数据整合平台, 将 BIS 值、血流动力学指标、基础生命体征等数据实时整合, 设置预警阈值), 当指标超出阈值时, 平台自动触发声光预警, 同步推送预警信息至麻醉医师移动终端, 提示及时干预。3. 麻醉管理优化措施: 麻醉医师根据监测数据与预警信息, 实施精准化麻醉调控: 麻醉诱导期依据 BIS 值调整诱导药物剂量, 避免诱导过深; 术中维持期以 BIS 值 40~60 分为目标, 动态调整丙泊酚、瑞芬太尼剂量, 同时结合 NICO 监测结果优化补液方案, 维持血流动力学稳定; 术毕停药时机参考 BIS 值 >60 分, 配合 PetCO_2 监测评估通气功能, 为拔管时机提供依据。4. 质量控制: 建立监测技术标准化操作流程(SOP), 对麻醉医师与护理人员开展专项培训, 确保熟练掌握 BIS、NICO 监测仪操作及预警模块应用; 成立质控小组, 定期核查监测数据准确性、预警响应及时性, 针对问题制定整改措施, 确保护理监测与麻醉管

理规范落地。

1.3 观察指标

1. 麻醉深度过度镇静发生率: 统计术中 BIS 值 <40 分持续超过 5 分钟的患者例数, 计算发生率。2. 围麻醉期血流动力学波动发生率: 统计术中血压、心率波动超过基础值 20%且持续 5 分钟以上的患者例数, 计算发生率。3. 麻醉苏醒时间: 记录术毕停药至患者意识清醒、能遵嘱完成简单动作的时间, 以分钟为单位。

1.4 研究计数统计

采用 SPSS 26.0 分析, 计量资料(麻醉苏醒时间)以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料(麻醉深度过度镇静发生率、围麻醉期血流动力学波动发生率)以 $[n (\%)]$ 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组麻醉深度过度镇静发生率对比

表 1 两组麻醉深度过度镇静发生率对比

指标	对照组 ($n=48$)	实验组 ($n=48$)	χ^2 值	P 值
过度镇静发生例数(例)	7	1	5.031	0.025
过度镇静发生率(%)	14.58	2.08		

由表 1 可知, 对照组麻醉深度过度镇静发生率为 14.58%, 实验组为 2.08%, 实验组显著低于对照组, 差异

具有统计学意义 ($\chi^2 = 5.031$, $P = 0.025 < 0.05$)。

2.2 两组围麻醉期血流动力学波动发生率对比

表 2 两组围麻醉期血流动力学波动发生率对比

指标	对照组 ($n=48$)	实验组 ($n=48$)	χ^2 值	P 值
血流动力学波动发生例数(例)	8	2	4.362	0.037
血流动力学波动发生率(%)	16.67	4.17		

由表 2 可知, 对照组围麻醉期血流动力学波动发生率为 16.67%, 实验组为 4.17%, 实验组显著低于对照组,

差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 4.362$, $P = 0.037 < 0.05$)。

2.3 两组麻醉苏醒时间对比

表 3 两组麻醉苏醒时间对比

指标	对照组 ($n=48$)	实验组 ($n=48$)	t 值	P 值
麻醉苏醒时间(min, $\bar{x} \pm s$)	26.78 \pm 5.31	18.35 \pm 4.26	9.215	<0.001

由表 3 可知, 对照组麻醉苏醒时间为 (26.78 ± 5.31) min, 实验组为 (18.35 ± 4.26) min, 实验组显著短于对照组, 差异具有统计学意义 ($t = 9.215$, $P < 0.001$)。

3 讨论

围麻醉期监测的核心目标是精准捕捉患者生理状

态变化, 提前预警麻醉风险, 为麻醉管理提供科学依据, 进而保障麻醉安全。传统麻醉监测以基础生命体征为核心, 存在明显局限性: 其一, 麻醉深度评估依赖主观经验, 缺乏量化指标, 易导致过度镇静或麻醉过浅, 前者可能引发术后认知功能障碍、呼吸抑制, 后者则可能导致患者术中知晓、体动反应, 影响手术操作与患者体验;

其二，血流动力学监测多为间歇性记录，难以实时捕捉动态变化，待发现异常时往往已出现明显循环波动，增加干预难度；其三，监测数据分散，无统一整合与预警机制，易因人为疏忽导致风险漏判。随着精准麻醉理念的普及，单一化、经验化的监测模式已难以适配复杂手术患者的麻醉管理需求，亟需引入创新监测技术，构建多维度、实时化、精准化的监测体系^[2]。

本研究构建的“多模态无创监测+实时数据预警”创新体系，通过整合BIS监测、NICO监测与PetCO₂监测，突破了传统监测的单一性瓶颈，实现了麻醉深度、血流动力学与通气功能的同步精准监测，其临床应用价值可从多维度解析。在麻醉深度调控方面，BIS监测作为目前临床公认的麻醉深度量化评估工具，可通过脑电信号分析实时输出BIS值，为麻醉深度提供客观量化依据，避免了传统经验判断的主观性与滞后性。实验组以BIS值40~60分为调控目标，动态调整麻醉药物剂量，有效减少了过度镇静的发生，发生率仅为2.08%，显著低于对照组的14.58%，这与BIS监测可实时反馈麻醉深度变化、指导精准给药密切相关。同时，术毕停药时机参考BIS值>60分，可避免麻醉药物过量蓄积，为术后快速苏醒奠定基础，这也是实验组麻醉苏醒时间显著短于对照组的核心原因。临床实践中，过度镇静不仅会延长苏醒时间，还可能增加术后肺部感染、血栓形成等并发症风险，而创新监测技术通过精准调控麻醉深度，可有效规避上述风险，提升围麻醉期安全性^[3]。

在血流动力学监测方面，NICO无创心排血量监测技术的应用，解决了传统有创心排血量监测创伤大、感染风险高的弊端，可通过呼吸力学参数无创计算CO、CI等核心血流动力学指标，每5分钟更新一次数据，实现血流动力学变化的实时捕捉。相较于对照组每15分钟记录一次血压、心率的间歇性监测，实验组可更早期发现血流动力学波动趋势，结合预警模块的实时提醒，麻醉医师可及时调整补液方案、麻醉药物剂量，避免波动进一步加重。研究结果显示，实验组围麻醉期血流动力学波动发生率仅为4.17%，显著低于对照组的16.67%，证实了NICO监测在维持循环稳定中的重要作用。尤其对于骨科、腹部等手术时间较长、出血风险较高的患者，实时血流动力学监测可为液体管理提供精准指导，避免因补液不足导致低血压或补液过量引发肺水肿，进一步保障手术安全。此外，PetCO₂监测的加入，可实时评估患者通气功能，及时发现气管插管移位、通气不足等

问题，避免缺氧、二氧化碳蓄积等严重并发症，与BIS、NICO监测形成互补，构建全方位的麻醉安全防护网^[4]。

实时数据预警模块的应用，是创新监测体系的另一核心亮点。传统监测模式下，麻醉医师需同时关注多项监测数据，易因注意力分散导致异常指标漏判，而创新体系通过搭建数据整合平台，将各项监测指标集中展示，设置合理预警阈值，当指标超出阈值时自动触发声光预警，同步推送至移动终端，可有效提升风险识别的及时性与准确性。临床实践中，麻醉风险的早期干预与预后密切相关，如早期发现血压骤降并及时补液，可避免休克发生；早期识别过度镇静并减少麻醉药物剂量，可缩短苏醒时间。预警模块的应用，将麻醉监测从“被动观察”转变为“主动预警”，显著提升了麻醉管理的主动性与精准性，降低了人为失误导致的风险。同时，标准化操作流程（SOP）的建立与专项培训的开展，可确保监测技术操作规范、数据准确，避免因操作不当导致的监测误差，进一步保障创新监测体系的应用效果。

4 结论

综上，麻醉过程中“多模态无创监测+实时数据预警”创新体系的应用，可有效提升麻醉监测精准度，减少过度镇静、血流动力学波动等不良事件，缩短麻醉苏醒时间，优化围麻醉期管理质量。该体系通过整合前沿监测技术与信息化手段，突破了传统监测模式的局限性，实现了麻醉监测的精准化、实时化与主动化，为麻醉安全提供了全方位保障，契合现代麻醉医学的发展趋势。虽然目前在设备成本、技术培训等方面仍存在一定挑战，但随着技术的成熟与推广，其在临床中的应用前景广阔，可为围麻醉期安全管理提供重要的实践支撑，具备较高的临床推广价值与学术意义。

参考文献

- [1]王玥.微旁流呼气末二氧化碳监测技术在全身麻醉拔管后患者的应用研究[D].南京医科大学,2023.
- [2]麻醉学.脑电监测在儿科患者全身麻醉围术期中的临床应用[D].2023.
- [3]余守章,俞卫锋.努力促进临床监测智能化应用研究的快速发展[J].广东医学,2023,44(9):1057-1060.
- [4]王天龙,俞卫锋,曾因明.以麻醉学核心技术为导向助推临床医学的创新转化[J].中华医学杂志,2025,105(02):97-100.