

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（ $\chi^2=5.031、4.362$ ， $t=9.215$ ， $P<0.05$ ）。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（ SpO_2 ），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%、 $SpO_2<95\%$ 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、

SpO₂ 监测基础上,增加呼气末二氧化碳分压(PetCO₂)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PetCO₂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(x±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χ²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(χ²=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(χ²=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, x±s)	26.78±5.31	18.35±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)。

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;

3 讨论

围麻醉期监测的核心目标是精准捕捉患者生理状

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理由。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.