

脑氧饱和度在临床麻醉中的研究进展

李 栩,韩 超,邵菁菁,张君宜,马浩南

(天津市泰达医院麻醉科,天津 300457)

摘要:麻醉作为外科手术的基础环节之一,是保障手术顺利实施的重要步骤,但其麻醉药物的应用可影响机体血压水平,导致脑组织缺氧,严重程度下可造成脑组织损伤,对手术安全及患者预后均构成了较大威胁。脑氧饱和度多用于术中大脑缺氧状态的监测,其参数可反映脑细胞的含氧量,为临床手术提供可靠依据,有助于术中吸氧浓度的及时调整,进而预防脑损伤的发生。因此,积极监测患者的围术期脑氧饱和度,是避免术中大脑缺氧的有效方式。目前,脑氧饱和度监测技术在临床麻醉中已获得广泛应用,现本文就 rScO₂ 监测技术的原理及其在临床麻醉监测中的影响因素、应用情况作一综述。

关键词:脑氧饱和度;围术期;麻醉;近红外光谱技术;低血压

中图分类号:R614

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.22.044

文章编号:1006-1959(2023)22-0189-04

Research Progress of Cerebral Oxygen Saturation in Clinical Anesthesia

LI Xu,HAN Chao,SHAO Jing-jing,ZHANG Jun-yi,MA Hao-nan

(Department of Anesthesiology,Tianjin Taida Hospital,Tianjin 300457,China)

Abstract:Anesthesia, as one of the basic links of surgery, is an important step to ensure the smooth implementation of surgery. However, the application of anesthetic drugs can affect the blood pressure level of the body, lead to hypoxia of brain tissue, and cause brain tissue damage in severe cases, which poses a great threat to the safety of surgery and the prognosis of patients. Cerebral oxygen saturation is mostly used to monitor the hypoxic state of the brain during operation. Its parameters can reflect the oxygen content of brain cells, provide a reliable basis for clinical surgery, and help to adjust the oxygen concentration during operation in time, so as to prevent the occurrence of brain injury. Therefore, active monitoring of the patient's perioperative cerebral oxygen saturation is an effective way to avoid intraoperative cerebral hypoxia. At present, cerebral oxygen saturation monitoring technology has been widely used in clinical anesthesia. This article reviews the principle of rScO₂ monitoring technology and its influencing factors and application in clinical anesthesia monitoring.

Key words:Cerebral oxygen saturation;Perioperative period;Anesthesia;Near infrared spectroscopy;Hypotension

脑氧饱和度(cerebral oxygen saturation,rScO₂)是反映人体脑细胞含氧量的常见指标,其正常值保持在95%~100%,若机体rScO₂较低,可引发脑部缺氧,导致脑损伤,严重情况下可出现脑死亡等不良后果,对患者生命安全构成了较大威胁^[1,2]。基于此,rScO₂现已被公认为临床检测患者生命体征的关键性指标之一,在手术等治疗方案中具有重要应用价值^[3]。随着rScO₂监测技术的不断发展,该技术在临床手术中获得了广泛应用,除对大脑局部氧饱和度的监测外,现已可测定外周组织的rScO₂水平,对外周组织微循环状态具有积极评价作用,有利于患者预后的准确评估^[4,5]。在手术麻醉期间,患者生命体征常出现明显波动,其心率降低,可引起组织灌注不

足,导致大脑缺氧、缺血及内环境改变,但其动脉血氧饱和浓度及静脉血氧饱和浓度仍可保持一定稳定性,因此rScO₂的监测对患者术中体征状态的评估具有重要意义^[6]。本文对rScO₂监测技术的原理及其在临床麻醉监测中的影响因素、应用情况作一综述,旨在为该指标的临床应用与研究提供可靠参考。

1 rScO₂ 监测技术的原理

近红外光谱技术(near infrared spectrum instrument,NIRS)是当前唯一应用于临床的rScO₂监测技术,其红外光波长范围在650~1100 nm,对人体组织具有良好的穿透作用,能够穿透头皮、颅骨以及脑组织,其在颅内的衰减信号具有提供信息的价值^[7,8]。rScO₂监测的是大脑局部区域组织的血红蛋白,并不是单独的动脉或者静脉,因此脑血氧饱和度的监测是局部大脑血红蛋白的混合饱和度,其反映的是氧供和消耗之间的变化^[9-11]。可见,NIRS是利用近红外光谱技术对人体大脑rScO₂进行监测的方法,可在无创前提下,对患者进行连续性rScO₂监测,且具有较高的灵敏性。

作者简介:李栩(1986.4-),男,天津人,硕士,主治医师,主要从事麻醉相关临床工作

通讯作者:马浩南(1971.8-),男,天津人,本科,主任医师,主要从事麻醉相关临床工作

2 rScO₂在临床麻醉监测中的影响因素

2.1 低血压 外科全麻后,患者易出现不同程度的低血压状态,可引起组织灌注减少,导致氧供下降,造成大脑缺氧。黄璜等^[12]使用近红外组织血氧参数无损检测仪对患者麻醉后低血压进行了监测,结果显示麻醉诱导后低血压患者的局部肌氧饱和度(rSmO₂)出现大幅度下降,而rScO₂相对稳定,可见麻醉后肌肉组织更早发生缺血、缺氧,但通过机体的自身调节,大脑的氧供平衡仍然能够得到保障。分析认为,神经血管耦合(neurovascular coupling, NVC)是自身调节的另一种方式,通过神经源性调控可直接引起血流动力学改变,从而匹配神经元代谢活动^[13]。当患者麻醉后,其脑血流灌注减少,血压明显下降,在神经血管耦合的作用下,其局部脑血流量与脑氧代谢率可保持匹配,即使在氧供降低的情况下,也能够维持血氧饱和度的稳定^[14]。由此可见,麻醉引起的低血压对患者rScO₂监测并无明显影响。

2.2 血红蛋白 在rScO₂监测中,红外光谱的变化可受到血红蛋白含氧量的影响,因此血红蛋白性质及浓度的改变会对其监测值造成影响。当颅内氧饱和度发生变化时,血红蛋白吸收光谱会产生一定的变化,导致穿透的红外光强度发生变化,将血红蛋白氧饱和度与红外光强度进行对比,制成标准曲线,即可对氧饱和度进行监测。苏秀珠等^[15]研究显示,中度贫血患者(血红蛋白60~90 g/L)的术后rScO₂下降率及脑氧合不良发生率高于正常(血红蛋白>120 g/L)及轻度贫血者(血红蛋白90~120 g/L),表明血红蛋白水平较低的患者在术中更易出现rScO₂下降情况,其血红蛋白水平的降低可导致rScO₂监测值的下降。综上所述,血红蛋白是影响rScO₂监测结果的重要因素。

2.3 麻醉药品 麻醉药品对人体血管的收缩及舒张存在一定影响,其药品种类的不同亦可导致术中rScO₂监测结果的差异。吴双等^[16]研究发现,与丙泊酚复合瑞芬太尼麻醉相比,七氟醚复合麻醉患者的术中血流动力学及脑氧代谢更为稳定,表明后者对患者rScO₂的影响较小。而在刘秀兰等^[17]研究表明,丙泊酚复合依托咪酯麻醉对患者术中血流动力学的影响更为轻微,其rScO₂水平高于七氟醚和瑞芬太尼维持麻醉患者。由此可见,麻醉药品种类及联合方案对患者术中rScO₂水平具有较大影响,选择合适的麻醉药品至关重要。

2.4 麻醉方式 不同麻醉方式所产生的麻醉效果存在明显差异,如一般情况下腰硬联合麻醉较硬膜外麻醉的起效时间更快,其对患者rScO₂水平存在较大影响。王雅婷等^[18]研究显示,与蛛网膜下腔阻滞相比,全身麻醉对患者围术期rScO₂水平的影响更大。但陈春茹等^[19]研究显示,不同麻醉方案下,患者的rScO₂数值并不存在明显差异。由此可见,临床关于麻醉方式对术中rScO₂水平的影响价值尚无统一共识,其结论有待进一步研究证实。

2.5 二氧化碳气腹 高燕春等^[20]研究指出,对患儿使用二氧化碳气腹,可引起rScO₂发生明显改变。分析认为,二氧化碳气腹可导致高腹压形成,对邻近器官组织具有一定物理性压迫作用,易引起脑静脉回流受限,造成脑血管扩张,导致脑血流量、颅内压升高等情况,进而影响机体的rScO₂水平。除此之外,二氧化碳气腹还可引起一定的高碳酸血症及呼吸性酸中毒风险,对患者脑氧代谢具有较大影响^[21]。故,二氧化碳气腹时,患者的rScO₂存在一定的下降趋势,随着气腹的结束,其rScO₂水平可逐渐恢复。

2.6 体位 仰卧位与俯卧位为外科常用体位,当患者俯卧位时,头部需侧向一边,体位垫摆放体位等使头部位置稍低于躯干,其头部过度伸屈、旋转或倾斜均可引起椎动脉受压,导致大脑血液低灌注等情况,进而引起术中rScO₂数值改变^[22]。俯卧位时,患者眼压和头部静脉压将升高,两者均可引起眼灌注压降低,尤其在脊柱手术中,其腹部受压,压力通过传导可引起中心静脉压升高,进而引起头部静脉淤血,影响机体rScO₂水平^[23]。由此可见,体位是影响患者术中rScO₂水平的重要因素,其中俯卧位时rScO₂较仰卧位时降低。

3 rScO₂在临床麻醉监测中的应用情况

3.1 rScO₂监测在老年患者手术麻醉中的应用 老年患者的组织器官功能普遍有所减退,其围术期伴有较高的脑氧失衡概率,易导致术后不良预后风险增加。rScO₂能够体现大脑组织含氧量,同时反映脑组织的氧供需平衡状态。基于此,维持患者的rScO₂稳定,可有效减少不良预后的发生。王先学等^[24]研究表明,监测患者围麻醉期rScO₂及脑电双频指数(BIS)可为老年肠梗阻患者提供可靠的麻醉用药管理依据,进一步降低术后谵妄等并发症的发生风险,对其术后恢复具有重要意义。老年患者术后谵妄是一种短暂的器质性脑综合征,通常是由于老年患者出现

脑组织低灌注、缺氧导致的手术不良预后,会对老年患者的术后恢复造成严重影响。而 $rScO_2$ 监测对患者的脑保护以及有效的复苏有着重要的作用,因此能够有效的降低老年患者术后谵妄的发生率。且李茜等^[25]研究表明, $rScO_2$ 监测能够有效提高老年患者的术后认知功能。与此同时,将 $rScO_2$ 监测运用于老年下肢骨科手术中,同样可减少术后认知功能障碍的发生率。综上, $rScO_2$ 监测在老年患者的手术麻醉中具有重要作用,有利于术后不良风险的把控。

3.2 $rScO_2$ 监测在颅脑手术中的应用 颅脑损伤是神经系统疾病,其病情变化迅速,需及时治疗。通常情况下,为预防颅内压骤降造成脑膨出,重型颅内损伤患者进行手术治疗时,需进行颅内压监控,同时为了防止大脑缺氧,临床还需积极监测患者的围术期 $rScO_2$ 。廖羽等^[26]对 $rScO_2$ 监测在重度脑外伤患者中的应用效果进行了探究,结果显示加强 $rScO_2$ 监测管理,可帮助临床掌握患者的脑氧供需平衡及脑血流改变情况,对其麻醉及手术方案的调整均具有良好指导作用。此外,在重型颅脑外伤以后,患者可能出现剧烈持续的应激反应,使交感神经过度兴奋,增加心率和血氧,使耗氧量增加,颅内压升高,从而增加不良预后的风险。因此,积极监测颅脑手术患者的 $rScO_2$ 水平,是提高其手术安全、降低预后风险的重要方式。

3.3 $rScO_2$ 在手术患儿麻醉中的保护作用 由于儿童机体器官及系统功能发育不完善,其对麻醉与手术的耐力较差,在全身麻醉过程中易出现脑缺氧等状况,且麻醉药物的应用易引起低血压、组织血流灌注减少等反应,对患儿手术安全造成了较大影响^[27]。因此,开展 $rScO_2$ 监测,保障患儿的围术期安全,在儿童手术方案中具有重要意义。毛建雄等^[28]研究证实了 $rScO_2$ 监测对儿童麻醉中的保护作用。由此可见, $rScO_2$ 监测对患儿术中安全具有积极改善价值,在手术患儿麻醉中可发挥重要作用。

3.4 $rScO_2$ 在经导管主动脉瓣植入术患者麻醉中的应用 经导管主动脉瓣置入术 (transcatheter aortic valve implantation, TAVI) 为心内科常见术式,可通过外周动脉逆行性将新主动脉瓣植入相应位置,但其手术过程可出现主动脉夹层或心室纤颤等并发症,严重威胁患者的生命健康^[29]。因此,及时评估患者的机体状态尤为重要。经导管主动脉瓣植入术对麻醉的平稳性要求较高,选择适合患者的麻醉方式

对评估手术效果具有重要意义。麻醉和置入手术可能会对患者的中枢神经系统造成损伤,对 $rScO_2$ 的影响较大。中枢神经系统对缺氧十分敏感,轻度缺氧就能引起脑细胞氧化代谢障碍的发生,进而造成神经细胞凋亡、胆碱能神经功能下降,导致与记忆有关海马部位功能受损,最终产生神经认知功能异常^[30]。因此,选择合适的麻醉方案及术中持续性 $rScO_2$ 监测,对术中脑缺氧及术后认知障碍的发生具有积极预防作用。苏孟勤等^[31]研究中对全身麻醉以及镇静麻醉进行 $rScO_2$ 监测,结果发现两种麻醉都能够使患者的 $rScO_2$ 降低,但是镇静麻醉能够在较短的时间内使 $rScO_2$ 数值接近正常,而患者在术后认知障碍的发生率方面较全身麻醉更低,同时并发症的发生率也较低。因此,在麻醉过程中对患者的 $rScO_2$ 进行监测,能够降低术后认知功能障碍以及并发症的发生率。

4 总结

$rScO_2$ 监测可有效评估麻醉患者的脑部氧供需情况,为其临床操作提供可靠指导,以保障患者的生命安全,现已广泛应用于多种疾病的临床治疗中。麻醉过程中,临床可根据患者的 $rScO_2$ 参数,对其吸氧及血流灌注量进行及时调整,以减少患者的脑神经损伤,保障其术中安全。近年来,随着 $rScO_2$ 监测技术的不断发展,其在老年手术、颅脑手术、儿童手术及 TAVI 麻醉中的应用价值获得临床的广泛认可,关于该技术的更多应用领域值得临床进一步探究。

参考文献:

- [1] Schmidt C, Heringlake M, Kellner P, et al. The effects of systemic oxygenation on cerebral oxygen saturation and its relationship to mixed venous oxygen saturation: A prospective observational study comparison of the INVOS and Foresight Elite cerebral oximeters[J]. Can J Anaesth, 2018, 65(7): 766-775.
- [2] 郭云飞, 魏雯欣, 胡楠楠, 等. 右美托咪定对腹腔镜肝切除术老年患者脑氧饱和度及术后认知的影响[J]. 河北医学, 2022, 28(6): 1011-1016.
- [3] 顾伟, 顾小萍, 殷霞丽. 脑氧饱和度目标导向麻醉管理对青少年脊柱侧凸矫形手术唤醒试验的影响[J]. 中国临床研究, 2022, 35(5): 665-669.
- [4] 杨平平, 欧阳川, 谢思远, 等. 七氟烷吸入麻醉诱导期间潮气末二氧化碳分压对室间隔缺损婴儿脑血流动力学的影响[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(5): 523-527.
- [5] 王忠, 张瑞剑, 韩志桐, 等. 局部脑氧饱和度监测目标导向治疗在老年重度颅脑损伤患者中的应用[J]. 中华老年多器官疾

病杂志,2021,20(10):756-759.

[6]王莹,段宗生.术中脑氧饱和度与脑电双频指数联合监测对老年患者胃癌根治术后恢复的影响[J].中华保健医学杂志,2020,22(1):65-68.

[7]Benni PB,MacLeod D,Ikeda K,et al.A validation method for near-infrared spectroscopy based tissue oximeters for cerebral and somatic tissue oxygen saturation measurements[J].J Clin Monit Comput,2018,32(2):269-284.

[8]王旭,邵换璋,王存真,等.局部脑氧饱和度联合相对 α 变异性对颅脑损伤患者脑功能预后的早期评估价值[J].中华危重病急救医学,2019(11):1368-1372.

[9]傅俊豪,陈妍,杨纯勇,等.丙泊酚麻醉下脑氧供需平衡和大脑自动调节平台及其影响因素的研究[J].陆军军医大学学报,2022,44(18):1845-1855.

[10]孙聪,皮晓丽,陈莹,等.术中脑氧饱和度监测对心血管手术患者术后认知功能障碍发生率的影响[J].中国医科大学学报,2018,47(7):631-636.

[11]许曦鸣,王磊.局部脑氧饱和度在术后麻醉苏醒期患者意识水平变化中监测价值[J].生物医学工程与临床,2022,26(4):476-480.

[12]黄璜,李萌萌,孟令超,等.麻醉诱导后低血压对机体组织氧饱和度的影响[J].北京医学,2022,44(3):249-252.

[13]Zhang L,Yu Y,Xue J,et al.Effect of Deliberate Hypotension on Regional Cerebral Oxygen Saturation During Functional Endoscopic Sinus Surgery: A Randomized Controlled Trial[J].Front Surg,2021,8:681471.

[14]Tang W,Liu H,Wei P,et al.Decrease in cerebral oxygen saturation and the increase in heart rate is a prewarning window of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: A pilot observational study[J].J Clin Anesth,2021,73:110360.

[15]苏秀珠,张燕,王丽萍.贫血患者腹腔镜手术中脑氧饱和度与神经损伤标志物的变化[J].解放军医学院学报,2021,42(1):26-29.

[16]吴双,吴师,曾继逾.七氟醚复合麻醉对老年腹腔镜胆囊切除术患者血流动力学及脑氧代谢的影响[J].河北医药,2022,44(17):2644-2646,2650.

[17]刘秀兰,李荣华,孙文浩,等.丙泊酚复合依托咪酯麻醉对颈动脉内膜剥脱术患者脑组织氧饱和度、术后认知功能的影响[J].血管与腔内血管外科杂志,2022,8(6):723-728.

[18]王雅婷,陆伟峰,方芳,等.全身麻醉和蛛网膜下腔阻滞对老年患者下肢骨科手术后认知功能障碍发生率的影响[J].中国临床医学,2022,29(2):206-212.

[19]陈春茹,郑晋伟,孟波,等.腰丛神经阻滞对老年股骨上段手术患者脑氧代谢及术后认知功能的影响[J].浙江医学,2019,41(6):583-586.

[20]高燕春,侯冠峰,谢言虎,等.二氧化碳气腹对不同年龄组小儿脑氧饱和度和术后躁动的影响[J].中国现代医学杂志,2020,30(5):119-123.

[21]吕誉芳,欧阳川,张冬妮,等.室间隔缺损婴儿麻醉诱导前后脑氧饱和度和脑血流速度的变化及其相关性[J].中国医药,2022,17(7):993-996.

[22]萧国凤,吕浩.右美托咪定复合舒芬太尼对老年患者全身麻醉苏醒期脑氧代谢和肝脏功能的保护作用研究[J].中国医院用药评价与分析,2022,22(9):1046-1049.

[23]闫婷婷,柴小青,魏昕,等.控制性降压时不同通气策略对沙滩椅体位手术患者脑氧饱和度的影响[J].临床麻醉学杂志,2018,34(6):566-569.

[24]王先学,莫洪,潘道波.围麻醉期脑氧饱和度联合BIS监测对老年肠梗阻患者术后谵妄的影响[J].广东医学,2021,42(2):221-225.

[25]李茜,昂扬,施敏,等.脑氧饱和度监测对骨科高龄患者术后谵妄的预测价值[J].医学研究生学报,2022,35(10):1059-1063.

[26]廖羽,曾加祥,张智豪.局部脑氧饱和度监测在重度脑外伤患者术后管理中的应用效果观察[J].实用医院临床杂志,2021,18(3):90-93.

[27]边巴旺堆,赤列,扎西云丹,等.脑氧饱和度监测在高原地区儿童腹腔镜手术中的脑保护作用观察[J].实用临床医药杂志,2021,25(11):58-62.

[28]毛建雄,肖东,罗燕,等.近红外光谱技术在测定新生儿坏死性小肠结肠炎脑血氧饱和度和判定肠坏死程度的探讨[J].岭南现代临床外科,2020,20(5):562-566,572.

[29]吴昊,张雷,程新琦,赵庆,等.丙泊酚不同镇静深度对体外循环下心脏瓣膜置换术患者术后谵妄的影响:与脑氧饱和度的关系[J].中华麻醉学杂志,2017,37(10):1163-1166.

[30]刘畅,薛云星,陈杨,等.脑氧饱和度监测与急性A型主动脉夹层患者术后脑卒中相关性的研究[J].中华心血管病杂志,2022,50(8):761-766.

[31]苏孟勤,杨红,钟巍,等.不同麻醉方式对经导管主动脉瓣植入术中患者脑血氧饱和度及神经认知的影响[J].安徽医学,2021,42(3):270-273.

收稿日期:2022-12-22;修回日期:2023-01-09

编辑/杜帆