

· 临床研究 ·

## 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

王忠, 张瑞剑\*, 韩志桐, 王俊青, 吴日乐, 赵卫平, 张晓军, 包金岗, 杨姝敏, 杨蔚然, 张之龙

(内蒙古自治区人民医院神经外科, 呼和浩特 010017)

**【摘要】目的** 评价局部脑氧饱和度( $rScO_2$ )监测目标导向治疗老年重度颅脑损伤(sTBI)患者的临床价值。**方法** 选取2018年4月至2020年11月于内蒙古自治区人民医院神经外科重症监护病房(NSICU)治疗的60例老年重度颅脑损伤患者,采用随机数表法分为研究组和对照组,每组各30例。对照组给予神经外科重症传统监护治疗管理,研究组在实施神经外科重症传统监护治疗管理基础上予以 $rScO_2$ 目标监测指导治疗。比较2组患者格拉斯哥昏迷评分(GCS)和格拉斯哥预后评分(GOS)、NSICU住院时间、死亡率及改良Rankin量表评分。采用SPSS 24.0统计软件进行数据分析。根据数据类型,分别采用 $t$ 检验和 $\chi^2$ 检验进行组间比较。生存分析采用Kaplan-Meier生存曲线。**结果** 2组患者出院时GCS评分均较入院初始提高,但差异无统计学意义( $P>0.05$ );出院时研究组患者GCS评分高于对照组,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。研究组在NSICU时间较对照组明显减少( $P<0.05$ )。随访6个月,研究组与对照组相比,改良Rankin量表评分更低,GOS更高,生存时间更长,死亡率更低(均 $P<0.05$ )。**结论**  $rScO_2$ 监测目标导向治疗能有效缩短老年STBI患者的NSICU住院时间,改善患者预后,降低病死率。

**【关键词】** 老年人;重度颅脑损伤;近红外光谱技术;局部脑氧饱和度;预后

**【中图分类号】** R651.1<sup>+</sup>5

**【文献标志码】** A

**【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2021.10.157

## Application of target-oriented therapy with dynamical monitoring of regional cerebral oxygen saturation in treatment of severe traumatic brain injury in the elderly

WANG Zhong, ZHANG Rui-Jian\*, HAN Zhi-Tong, WANG Jun-Qing, WU Ri-Le, ZHAO Wei-Ping, ZHANG Xiao-Jun, BAO Jin-Gang, YANG Shu-Min, YANG Wei-Ran, ZHANG Zhi-Long

(Department of Neurosurgery, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, China)

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical value of target-oriented therapy of monitoring regional cerebral oxygen saturation ( $rScO_2$ ) in the elderly patients with severe traumatic brain injury (sTBI). **Methods** A total of 60 patients aged over 60 years with severe craniocerebral injury treated in the neurosurgical intensive care unit (NSICU) of our hospital from April 2018 to November 2020 were enrolled, and then randomly divided into study group and control group, with 30 patients in each group. The control group was given traditional neurosurgical intensive care management, and the study group was given targeted therapy under the direction of monitoring  $rScO_2$  on the basis of conventional neurosurgical intensive care management. Glasgow coma score (GCS) and Glasgow outcome score (GOS), NSICU length of stay, mortality, and modified Rankin scale scores were compared between two groups. SPSS statistics 24.0 was used to perform the statistical analysis. Student's  $t$  test or  $Chi$ -square test was employed for intergroup comparison based on different data types. Kaplan-Meier survival curve was used for survival analysis. **Results** At discharge, the Glasgow coma score (GCS) was increased than that at admission in both groups, but no statistical difference was observed between them ( $P>0.05$ ), though the score in the study group higher than that of control group ( $P>0.05$ ). The length of stay in NSICU was significantly shorter in the study group than the control group ( $P<0.05$ ). After 6 months of follow-up, the study group had obviously lower score of Modified Rankin Scale (mRS), higher GOS, longer survival time and lower mortality when compared with the control group (all  $P<0.05$ ). **Conclusion** The targeted therapy under the direction of monitoring  $rScO_2$  can effectively shorten the length of NSICU stay, improve the prognosis and reduce the mortality rate in the elderly sTBI patients.

收稿日期: 2021-01-21; 接受日期: 2021-04-12

基金项目: 内蒙古卫健委资助项目(201701009); 内蒙古科技厅资助项目(201502107); 内蒙古自治区关键技术攻关计划项目(2019GG051)

通信作者: 张瑞剑, E-mail: zhangruijian1971@163.com

**【Key words】** aged; severe traumatic brain injury; near-infrared spectroscopy; regional cerebral oxygen saturation; prognosis

This work was supported by the Project of Inner Mongolia Health Commission(201701009), the Project of Inner Mongolia Science and Technology Department (201502107), and the Project of Key Technology Research Plan of Inner Mongolia Autonomous Region (2019GG051).

Corresponding author: ZHANG Rui-Jian, E-mail: zhangruijian1971@163.com

重度颅脑损伤(severe traumatic brain injury, sTBI)是神经外科常见急重症,死亡率高。sTBI患者的预后取决于继发性脑损伤的严重程度。sTBI患者创伤后高耗氧量和脑血流不足可能导致脑缺氧,将正常的代谢转化为厌氧状态<sup>[1]</sup>。目前认为脑缺血缺氧是颅脑损伤后神经功能恶化的常见独立因素。近红外组织血氧监测,是一种无创、连续、实时和直接反应局部组织氧供与氧耗动态平衡的监测方法,利用近红外组织血氧监测技术实时监测局部脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation, rScO<sub>2</sub>)的变化<sup>[2]</sup>,早期快速发现脑缺氧,进行 rScO<sub>2</sub> 监测目标导向的神经重症治疗,可纠正缺氧。老年 sTBI 患者,由于存在一定程度的脑萎缩,颅腔代偿空间相对较大,颅脑损伤后颅内压升高可能不明显,颅内压监测相对病情变化可能滞后, rScO<sub>2</sub> 监测可能更及时发现脑缺血缺氧的变化。本研究探讨持续 rScO<sub>2</sub> 监测目标导向治疗对重症老年 sTBI 患者的应用价值。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选取2018年4月至2020年11月内蒙古自治区人民医院神经外科神经重症病房(neurosurgical intensive care unit, NSICU)收治的60例老年sTBI患者,采用随机数表法随机分为研究组和对照组,每组各30例。纳入标准:(1)有颅脑损伤病史和颅脑损伤的临床症状、体征和影像学表现的完整资料;(2)首次因颅脑损伤事件使用 rScO<sub>2</sub> 监测;(3)患者家属同意进行 rScO<sub>2</sub> 监测;(4)年龄>60岁,格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma score, GCS)4~8分。排除标准:(1)双侧瞳孔散大,固定, GCS 评分<4分;(2)休克或严重低氧血症的多发创伤患者;(3)患有其他严重的系统性疾病,如尿毒症、肝硬化、充血性心力衰竭和肺水肿等。对照组给予神经外科重症传统监护治疗管理,研究组在实施传统神经外科重症监护治疗管理基础上予以 rScO<sub>2</sub> 监测指导治疗。本研究经内蒙古自治区人民医院伦理委员会审核批准。

### 1.2 rScO<sub>2</sub> 监测方法

使用 EGOS-600 系列近红外脑组织血氧监测仪(苏州爱琴生物医疗电子有限公司),基于近红外光谱技术监测 rScO<sub>2</sub>。患者取仰卧位,75%酒精消毒皮肤后将监测探头电极片传感器置于两侧前额部发际前缘距眉弓上1~2 cm。通过贴在患者前额的电极片内传感器发射红外射线进入颅骨,再根据反射红外光的信号值计算间接得到 rScO<sub>2</sub>。

### 1.3 rScO<sub>2</sub> 监测下目标导向治疗方法

监测患者出现 rScO<sub>2</sub> 变化(绝对值≤50%或较基线水平降低≥15%)时,及时吸痰,保持气道通畅,提高吸入氧浓度,调整呼吸机参数(除增加吸入氧浓度,还可提高动脉血二氧化碳压,增加呼气末正压等)提高动脉氧饱和度,如果血红蛋白较低,必要时输血提高血红蛋白,监测颅内压及脑灌注压,监测体温,必要时物理降温,强化镇静镇痛,并除外心力衰竭或肺部问题(肺水肿或急性呼吸窘迫综合征等),进行 rScO<sub>2</sub> 监测目标导向的神经重症治疗。

### 1.4 观察指标

包括观察患者 NSICU 住院时间,出院时 GCS 评分,通过电话或门诊随访6个月的死亡率以及改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)评分和格拉斯哥预后评分(Glasgow outcome score, GOS)。GOS 评分:死亡1分、植物生存2分、重残3分、中残4分、良好5分。为便于对比分析,规定 GOS 评分>3分为预后良好,≤3分为预后较差。术后由有经验的外科医师进行随访。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Kaplan-Meier 生存曲线分析2组生存率。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2组患者基本情况的比较

2组患者基本情况的比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05;表1)。

表1 2组患者基本情况比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

(n=30)

Item	Control group	Study group	$t/\chi^2$	P value
Male/Female(n)	20/10	21/9	0.697	0.404
Age(years, $\bar{x}\pm s$ )	68.3 $\pm$ 14.3	69.2 $\pm$ 12.4	0.343	0.733
Injury reason[n(%)]				
Fall	18(60.0)	17(56.7)	0.174	0.917
Motor vehicle accident	8(26.7)	9(30.0)	0.882	0.774
Blow	4(13.3)	4(13.3)	0.144	0.704
Type of injury[n(%)]				
Epidural hematoma	6(20.0)	5(16.7)	0.229	0.632
Subdural hematoma	4(13.3)	5(16.7)	0.008	0.927
Cerebral contusion and laceration complicated by intracranial hematoma	20(66.7)	20(66.7)	0.034	0.854
Cerebral hernia	10(33.3)	11(36.7)	0.015	0.902
Decompressive craniectomy	11(36.7)	11(36.7)	0.001	0.977

GCS: Glasgow coma score.

## 2.2 2组患者治疗效果及预后的比较

出院时,2组患者GCS评分均较入院时提高,但差异无统计学意义( $P>0.05$ );研究组GCS评分与对照组比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。研究组NSICU住院时间较对照组明显缩短( $P<0.05$ )。随访6个月后,研究组mRS评分及GOS评分均优于对照组( $P<0.05$ );研究组死亡率低于对照组( $P<0.05$ ;表2),研究组生存时间明显长于对照组( $P<0.05$ ;图1)。

表2 2组患者预后情况比较

Table 2 Comparison of prognosis between two groups

(n=30)

Item	Control group	Study group	$t/\chi^2$	P value
GCS at admission(points, $\bar{x}\pm s$ )	4.8 $\pm$ 2.3	5.2 $\pm$ 2.1	0.761	0.450
GCS at discharge(points, $\bar{x}\pm s$ )	5.0 $\pm$ 2.3	5.8 $\pm$ 2.2	1.377	0.174
GOS after 6 months(points, $\bar{x}\pm s$ )	3.2 $\pm$ 0.8	3.9 $\pm$ 1.1	2.819	0.007
mRS after 6 months(points, $\bar{x}\pm s$ )	3.8 $\pm$ 0.8	3.3 $\pm$ 0.9	2.274	0.027
Duration of NSICU(months, $\bar{x}\pm s$ )	13.1 $\pm$ 4.8	10.3 $\pm$ 4.6	2.307	0.025
Mortality[n(%)]	11(36.7)	4(13.3)	4.356	0.037

GCS: Glasgow coma score; GOS: Glasgow outcome score; mRS: modified Rankin scale; NSICU: neurosurgical intensive care unit.

## 3 讨论

sTBI患者的预后取决于继发性脑损伤的严重程度。脑组织中充足的氧气和葡萄糖对维持脑细胞内正常的有氧代谢很重要。然而,sTBI患者创伤后

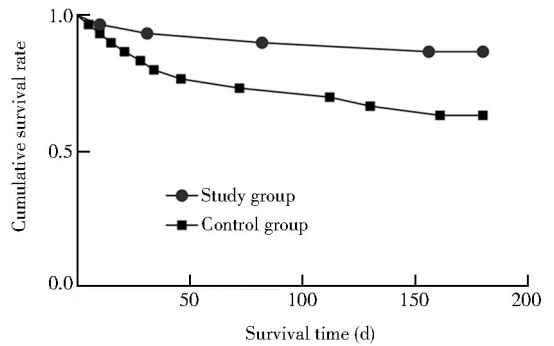


图1 2组患者Kaplan-Meier生存曲线的比较

Figure 1 Comparison of Kaplan-Meier survival curves between two groups

高耗氧量和脑血流不足可能导致脑缺氧,引发继发性脑损伤<sup>[3]</sup>。老年人由于其免疫力低,心肺功能差等自身特点,sTBI后更易引起继发性脑损伤、脑缺血和缺氧<sup>[4]</sup>。目前NSICU采用的多模态监测可早期发现损伤脑组织及周围的正常脑组织的早期病理生理变化,脑组织氧合的变化是其中重要的一环。rScO<sub>2</sub>监测是利用近红外光谱技术测得局部脑组织的氧合血红蛋白浓度,反映局部脑组织氧代谢的新型方法。是一种无创、连续、实时和直接反映局部脑组织氧供与氧耗动态平衡的监测方法。目前已在心脏及大血管手术及神经外科手术中采用rScO<sub>2</sub>实时监测,当rScO<sub>2</sub>绝对值或相对值降低时采取积极措施,可纠正脑缺氧,减少术后神经系统并发症<sup>[5]</sup>。对sTBI患者采用rScO<sub>2</sub>监测技术可以有效监测sTBI患者脑组织氧合状况,及时纠正脑缺氧,是神经重症多模态监测的重要组成部分<sup>[6]</sup>。脑组织损伤,脑内血肿损害脑组织的血液供应和氧气输送,诱导继发性缺血进行性加重,进一步造成出血周围脑组织水肿、缺氧。rScO<sub>2</sub>监测能敏感地反映脑组织供血供氧情况,有利于尽早发现机体脑缺血缺氧情况,及时采取措施改善脑缺氧,保持大脑血管耗量可以减少水肿引起的缺血,进一步改善脑灌注压,降低颅内压,减少神经系统并发症。本研究中血红蛋白较低患者10例,给与输血提高血红蛋白,可纠正贫血。结果显示,红细胞输注6h后,患者脑损伤侧与脑正常侧rScO<sub>2</sub>较基线期均显著提高,并在红细胞输注后24h持续保持高水平。目前,认为红细胞输注能够增加sTBI患者脑组织氧饱和度<sup>[7,8]</sup>。监测颅内压及脑灌注压,物理降温,强化镇静镇痛,纠正心力衰竭或肺部问题(肺水肿或急性呼吸窘迫综合征等)可以改善患者的脑血管自动调节功能,增加颅脑血流供应,纠正脑缺氧,改善脑灌注压,为脑灌注压的调控提供了更为精细的监测手段<sup>[9]</sup>。

rScO<sub>2</sub> 监测是一种无创的连续监测手段,能够实时、准确地反映脑组织氧合情况和脑组织血流动力学变化。有研究表明短时间内 rScO<sub>2</sub> 快速下降提示血管痉挛存在,通过经颅多普勒可以得到验证<sup>[10]</sup>。rScO<sub>2</sub> 监测可以预警 sTBI 患者继发性脑损伤的发生,rScO<sub>2</sub> 下降反映监测区域脑组织缺氧或低灌注,及时采取干预措施可改善脑缺氧,减少并发症,改善预后<sup>[11]</sup>。本研究结果显示,rScO<sub>2</sub> 监测可以帮助老年 sTBI 患者早日转出 NSICU。伤后 6 个月,研究组 mRS 评分及 GOS 评分均明显优于对照组,提示基于 rScO<sub>2</sub> 监测技术导向的目标治疗可能改善患者预后,这与先前的研究结果一致<sup>[12-14]</sup>。本研究结果显示,出院时 2 组患者 GCS 评分均较入院时提高,但无统计学差异,研究组出院时 GCS 评分与对照组相比无统计学差异,可能与患者病情改善在短时间内不明显有关,而随着时间推移,基于 rScO<sub>2</sub> 监测技术导向的目标治疗可能改善患者预后。伤后 6 个月的生存曲线提示,研究组患者累积生存率较对照组明显提高,研究组生存时间明显优于对照组,呈现出更有利结果的趋势。

在神经重症患者的多模态监测中,rScO<sub>2</sub> 监测亦与脑组织氧分压 PbtO<sub>2</sub> 监测相比,其精确性差,准确度不高,在临床实践中要结合其他监测手段如颅内压和脑灌注压等综合评估病情变化。但 rScO<sub>2</sub> 有其无创、方便、费用低、易普及等优点,在老年 sTBI 患者中,可能有更广泛的临床应用前景。

由于本研究为单中心研究,样本量较小,有一定的局限性。在今后的研究中,我们将进行更大规模及充分的研究探索。我们认为通过 rScO<sub>2</sub> 监测脑组织氧代谢导向的目标治疗,不仅能有效减少老年 sTBI 患者的 NSICU 住院时间,还能降低死亡率,改善患者预后,可以作为老年 sTBI 患者神经重症多模态监测的重要组成部分,值得临床应用。

【参考文献】

[1] Stein SC, Georgoff P, Meghan S, et al. 150 years of treating severe traumatic brain injury: a systematic review of progress in mortality[J]. J Neurotrauma, 2010, 27(7): 1343-1353. DOI: 10.1089/neu.2009.1206.

[2] Zheng F, Sheinberg R, Yee MS, et al. Cerebral near-infrared spectroscopy monitoring and neurologic outcomes in adult cardiac surgery patients: a systematic review[J]. Anesth Analg, 2013, 116(3): 663-676. DOI: 10.1213/ANE.0b013e318277a255.

[3] Gan ZS, Stein SC, Swanson R, et al. Blood biomarkers for traumatic brain injury: a quantitative assessment of diagnostic and prognostic accuracy[J]. Front Neurol, 2019, 10: 446. DOI: 10.3389/fneur.2019.00446.

[4] 扈俊华, 胡承嘯, 李玲玲, 等. 控制性减压技术在老年重型、

特重型颅脑损伤去骨瓣减压术中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(6): 392-394. DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2020.06.018.

Hu JH, Hu CX, Li LL, et al. Application of controlled decompression technique in decompression of craniocerebral injury with severe craniocerebral injury[J]. Chin J Clin Neurosurg, 2020, 25(6): 392-394. DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2020.06.018.

[5] 中华医学会麻醉学分会. 2017 中国麻醉学指南与专家共识[M]. 北京: 人民卫生出版社 2017: 7.

Anesthesiology Society of Chinese Medical Association. 2017 Chinaanesthesiology guidelines and expert consensus [M]. Beijing: People's Medical Publishing House 2017: 7.

[6] Wood MD, Jacobson JA, Maslove DM, et al. The physiological determinants of near-infrared spectroscopy-derived regional cerebral oxygenation in critically ill adults[J]. Intensive Care Med, 2019, 24(1): 23. DOI: 10.1186/s40635-019-0247-0.

[7] 张生吉, 陈毅, 陈才华, 等. 红细胞输注对神经外科 ICU 患者脑组织氧饱和度的影响[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(11): 1549-1553. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2020.11.022.

Zhang SJ, Chen Y, Chen CH, et al. Effect of red blood cell transfusion on brain oxygen saturation in neurosurgical ICU patients[J]. Lab Med Clin, 2020, 17(11): 1549-1553. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2020.11.022.

[8] Leal-Naval SR, Arellano-Orden V, Muñoz-Gómez M, et al. Red blood cell transfusion guided by near infrared spectroscopy in neurocritically ill patients with moderate or severe anemia: a randomized, controlled trial[J]. J Neurotrauma, 2017, 34(17): 2553-2559. DOI: 10.1089/neu.2016.4794.

[9] Highton D, Ghosh A, Tachtsidis I, et al. Monitoring cerebral autoregulation after brain injury: multimodal assessment of cerebral slow-wave oscillations using near-infrared spectroscopy [J]. Anesth Analg, 2015, 121(1): 198-205. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000790.

[10] Padhy SK, Ajayan N, Hrishu AP, et al. Novel application of near-infrared spectroscopy in detecting iatrogenic vasospasm during interventional neuroradiological procedures[J]. Brain Circ, 2019, 5(2): 90-93. DOI: 10.4103/bc.bc\_12\_19.

[11] Schnaubelt S, Sulzgruber P, Menger J, et al. Regional cerebral oxygen saturation during cardiopulmonary resuscitation as a predictor of return of spontaneous circulation and favourable neurological outcome — a review of the current literature[J]. Resuscitation, 2018, 125: 39-47. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.01.028.

[12] Ahn A, Yang J, Inigo-Santiago L, et al. A feasibility study of cerebral oximetry monitoring during the post-resuscitation period in comatose patients following cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2014, 85(4): 522-526. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.12.007.

[13] Storm C, Leithner C, Krannich A, et al. Regional cerebral oxygen saturation after cardiac arrest in 60 patients — a prospective outcome study[J]. Resuscitation, 2014, 85(8): 1037-1041. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.04.021.

[14] 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, 31(11): 1368-1372. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.11.011.

Wang X, Shao HZ, Wang CZ, et al. Early assessment value of brain function prognosis in patients with traumatic brain injury by regional saturation of cerebral oxygenation combined with percentage of α variability[J]. Chin Crit Care Med, 2019, 31(11): 1368-1372. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.11.011.