

· 论 著 ·

持续颅内压和脑组织氧分压联合监测 在高血压性脑出血手术前后的应用

王忠, 张瑞剑, 韩志桐, 吴日乐, 张义松, 赵卫平, 张晓军, 包金岗, 杨蔚然, 张之龙
内蒙古自治区人民医院神经外科, 内蒙古 呼和浩特 010017

摘要: **目的** 探讨持续颅内压(ICP)监测联合脑组织氧分压(PbtO₂)监测在高血压性脑出血(HICH)患者小骨窗血肿清除术前后的应用及对患者预后的影响。**方法** 回顾性分析 2018 年 9 月至 2020 年 10 月内蒙古自治区人民医院神经外科神经重症病房收治的幕上 HICH 行小骨窗脑内血肿清除术 27 例患者的临床资料。患者均于术前植入 ICP 及 PbtO₂ 监测探头,行持续 ICP 及 PbtO₂ 监测至术后 7 d,并根据监测结果实施目标导向治疗方法。随访至术后 6 个月,将格拉斯哥预后评分(GOS)>3 分者归入预后良好组($n=18$), ≤ 3 分者归入预后不良组($n=9$),分析比较两组患者术前术后 ICP 及 PbtO₂ 变化情况。**结果** 经小骨窗血肿清除术和 ICP 及 PbtO₂ 监测下实施目标导向治疗,HICH 27 例患者术后 ICP 水平较术前显著下降[(15.80±6.70) mm Hg vs (20.40±5.80) mm Hg, $P<0.01$];PbtO₂ 水平较术前显著上升[(22.15±5.25) mm Hg vs (17.43±4.34) mm Hg, $P<0.01$]。按术后 6 个月 GOS 评分分组后回顾性分析发现,术后 6 个月与预后不良组比较,预后良好组 ICP 的术后与术前差值负值绝对值更大($P<0.01$),提示 ICP 下降更显著;预后良好组 PbtO₂ 的术后与术前差值正值更大($P<0.05$),提示 PbtO₂ 升高更显著。**结论** 在 HICH 患者小骨窗脑内血肿清除术前后实施持续 ICP 及 PbtO₂ 监测,可有效指导术中术后的相关治疗,促进 ICP 水平的降低、PbtO₂ 水平的提高。

关键词: 高血压性脑出血; 颅内压监测; 脑组织氧分压监测; 目标导向治疗; 预后

中图分类号: R743.34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2022)01-0011-05

Combined continuous monitoring of intracranial pressure and brain tissue oxygen partial pressure before and after operation for hypertensive intracerebral hemorrhage

WANG Zhong, ZHANG Rui-jian, HAN Zhi-tong, WU Ri-le, ZHANG Yi-song, ZHAO Wei-ping,
ZHANG Xiao-jun, BAO Jin-gang, YANG Wei-ran, ZHANG Zhi-long

Department of Neurosurgery, Inner Mongolia Autonomous Region People's Hospital, Hohhot, Inner Mongolia 010017, China

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

Abstract: **Objective** To investigate the application of continuous monitoring of intracranial pressure (ICP) with partial pressure of brain tissue oxygen (PbtO₂) in patients with hypertensive intracerebral hemorrhage (HICH) before and after hematoma removal with small bone window and the effect on the prognosis of patients. **Methods** A retrospective analysis was performed on 27 supratentorial HICH patients treated with hematoma removal through small bone window from September 2018 to October 2020. All patients underwent continuous ICP and PbtO₂ monitoring before and 7 days after operation, the goal-directed therapy was implemented according to the monitoring results. After 6 months of followed-up after operation, the patients with Glasgow prognosis score (GOS) more than 3 were classified into good prognosis group ($n=18$), and those with GOS less than or equal to 3 were classified into poor prognosis group ($n=9$). The changes of ICP and PbtO₂ before and after operation were analyzed and compared between two groups. **Results** After treatment, ICP level [(15.80±6.70) mm Hg vs (20.40±5.80) mm Hg, $P<0.01$] decreased significantly, and PbtO₂ level [(22.15±5.25) mm Hg vs (17.43±4.34) mm Hg, $P<0.01$] significantly increased compared with those

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2022.01.002

基金项目: 内蒙古自治区科技计划项目(2019GG051); 内蒙古卫健委资助项目(201701009); 内蒙古科技厅资助项目(201502107)

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

before operation. According to the GOS score at 6 months after operation, the retrospective analysis found that compared with the poor prognosis group, the negative absolute value of the postoperative and preoperative difference of ICP in the good prognosis group was greater ($P<0.01$), suggesting that the ICP decreased more significantly; the positive value of the postoperative and preoperative difference of PbtO₂ in the good prognosis group was greater ($P<0.05$), suggesting that the PbtO₂ increased more significantly. **Conclusion** In HICH patients with removal of intracerebral hematoma through small bone window, continuous monitoring of ICP combined with PbtO₂ can effectively guide the relevant treatment during and after operation, thus promoting the decrease of ICP level and the increase of PbtO₂ level.

Keywords: Hypertensive intracerebral hemorrhage; Intracranial pressure monitoring; Brain tissue oxygen partial pressure monitoring; Goal-directed therapy; Prognose

Fund program: Science and Technology Program of Inner Mongolia Autonomous Region (2019GG051); Project supported by Inner Mongolia Health Commission (201701009); Project supported by Science and Technology Department of Inner Mongolia (201502107)

高血压性脑出血(hypertensive intracerebral hemorrhage, HICH)是临床上最常见的脑出血类型。幕上脑出血超过 30 ml,往往需要外科手术治疗,目前显微镜下或者神经内镜下小骨窗脑内血肿清除术应用较为广泛。脑出血患者由于血肿占位效应,脑水肿,颅内压升高,继发高耗氧量和脑血流不足,可能导致脑缺血缺氧,将正常的代谢转化为厌氧状态。早期发现脑缺血缺氧,对临床治疗和改善预后有重要的指导价值。利用颅内压(intracranial pressure, ICP)监测及脑组织氧分压(brain tissue oxygen partial pressure, PbtO₂)监测技术,可早期快速发现脑缺氧,以便进行 ICP 及 PbtO₂监测目标导向的神经重症治疗。本研究探讨持续 ICP 及 PbtO₂监测目标导向治疗在神经外科重症 HICH 患者中的应用价值。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析 2018 年 9 月至 2020 年 10 月内蒙古自治区人民医院神经外科神经重症病房收治的 27 例幕上 HICH 患者的临床资料,其中男 17 例,女 10 例;年龄 34~78(58.52±18.23)岁;均经头颅 CT 扫描证实为基底节区出血,出血量 30~80(55.85±24.33) ml,术前行 ICP 及 PbtO₂监测探头植入行 ICP 及 PbtO₂监测,手术采用显微镜下或者神经内镜下小骨窗脑内血肿清除术,术后骨瓣均复位,术后持续 ICP 及 PbtO₂监测。入院时格拉斯哥昏迷(GCS)评分 5 分 2 例,6 分 5 例,7 分 9 例,9 分 8 例,9~12 分 3 例,GCS 平均(6.7±3.8)分。纳入标准:(1)有高血压病史和脑出血的临床症状、体征和影像学表现的完整资料;(2)首次因脑出血事件使用 ICP 及 PbtO₂监测;(3)行小骨窗脑内血肿清除术;(4)年龄 14~80 岁;(5)GCS:5~12 分。排除标准:(1)双侧瞳孔散大,固定,GCS 评分<5 分;(2)出血量<30 ml 保守治疗患者

或者出血量>80 ml,脑疝需要行去骨瓣减压术患者;(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;(4)妊娠或者哺乳期患者;(5)外伤、脑动脉瘤、脑血管畸形等原因所致的脑出血。患者家属对手术、治疗及监测均知情,并签署知情同意书。

1.2 手术方法 患者入院进入神经科重症监护室(NICU)后,术前准备过程中,行床旁 ICP 监测及 PbtO₂探头植入监测,监测时间为 1~6 h,患者均行显微镜下或者神经内镜下小骨窗脑内血肿清除术,骨窗直径约 3~4 cm,术后骨瓣均复位,术后 24 h 常规复查头颅 CT,了解血肿清除情况,血肿清除率 90%以上,术后给予 ICP 及 PbtO₂监测下目标导向治疗及 NICU 止血、神经营养、降颅压、控制血压等常规治疗。

1.3 ICP 监测及 PbtO₂监测方法 ICP 监测采用美国 Codman 颅内压监护仪系统,监测探头采用脑室内型和脑实质内型。脑室内型置于侧脑室内,一般穿刺额角体表切口位于额部发际内 2.5 cm 距中线旁 2.5 cm 处;脑实质内型一般置于脑组织内 3 cm。术后监测 7 d。PbtO₂监测采用 LICOX-II 型脑组织氧分压监测系统(德国 GMS 公司),氧分压探针属 Clark 型微电极,PbtO₂监测探头放置于患者血肿边缘(2~3 cm)。监测至术后 7 d。

1.4 ICP 及 PbtO₂监测下目标导向治疗方法

(1)ICP 监测:ICP 主要维持在<20 mm Hg,脑灌注压(CPP)主要维持在>60 mm Hg。ICP 监测导向治疗包括:脑室型 ICP 监测可开放脑脊液外引流;根据 ICP 值调节脱水药物(甘露醇和高渗盐水)的应用;严重 ICP 增高(ICP>40 mm Hg)的患者在脱水治疗后立即行 CT 复查,有手术指征的患者行再次手术治疗,包括血肿清除手术或去骨瓣减压手术。(2)PbtO₂监测:维持 PbtO₂>20 mm Hg,如果患者的

ICP 升高($ICP > 20$ mm Hg)而 $PbtO_2 > 20$ mm Hg,则主要的治疗策略是控制 ICP,包括上述各种方法,如果患者有局部的脑缺氧($PbtO_2 < 20$ mm Hg),但 $ICP < 20$ mm Hg,应及时吸痰,保持气道通畅,提高吸入氧浓度,可采用氧冲击疗法,给予吸入 100% 纯氧 5 min,观察 $PbtO_2$ 。如果 $PbtO_2$ 因提高氧流量而增加,那么在维持 $PbtO_2$ 的同时逐渐减少氧流量。调整呼吸机参数[除了增加吸入氧浓度,还可提高动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$),增加呼气末正压等]提高动脉氧分压,根据中心静脉压(CVP)监测,判断是否有血容量不足,补液治疗;检查血红蛋白或红细胞压积,必要时输血治疗,改善贫血。ICP 及 $PbtO_2$ 监测下其他治疗包括,保持头高 30° 仰卧位,以利脑静脉回流,监测体温,必要时物理降温,强化镇静镇痛,躁动患者使用镇痛镇静剂(右美托咪定,咪唑安定,丙泊酚等),适当过度通气,保持 $PaCO_2$ 为 $30 \sim 35$ mm Hg,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)。

1.5 观察指标 包括观察患者术前术后 ICP 及 $PbtO_2$ 监测值,6 个月后格拉斯哥预后(Glasgow outcome score, GOS)评分。通过电话或门诊随访,出院 6 个月后予 COS 评分评价预后。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 分者为预后良好,归入预后良好组, ≤ 3 分者为预后较差归入预后不良组,比较两组患者术前术后 ICP 及 $PbtO_2$ 变化情况。所有随访由有经验的外科医生进行。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 24.0 统计软件处理数据。计数资料用描述;符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 描述,治疗前后比较采用配对 t 检验;组间比较采用成组 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术前后 ICP 及 $PbtO_2$ 水平的比较 经小骨窗血肿清除术治疗及在 ICP 及 $PbtO_2$ 监测下实施目标导向治疗方法,27 例 HICH 患者术后 ICP 及 $PbtO_2$ 水平显著改善,术前 ICP (20.40 ± 5.80) mm Hg,术后为 (15.80 ± 6.70) mm Hg,术后 ICP 水平较术前明显下降($P < 0.01$);术前 $PbtO_2$ 为 (17.43 ± 4.34) mm Hg,术后 $PbtO_2$ 为 (22.15 ± 5.25) mm Hg,术后 $PbtO_2$ 水平较术前明显上升($P < 0.01$)。见表 1。

2.2 不同预后组术后与术前的 ICP 及 $PbtO_2$ 差值比较 本研究中有 18 例患者术后 6 月 GOS 评分在 3 分以上,归入预后良好组;9 例患者术后 6 月 GOS 评

分在 3 分及以下,归入预后不良组。回顾性分析显示,与预后不良组比较,预后良好组 ICP 的术后与术前差值负值绝对值更大($P < 0.01$),提示 ICP 下降更显著;预后良好组 $PbtO_2$ 的术后与术前差值正值更大($P < 0.05$),提示 $PbtO_2$ 升高更显著。见表 2。

表 1 手术前后 ICP 及 $PbtO_2$ 水平比较 (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of ICP and $PbtO_2$ levels before and after operation (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)					
项目	例数	术前	术后	t 值	P 值
ICP	27	20.40 ± 5.80	15.80 ± 6.70	3.226 1	0.001 9
$PbtO_2$	27	17.43 ± 4.34	22.15 ± 5.25	3.600 6	0.000 7

表 2 不同预后组术后与术前的 ICP 及 $PbtO_2$ 差值比较 (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of postoperative and preoperative differences of ICP and $PbtO_2$ between different prognosis groups (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术后与术前的 ICP 差值	术后与术前的 $PbtO_2$ 差值
预后良好组	18	-6.50 ± 2.20	5.95 ± 3.42
预后不良组	9	-4.20 ± 2.30	3.24 ± 2.33
t 值		3.089 5	2.132 4
P 值		0.003 9	0.041 5

3 讨论

目前神经外科 NICU 采用的多模态监测包括 ICP、脑灌注压(CPP)、 $PbtO_2$ 、脑氧饱和度($rScO_2$)监测以及脑微量透析和脑电监测技术等,有的还采用床边颅脑彩色超声监测^[1],ICP 监测是最基础最主要的一种^[2],其在重度颅脑损伤中的应用较为广泛,已经获得共识。包括美国和中国颅脑创伤救治指南及 ICP 监测专家共识中,均明确推荐用于指导重型颅脑损伤患者的治疗措施^[3-4],是本课题组致力研究的方向^[5],对于 HICH 的患者目前也积极推荐使用^[6-8]。一项评估急性脑出血患者的 ICP 监测的荟萃分析认为,原发性脑出血(ICH)患者颅内高压的发生率和相关死亡率很高,与 ICP 增高相关的变量包括入院时 GCS 评分、中线移位、出血量和脑积水,ICP 监测可以及时发现颅内高压,使脑出血患者获益^[9]。另一项探讨 ICP 监测对 HICH 患者预后的影响研究认为,ICP 监测对患者的临床结果有显著影响,可以改善患者的预后,支持对 GCS 评分为 $3 \sim 12$ 分的 HICH 患者,特别是 GCS 评分为 $9 \sim 12$ 分的患者进行 ICP 监测^[10]。 $PbtO_2$ 监测是一种有创、连续监测的手段,能够实时、准确、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, $PbtO_2$ 下降反映监测区域脑组织缺氧或低灌注,根据检测结果及时采取干预措施改善脑缺氧,有利于减少并发症、改善预后。

PbtO₂被认为是脑缺血缺氧的独立、敏感、直接的预测因子^[11-12]。

关于 ICP 监测联合 PbtO₂监测在脑出血中的应用,目前文献报道相对较少,宋同均等^[13]采用 PbtO₂监测,发现 HICH 中继发脑损伤因素包括高热、高血糖、低血压、低灌注、低氧血症以及电解质紊乱等,可不同程度地直接或间接导致脑微循环损害,影响脑组织的灌注和脑组织氧代谢功能,继而影响预后。国外研究 PbtO₂监测多用于重度颅脑损伤、蛛网膜下腔出血等^[14-16],脑出血的应用较少。本研究对 HICH 患者手术治疗采用显微镜下或神经内镜下小骨窗颅内血肿清除术,血肿清除效果满意,血肿清除率可达到 90%以上;血肿清除后解除了大部分物理占位效应,ICP 明显下降;同时将两种检测联合应用,监测患者术前术后 ICP 及 PbtO₂变化,指导治疗;结果表明,术后 ICP 监测值较术前明显下降,差异有统计学意义。这与国内外研究一致^[17-18]。有学者认为当脑出血患者血肿清除在 80%以上,术后其 ICP 值下降较快,且大部分维持在正常生理范围内^[19]。与传统直视下手术相比,显微镜或内镜下清除血肿,由于清除了大部分的血肿,既可减少血肿对周围脑组织的机械压迫,继而减轻水肿、缺血缺氧和坏死等继发性脑损害,也可减少血肿吸收过程中炎症因子释放引发的继发性化学损伤及其所致脑水肿及脑缺氧,而采用 PbtO₂监测可以发现术前术后 PbtO₂值的变化,直观地反映脑缺氧的改善。本研究发现小骨窗颅内血肿清除术后 PbtO₂较术前显著上升,这与血肿清除及脑水肿缓解后颅内压力下降、脑血流改善等有密切的关系;同时本研究在 ICP 及 PbtO₂的连续监测下,实时指导了目标导向的神经重症治疗:包括脑脊液外引流、药物脱水、必要时再次手术、强化氧疗、补充血容量、改善贫血以及利于脑静脉回流的体位、降温、镇痛等等综合措施的及时调整、完善,进而改善脑出血患者的预后。这与张宁^[20]、杨超锋^[21]研究一致。

本研究存在一定的局限性。首先,仅为一项单中心回顾性研究,样本量比较小,今后仍需要更大规模、多中心的随机对照研究继续探讨。其次,ICP 及 PbtO₂监测都是有创性监测,有一定的副损伤,另外其价格相对昂贵,临床应用有一定的局限性。对神经重症脑出血患者的多模态监测是今后发展的趋势,多模式监测指导下的治疗可以改善疗效^[22-23]。多模态监测可以全面评估脑组织的能量代谢和氧代谢,确保脑组织的代谢平衡,也是今后研究发展和指导临床治疗的方向^[24-25]。笔者体会,ICP 监测联合 PbtO₂监测可

以作为脑出血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] 嵇明,朱建,颜秀侠,等.颅脑彩超在去骨瓣减压术后高血压脑出血患者中的应用研究[J].中华全科医学,2020,18(2):224-228. Zhuo M, Zhu J, Yang XX, et al. Application of color Doppler ultrasound in patients with hypertensive intracerebral hemorrhage after decompressive craniectomy[J]. Chinese Journal of General Practice, 2020, 18(2): 224-228.
- [2] 李毓,王丽杰.视神经鞘直径与神经重症颅内压监测的研究进展[J].中国临床研究,2021,34(9):1257-1260. Li Y, Wang LJ. Research progress on the diameter of optic nerve sheath and intracranial pressure monitoring of severe neuropathy[J]. Chin J Clin Res, 2021, 34(9): 1257-1260.
- [3] Bratton SI, Chesnut RM, Ghajar J, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VI. Indications for intracranial pressure monitoring[J]. J Neurotrauma, 2007, 24 Suppl 1: S37-S44.
- [4] 中国医师协会神经外科医师分会,中国神经创伤专家委员会.中国颅脑创伤颅内压监测专家共识[J].中华神经外科杂志,2011,27(10):1073-1074. Neurosurgeon branch of Chinese Medical Association, Chinese Expert Committee on neurological trauma. Consensus of Chinese experts on intracranial pressure monitoring of craniocerebral trauma[J]. Chin J Neurosurg, 2011, 27(10): 1073-1074.
- [5] 王忠,张瑞剑,韩志桐,等.持续颅内压监测在重度颅脑损伤及脑出血合并脑疝患者标准大骨瓣减压术及显微血肿清除术后的应用[J].中国医药导报,2020,17(5):75-78,82. Wang Z, Zhang RJ, Han ZT, et al. Application of continuous intracranial pressure monitoring after standard decompression and microhematoma removal in patients with severe craniocerebral injury and cerebral hemorrhage complicated with cerebral hernia[J]. China Medical Herald, 2020, 17(5): 75-78, 82.
- [6] 中华医学会神经病学分会神经重症协作组,中国医师协会神经内科医师分会神经重症专业委员会.难治性颅内压增高的监测与治疗中国专家共识[J].中华医学杂志,2018,98(45):3643-3652. Neurocritical care cooperation group of Neurology branch of Chinese Medical Association, neurocritical care professional committee of Neurology branch of Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on the monitoring and treatment of refractory intracranial hypertension[J]. Natl Med J China, 2018, 98(45): 3643-3652.
- [7] Hemphill JC 3rd, Greenberg SM, Anderson CS, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association[J]. Stroke, 2015, 46(7): 2032-2060.
- [8] Che XR, Wang YJ, Zheng HY. Prognostic value of intracranial pressure monitoring for the management of hypertensive intracerebral hemorrhage following minimally invasive surgery[J]. World Journal of Emergency Medicine, 2020, 11(3): 169-173.

- [9] Godoy DA, Núñez-Patiño RA, Zorrilla-Vaca A, et al. Intracranial hypertension after spontaneous intracerebral hemorrhage: a systematic review and meta-analysis of prevalence and mortality rate[J]. *Neurocrit Care*, 2019, 31(1): 176–187.
- [10] Ren JW, Wu X, Huang JW, et al. Intracranial pressure monitoring-aided management associated with favorable outcomes in patients with hypertension-related spontaneous intracerebral hemorrhage [J]. *Transl Stroke Res*, 2020, 11(6): 1253–1263.
- [11] Hirschi R, Hawryluk GWJ, Nielson JL, et al. Analysis of high-frequency PbtO₂ measures in traumatic brain injury: insights into the treatment threshold[J]. *J Neurosurg*, 2019, 131(4): 1216–1226.
- [12] Patchana T, Wiginton J 4th, Brazdzionis J, et al. Increased brain tissue oxygen monitoring threshold to improve hospital course in traumatic brain injury patients[J]. *Cureus*, 2020, 12(2): e7115.
- [13] 宋同均, 魏建功, 刘裕浩, 等. 高血压脑出血术后二次脑损伤因素与脑组织氧及预后的关系研究[J]. *华西医学*, 2015, 30(1): 35–37.
- Song TJ, Wei JG, Liu YH, et al. Study on the correlation of secondary brain insult with brain tissue oxygen and prognosis in postoperative patients with hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *West China Med J*, 2015, 30(1): 35–37.
- [14] Zeiler FA, Beqiri E, Cabeleira M, et al. Brain tissue oxygen and cerebrovascular reactivity in traumatic brain injury: a collaborative European NeuroTrauma effectiveness research in traumatic brain injury exploratory analysis of insult burden [J]. *J Neurotrauma*, 2020, 37(17): 1854–1863.
- [15] Hosmann A, Schnackenburg P, Rauscher S, et al. Brain Tissue Oxygen Response as Indicator for Cerebral Lactate Levels in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage Patients[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2020 Jul 21. Epub ahead of print.
- [16] Stambolija V, Miklic' Public M, Lozic' M, et al. PbtO₂ monitoring in normobaric hyperoxia targeted therapy in acute subarachnoid hemorrhage[J]. *Surg Neurol Int*, 2018, 9: 46.
- [17] 方有利, 刘万荣, 王辉, 等. 小骨窗开颅血肿清除术联合有创颅内压监测治疗高血压脑出血 34 例分析[J]. *安徽医药*, 2019, 23(6): 1119–1121.
- Fang YL, Liu WR, Wang H, et al. Analysis of 34 cases of hypertensive intracerebral hemorrhage treated by small bone window craniotomy combined with invasive intracranial pressure monitoring [J]. *Anhui Med Pharm J*, 2019, 23(6): 1119–1121.
- [18] 罗克斌. 探讨小骨窗开颅血肿清除术联合有创颅内压监测技术指导高血压脑出血治疗的临床疗效[J]. *中国实用医药*, 2020, 15(34): 32–35.
- Luo KB. Clinical efficacy of small bone window craniotomy and hematoma removal combined with invasive intracranial pressure monitoring technology to guide the treatment of hypertensive cerebral hemorrhage[J]. *China Pract Med*, 2020, 15(34): 32–35.
- [19] Huh J, Yang SY, Huh HY, et al. Compare the intracranial pressure trend after the decompressive craniectomy between massive intracerebral hemorrhagic and major ischemic stroke patients [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2018, 61(1): 42–50.
- [20] 张宁, 张川, 吴骆, 等. 高血压脑出血采用微创锥颅血肿碎吸引流术治疗的效果[J]. *中国继续医学教育*, 2019, 11(9): 95–97.
- Zhang N, Zhang C, Wu L, et al. The effect of minimally invasive conical hematoma aspiration on hypertensive intracerebral hemorrhage [J]. *China Continuing Med Educ*, 2019, 11(9): 95–97.
- [21] 杨超锋. 微创锥颅术联合银杏叶提取物治疗对急性脑出血患者脑氧代谢的影响[J]. *现代医药卫生*, 2020, 36(14): 2246–2248.
- Yang CF. Effect of minimally invasive craniotomy combined with Ginkgo biloba extract on cerebral oxygen metabolism in patients with acute intracerebral hemorrhage[J]. *J Mod Med Heal*, 2020, 36(14): 2246–2248.
- [22] 马骏, 顾志伟, 陈锬峰, 等. 脑组织氧代谢指标在继发性脑损伤中的研究进展[J]. *浙江医学*, 2016, 38(13): 1126–1128.
- Ma J, Gu ZW, Chen EF, et al. Research progress of oxygen metabolism indexes in brain tissue in secondary brain injury [J]. *Zhejiang Med J*, 2016, 38(13): 1126–1128.
- [23] Kirkman MA, Smith M. Supratentorial intracerebral hemorrhage: a review of the underlying pathophysiology and its relevance for multimodality neuromonitoring in neurointensive care [J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2013, 25(3): 228–239.
- [24] Sinha S, Hudgins E, Schuster J, et al. Unraveling the complexities of invasive multimodality neuromonitoring [J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(5): E4.
- [25] Rivera Lara L, Püttgen HA. Multimodality Monitoring in the Neurocritical Care Unit [J]. *Continuum (Minneapolis)*, 2018, 24(6): 1776–1788.

收稿日期: 2021-05-08 修回日期: 2021-06-06 编辑: 石嘉莹