

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.12.014
文章编号: 1005-8982 (2026) 12-0094-07

临床研究·论著

改良去骨瓣减压术治疗重型创伤性 脑损伤的临床疗效研究*

张攀¹, 宫一柯¹, 史保中¹, 赵林海²

[1. 河南科技大学第一附属医院(河南科技大学临床医学院)重症医学外科, 河南 洛阳 471003; 2. 周口市中心医院, 河南 周口 466000]

摘要: **目的** 探讨改良去骨瓣减压术在重型创伤性脑损伤(sTBI)患者中的临床应用效果。**方法** 选取2023年1月—2025年12月于河南科技大学第一附属医院重症医学外科接受治疗的90例sTBI患者, 依据手术方式不同分为试验组(改良去骨瓣减压术)与对照组(常规去骨瓣减压术), 每组45例。比较两组颅内压、脑血流动力学[收缩期最大血流速度(Vs)、双侧颈内动脉搏动指数(PI)、平均血流速度(Vm)]、血清细胞因子[超敏C反应蛋白(hs-CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、白细胞介素-10(IL-10)、血清神经元特异性烯醇化酶(NSE)、S-100钙结合蛋白B(S-100β)]水平、认知功能[简易精神状态(MMSE)评分]、术后并发症、预后[扩展格拉斯哥预后评分]。**结果** 试验组与对照组术前及术后1、3 d颅内压比较, 结果: ①不同时间点的颅内压比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$); ②两组颅内压比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 试验组术后1、3 d颅内压低于对照组; ③两组颅内压变化趋势比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。试验组术后7 d的Vs、Vm均高于对照组, PI、hs-CRP、IL-6、IL-10、NSE、S-100β均低于对照组($P < 0.05$)。两组术后7 d的Vs、Vm均高于术前, PI、hs-CRP、IL-6、IL-10、NSE、S-100β均低于术前($P < 0.05$)。试验组术后2周的瞬时记忆、短时记忆、语言能力、定向力、视觉空间、注意力/计算力评分均高于对照组($P < 0.05$)。试验组术后并发症总发生率低于对照组($P < 0.05$)。试验组术后3个月预后良好率高于对照组($P < 0.05$)。**结论** 在sTBI患者中, 改良去骨瓣减压术可有效缓解颅内压力异常, 并改善脑血流循环及血流动力学状态, 减轻炎症反应, 降低神经损伤相关生物标志物水平, 改善患者认知功能和预后, 并降低术后并发症发生率。

关键词: 重型创伤性脑损伤; 改良去骨瓣减压术; 炎症因子; 扩展格拉斯哥预后评分

中图分类号: R651.1

文献标识码: A

Clinical efficacy of modified decompressive craniectomy in severe traumatic brain injury*

Zhang Pan¹, Gong Yi-ke¹, Shi Bao-zhong¹, Zhao Lin-hai²

[1. Department of Intensive Care Surgery, First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology (College of Clinical Medicine of Henan University of Science and Technology), Luoyang, Henan 471003, China; 2. Zhoukou Central Hospital, Zhoukou, Henan 466000, China]

Abstract: Objective To investigate the clinical efficacy of modified decompressive craniectomy in patients with severe traumatic brain injury. **Methods** A total of 90 patients with severe traumatic brain injury who received treatment in the Department of Critical Care Surgery of the First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology from January 2023 to December 2025 were enrolled. They were divided into an experimental group

收稿日期: 2026-03-13

* 基金项目: 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20232800)

[通信作者] 史保中, E-mail: 15972776445@163.com

(modified decompressive craniectomy) and a control group (conventional decompressive craniectomy) according to the surgical method, with 45 cases in each group. The two groups were compared in terms of intracranial pressure (ICP), cerebral hemodynamics [maximum systolic velocity (Vs), pulsatility index (PI) of bilateral internal carotid arteries, mean flow velocity (Vm)], serum cytokine levels [high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), interleukin-6 (IL-6), interleukin-10 (IL-10), neuron-specific enolase (NSE), S100 calcium-binding protein B (S-100 β)], cognitive function [Mini-Mental State Examination (MMSE) score], postoperative complications, and prognosis [extended Glasgow outcome scale (GOSE) score]. **Results** ICP comparisons between the experimental and control groups before surgery and at 1 and 3 days after surgery showed that there were statistically significant differences in ICP across different time points ($P < 0.05$) and between the two groups ($P < 0.05$), with lower ICP observed in the experimental group at 1 and 3 days after surgery compared with the control group. The trends of ICP changes over time differed significantly between the two groups ($P < 0.05$). At 7 days after surgery, the experimental group showed significantly higher Vs and Vm, and significantly lower PI and hs-CRP, IL-6, IL-10, NSE, and S-100 β levels compared with the control group ($P < 0.05$). At 7 days postoperatively, Vs and Vm were significantly higher, while PI and hs-CRP, IL-6, IL-10, NSE, and S-100 β levels were significantly lower than preoperative values in both groups ($P < 0.05$). At 2 weeks after surgery, scores of instantaneous memory, short-term memory, language ability, orientation, visuospatial function, and attention/calculation were significantly higher in the experimental group than in the control group ($P < 0.05$). The overall incidence of postoperative complications was significantly lower in the experimental group than in the control group ($P < 0.05$). The favorable prognosis rate at 3 months after surgery was significantly higher in the experimental group than in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** In patients with severe traumatic brain injury, modified decompressive craniectomy effectively alleviates intracranial hypertension, improves cerebral blood flow and hemodynamic status, reduces inflammatory responses, decreases levels of neurological injury biomarkers, enhances cognitive function and prognosis, and reduces postoperative complications.

Keywords: severe traumatic brain injury; modified decompressive craniectomy; inflammatory factors; extended Glasgow outcome scale score

重型创伤性脑损伤 (severe traumatic brain injury, sTBI) 是指外力作用所致, 以严重脑实质损害为特征的神经外科常见急危重症, 其高发病率、致残率与病死率给患者及社会带来沉重的负担^[1-2]。临床上, sTBI 的病理生理基础主要表现为颅内压持续升高、脑水肿加重及脑灌注不足, 临床表现为意识障碍、瞳孔改变及神经功能缺损^[3]。

去骨瓣减压术可显著降低颅内压力、改善脑灌注, 并保护神经功能, 从而显著改善 sTBI 患者预后^[4]。传统去骨瓣减压术虽然可以缓解颅内高压, 但术中出血量大, 对脑血流改善有限, 术后炎症反应持续、认知功能恢复不理想^[5]。改良去骨瓣减压术通过优化切口设计、合理规划骨瓣切除范围、加强硬膜与脑组织保护, 实现分阶段脑腔减压, 在降低颅内压、改善脑血流动力学及促进神经功能恢复方面具有潜在优势^[6]。本研究通过比较两种手术方式对 sTBI 的治疗效果, 为临床外科干预提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 1 月—2025 年 12 月于河南科技大学第一附属医院重症医学外科接受治疗的 sTBI 患者 90 例, 依据手术方式不同分为试验组 (改良去骨瓣减压术) 与对照组 (常规去骨瓣减压术), 每组 45 例。试验组男性 32 例, 女性 13 例; 年龄 18 ~ 67 岁, 平均 (42.36 \pm 11.57) 岁; 体质指数 (body mass index, BMI) (23.45 \pm 2.36) kg/m²; 损伤原因中交通事故 25 例, 坠落伤 12 例, 钝器伤 8 例; 硬膜下血肿 21 例, 硬膜外血肿 8 例, 脑挫裂伤伴脑内血肿 12 例, 蛛网膜下腔出血 4 例。对照组男性 30 例, 女性 15 例; 年龄 19 ~ 65 岁, 平均 (41.82 \pm 11.93) 岁; BMI (23.72 \pm 2.41) kg/m²; 损伤原因中交通事故 23 例, 坠落伤 14 例, 钝器伤 8 例; 硬膜下血肿 19 例, 硬膜外血肿 9 例, 脑挫裂伤伴脑内血肿 13 例, 蛛网膜下腔出血 4 例。两组上述基线资料比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会审核批准 (K-2025-B174)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①满足sTBI诊断标准^[7]，影像学提示颅脑损伤；②格拉斯哥昏迷评分<8分；③符合去骨瓣减压术手术指征^[8]：a. 颅内压持续 ≥ 25 mmHg且常规降颅压治疗无效；b. 影像学提示明显脑肿胀或中线移位 ≥ 5 mm；c. 出现脑疝征象或进行性意识恶化；d. 单侧或双侧瞳孔散大、对光反射迟钝或消失。

1.2.2 排除标准 ①伴有严重心脏、肺、肝或肾功能障碍；②既往有脑外伤史或颅脑手术史；③合并神经系统原发性疾病，如癫痫、脑瘤或脑血管畸形；④存在出血性疾病或抗凝治疗史。

1.3 方法

对照组接受标准大骨瓣减压术治疗。患者在全身麻醉下行气管插管并机械通气，取仰卧位，头部固定，术区皮肤常规消毒并铺无菌巾。切口自颧弓上方、耳屏前约10 mm处起，沿弧形延伸至顶骨正中线，根据损伤范围可适当延伸至额部。依次切开皮肤、皮下组织及颅筋膜，充分暴露额颞顶骨瓣区域。沿切口将额颞部皮瓣小心剥离并翻起，顶部骨窗距正中线约25 mm，在额骨颧突后方、额结节下方近正中线及耳前颞底区分别钻孔并连线形成骨瓣并取下，骨窗大小约10 cm \times 12 cm。随后向颞底方向进一步咬除骨质，使骨窗下缘接近颞底水平，以实现颞底减压。切开颞前部硬膜并进行悬吊操作，显露顶叶及中颅窝，清除硬膜下血肿及坏死脑组织并止血，随后行硬膜减张缝合或人工硬膜扩大修补，术中放置引流管，分层缝合切口，术后密切监测颅内压及神经功能变化，预防出血、脑疝及感染等并发症。

试验组接受改良去骨瓣减压术，患者在全身麻醉下行气管插管并机械通气，取仰卧位，术区充分消毒并铺无菌巾。手术切口呈改良T形，起于发际内约1 cm，沿头正中线延伸至顶结节及枕骨粗隆，并向颧弓方向延伸。该切口可显著扩大额颞顶及颞底区域暴露范围，减轻皮瓣牵拉对颞浅动脉及面神经分支的损伤，并为形成低位、大范围骨窗提供良好手术通道。在颞肌转角处进行初步减压，钻孔后清除硬膜外血肿或切开硬膜释放压力。随后在保护颞浅动脉及面神经分支前提下，分离皮瓣并行筋膜下解剖，逆行于骨膜下分离颞

肌，游离骨瓣，顶部骨瓣旁开正中线（约25 mm），形成骨窗。骨窗大小约12 cm \times 15 cm，并向额底及颞底方向充分延伸，较常规术式可提供更大减压空间及更充分的颞底减压效果。在充分骨窗减压基础上，根据脑组织膨出情况采用分阶段控制性减压策略，逐步切开硬膜，依次清除硬膜外及硬膜下血肿、坏死脑组织，并彻底止血。若脑组织张力仍较高，则通过释放脑室及脑池脑脊液进一步降低颅内压，降压过程需平稳，避免一次性减压导致脑组织急性膨出及再灌注损伤。手术完成后行硬膜减张缝合，分层关闭皮下组织及皮肤，并在手术区放置引流管。术后密切监测颅内压、脑血流动力学及神经功能变化，预防颅内出血、脑疝及感染等并发症。

1.4 观察指标

1.4.1 颅内压 于术前及术后1、3 d，使用上海涵飞医疗器械有限公司的NIP-310型无创颅内压监测仪测定两组患者的颅内压，15 min/次，重复3次并取平均值进行分析。

1.4.2 脑血流动力学 于术前、术后7 d，通过血流动力学监护仪（上海朗逸医疗器械有限公司，EV1000A）测定收缩期最大血流速度（peak systolic velocity, Vs）、双侧颈内动脉搏动指数（pulsatility index, PI）、平均血流速度（mean velocity, Vm）。

1.4.3 血清细胞因子水平 于术前、术后7 d，抽取5 mL静脉血，通过酶联免疫吸附试验（enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA）检测超敏C反应蛋白（high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP）、白细胞介素-6（Interleukin-6, IL-6）、白细胞介素-10（Interleukin-10, IL-10）、血清神经元特异性烯醇化酶（neuron-specific enolase, NSE）、S-100钙结合蛋白B（S100 calcium-binding protein B, S-100 β ）水平。ELISA试剂盒均购自上海科培瑞生物科技有限公司，操作严格遵循试剂盒说明书。

1.4.4 认知功能 于术后2周，采用简易精神状态检查量表（mini-mental state examination, MMSE）评分^[9]评估认知功能，涵盖6个维度：瞬时记忆、短期记忆、语言能力、定向力、视觉空间及注意力与计算能力，满分30分，得分越高代表认知功能越好。

1.4.5 术后并发症 记录并比较两组颅内感染、

脑积水、脑膨出、切口疝的发生状况。

1.4.6 预后 随访 3 个月, 通过扩展格拉斯哥预后 (extended Glasgow outcome scale, GOSE) 评分^[10] 评估预后。分为 5 级: I 级表示死亡, II 级表示植物状态, III 级表示重度残疾 (需全天护理, 伴显著躯体及认知障碍), IV 级表示中度残疾, V 级表示恢复良好。预后良好率为 IV 级与 V 级例数之和占总例数的百分比。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验; 计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用独立样本 t 检验或配对 t 检验或重复测量设计的方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术前后颅内压的变化

试验组与对照组术前及术后 1、3 d 颅内压比较, 采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时

间点颅内压比较, 差异有统计学意义 ($F = 151.759$, $P = 0.000$)。②两组颅内压比较, 差异有统计学意义 ($F = 110.544$, $P = 0.000$), 试验组术后 1、3 d 颅内压均低于对照组。③两组颅内压变化趋势比较, 差异有统计学意义 ($F = 17.866$, $P = 0.000$)。见表 1。

表 1 两组不同时间点颅内压比较 ($n = 45$, mmHg, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 d	术后 3 d
试验组	24.91 \pm 2.21	19.76 \pm 1.15	16.29 \pm 1.36
对照组	25.31 \pm 2.08	23.60 \pm 2.86	20.89 \pm 3.91

2.2 两组手术前后脑血流动力学的变化

试验组与对照组术前 V_s 、 V_m 、PI 比较, 经 t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组术后 7 d 的 V_s 、 V_m 、PI 比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 试验组术后 7 d 的 V_s 、 V_m 均高于对照组, PI 低于对照组。术前与术后 7 d 的 V_s 、 V_m 、PI 比较, 经配对 t 检验, 两组术后 7 d 的 V_s 、 V_m 均高于术前, PI 低于术前 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 两组手术前后脑血流动力学比较 ($n = 45$, $\bar{x} \pm s$)

组别	V_s /(cm/s)		V_m /(cm/s)		PI	
	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
试验组	78.51 \pm 5.48	89.46 \pm 5.79 [†]	43.36 \pm 4.34	55.39 \pm 4.61 [†]	0.77 \pm 0.11	0.50 \pm 0.02 [†]
对照组	78.42 \pm 5.43	82.35 \pm 5.66 [†]	43.41 \pm 4.57	50.28 \pm 4.59 [†]	0.78 \pm 0.03	0.66 \pm 0.09 [†]
t 值	0.111	8.331	0.075	7.452	0.832	16.464
P 值	0.912	0.000	0.940	0.000	0.407	0.000

注: [†]与术前比较, $P < 0.05$ 。

2.3 两组手术前后炎症因子水平的变化

试验组与对照组术前 hs-CRP、IL-6、IL-10 水平比较, 经 t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 两组术后 7 d 的 hs-CRP、IL-6、IL-10 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),

试验组术后 7 d 的 hs-CRP、IL-6、IL-10 水平均低于对照组。术前与术后 7 d 的 hs-CRP、IL-6、IL-10 水平比较, 经配对 t 检验, 两组术后 7 d 的 hs-CRP、IL-6、IL-10 水平均低于术前 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 两组手术前后炎症因子水平比较 ($n = 45$, $\bar{x} \pm s$)

组别	hs-CRP/(mg/L)		IL-6/(mg/L)		IL-10/(pg/mL)	
	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
试验组	15.68 \pm 2.95	6.21 \pm 1.06 [†]	30.28 \pm 3.16	13.78 \pm 2.96 [†]	49.01 \pm 4.27	15.77 \pm 2.81 [†]
对照组	15.69 \pm 2.57	11.28 \pm 1.31 [†]	30.71 \pm 3.19	18.63 \pm 3.14 [†]	48.55 \pm 4.29	27.22 \pm 1.69 [†]
t 值	0.017	20.183	0.642	7.540	0.510	23.424
P 值	0.986	0.000	0.522	0.000	0.611	0.000

注: [†]与术前比较, $P < 0.05$ 。

2.4 两组手术前后NSE、S-100 β 水平的变化

试验组与对照组术前NSE、S-100 β 水平比较,经 t 检验,差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 两组术后 7 d 的NSE、S-100 β 水平比较,经 t 检验,差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 试验组术后 7 d 的NSE、S-100 β 水平均低于对照组。术前与术后 7 d 的NSE、S-100 β 水平比较,经配对 t 检验,两组术后 7 d 的NSE、S-100 β 水平均低于术前 ($P<0.05$)。见表 4。

2.5 两组术后2周认知功能比较

试验组与对照组术后 2 周的瞬时记忆、短时记忆、语言能力、定向力、视觉空间、注意力/计算

力各项评分比较,经 t 检验,差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 试验组术后 2 周的瞬时记忆、短时记忆、语言能力、定向力、视觉空间、注意力/计算力评分均高于对照组。见表 5。

表 4 两组手术前后NSE、S-100 β 水平比较 ($n=45, \bar{x} \pm s$)

组别	NSE/(ng/mL)		S-100 β /(μ g/L)	
	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
试验组	24.32 \pm 4.28	16.18 \pm 3.32 [†]	0.93 \pm 0.13	0.24 \pm 0.03 [†]
对照组	24.08 \pm 4.78	19.62 \pm 3.83 [†]	0.96 \pm 0.14	0.52 \pm 0.07 [†]
t 值	0.251	4.553	1.053	24.663
P 值	0.803	0.000	0.295	0.000

注: [†]与术前比较, $P<0.05$ 。

表 5 两组术后2周MMSE各项评分比较 ($n=45$, 分, $\bar{x} \pm s$)

组别	瞬时记忆	短时记忆	语言能力	定向力	视觉空间	注意力/计算力
试验组	5.01 \pm 1.05	1.97 \pm 0.16	5.68 \pm 1.36	5.08 \pm 1.23	4.92 \pm 1.27	4.90 \pm 1.26
对照组	3.30 \pm 1.03	1.38 \pm 0.13	4.47 \pm 1.43	4.50 \pm 1.11	3.54 \pm 1.13	3.47 \pm 1.10
t 值	7.799	19.198	4.113	2.348	5.446	5.735
P 值	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000

2.6 两组术后并发症比较

试验组与对照组术后并发症总发生率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义 ($\chi^2=4.939$, $P=0.026$), 试验组术后并发症总发生率低于对照组。见表 6。

2.7 两组预后状况比较

试验组与对照组术后 3 个月预后良好率比较,

表 6 两组术后并发症比较 [$n=45$, 例(%)]

组别	颅内感染	脑积水	脑膨出	切口疝	合计
试验组	1(2.22)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(2.22)
对照组	2(4.44)	2(4.44)	2(4.44)	1(2.22)	7(15.56)

经 χ^2 检验,差异有统计学意义 ($\chi^2=11.52$, $P=0.001$), 试验组预后良好率高于对照组。见表 7。

表 7 两组GOSE评分比较 [$n=45$, 例(%)]

组别	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	预后良好
试验组	2(4.44)	3(6.67)	12(26.67)	15(33.33)	13(28.89)	28(62.22)
对照组	8(17.78)	12(26.67)	13(28.89)	4(8.89)	8(17.78)	12(26.67)

3 讨论

sTBI 表现为意识障碍、神经功能缺损或昏迷,严重者可伴随颅内压升高及脑水肿,其病死率和致残率高,给患者及社会造成沉重负担^[11-13]。临床干预措施主要包括药物降颅压、神经保护治疗及外科减压手术等,其中去骨瓣减压术可降低颅内压,改善脑血流和脑灌注,从而改善 sTBI 患者预后^[14-17]。近年来,临床研究和影像学研究成果显

示,传统去骨瓣减压术虽然能够缓解颅内高压,但仍存在术中出血量大、脑血流改善有限、炎症反应持续及认知功能恢复不理想等问题^[18-20]。针对这些不足,改良去骨瓣减压术在手术切口设计、骨瓣切除范围、硬膜保护及脑腔减压操作方面进行了优化,使脑组织膨出得到充分缓解,颅内压力得到有效的控制,同时降低术中出血风险和术后并发症^[21-24]。本研究通过系统性观察改良去骨瓣减压术对颅内压、脑血流动力学、炎症因子、神

经损伤标志物、认知功能及预后状况的影响, 揭示了该术式在保护脑功能和改善患者临床结局方面的潜在优势, 为 sTBI 的外科干预提供了科学依据。

本研究结果表明, 试验组术后 1、3 d, 颅内压较对照组降低, 说明改良术式通过扩大减压范围并实施分阶段减压策略, 能够有效缓解颅腔内容积压力失衡。传统一次性快速减压易造成脑组织骤然移位及再灌注损伤, 而分层减压逐步释放颅内压力, 可降低脑组织剪切应力和血管牵拉程度, 从而维持相对稳定的颅内环境。骨窗范围的优化设计进一步增强了减压效果, 尤其在颞底区域充分去除骨质, 使中颅窝及颞叶获得更彻底的空间释放, 减少局部压力集中。试验组术后 7 d 的 V_s 、 V_m 均升高, PI 降低, 提示脑血流灌注增加且血管阻力下降。改良术式通过扩大骨窗及强化颅底减压, 减轻脑组织受压程度, 改善脑微循环灌注; 同时, 分层减压避免了血流骤然恢复所致的血管反应异常, 有利于维持脑血流动力学稳定。 PI 下降反映血管顺应性得到改善, 脑血管处于相对低阻状态, 有助于提高氧供和代谢水平。试验组 $hs-CRP$ 、 $IL-6$ 及 $IL-10$ 水平均低于对照组, 表明改良术式对继发性炎症反应具有抑制作用。颅内压持续升高及脑组织缺血缺氧可诱导炎症级联反应, 而充分减压可改善组织血流灌注并减少细胞损伤, 从而减少炎性介质释放。分层减压减轻了脑组织再灌注损伤, 减少血脑屏障被破坏, 进一步限制了炎症反应扩散。 $IL-10$ 作为抗炎因子, 其水平下降提示整体炎症负荷降低, 而非单纯免疫激活增强。谢勇等^[25]研究指出, 改良去骨瓣减压术可改善机体的炎症因子水平。试验组术后 7 d 的 NSE 、 $S-100\beta$ 水平明显低于对照组, 提示改良去骨瓣减压术对神经元和胶质细胞的保护作用更强。改良术式能够充分降低颅内压、改善脑血流灌注, 与减轻硬膜及皮质拉伸损伤相关, 从而减少细胞凋亡和膜通透性异常, 且减少神经损伤因子释放, 从而发挥保护神经作用。王明国等^[26]研究表明, 改良去骨瓣减压术可改善 NSE 、 $S-100\beta$ 水平。试验组术后 2 周 $MMSE$ 评分高于对照组, 提示改良去骨瓣减压术患者的早期神经功能恢复更显著。试验组术后并发症总发生率显著低于对照组, 尤其在脑

积水、脑膨出及切口疝方面表现更为突出。改良术式通过扩大骨窗并优化切口设计, 降低局部张力集中, 减少脑组织外凸风险; 分层减压避免急剧压力变化, 降低血管破裂及继发性出血风险, 同时规范硬膜减张缝合与人工硬膜修补, 改善脑脊液循环环境, 从而降低脑积水发生率。术后 3 个月的 $GOSE$ 评估显示, 试验组预后良好率高于对照组, 表明改良术式在短期功能恢复方面具有优势。颅内压控制、脑血流改善及炎症反应抑制共同作用, 减少继发性脑损伤进展, 促进神经功能恢复。

总之, 改良去骨瓣减压术在创伤性脑损伤患者中, 能够有效地降低颅内压, 改善脑血流动力学, 减轻炎症反应, 降低神经损伤标志物水平及术后并发症, 改善患者认知功能及预后。但本研究样本量较小、单中心设计且随访时间较短, 结果的稳定性及外推性不足, 仍需进一步扩大样本量、进行多中心及长期随访研究加以验证。

参 考 文 献 :

- [1] 巴吐鲁呼, 吕全兰, 阿木吉尔图, 等. 重型创伤性脑损伤患者经颅多普勒超声参数与神经损伤及预后的关系[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2026, 30(2): 96-101.
- [2] 池彬, 侯鹏伟, 陈力, 等. 重型创伤性脑损伤患者预后不良的影响因素分析[J]. 中华神经医学杂志, 2024, 23(6): 592-597.
- [3] 崔阳, 郑里强, 杨晶, 等. 高压氧治疗重型创伤性脑损伤作用机制的研究进展[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2025, 32(5): 445-449.
- [4] 何星河, 曹轲, 陈大瑜, 等. ICP 相关参数对大面积脑梗死去骨瓣减压术患者预后的预测价值[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2026, 20(1): 64-69.
- [5] 王杨灵犀, 周维多, 陈鹏, 等. 创伤性脑损伤患者去骨瓣减压术后 II 型呼吸衰竭与顽固性对侧硬膜下积液的多因素研究[J]. 创伤外科杂志, 2025, 27(8): 618-625.
- [6] 唐逸人, 张巍, 黄永锋. 改良去骨瓣减压术对重型颅脑损伤患者脑血流及脑氧代谢的影响[J]. 中国医学创新, 2024, 21(27): 58-61.
- [7] CARNEY N, TOTTEN A M, O'REILLY C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition[J]. Neurosurgery, 2017, 80(1): 6-15.
- [8] 中华神经外科学会神经创伤专业组. 颅脑创伤去骨瓣减压术中国专家共识[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2015(2): 6-8.
- [9] 贾振岭, 徐冬静, 李佳, 等. 颅脑外伤患者去骨瓣减压术后短期内新发出血多指标联合预警模型的构建与验证[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2025, 28(3): 284-288.
- [10] WILSON L, BOASE K, NELSON L D, et al. A manual for the Glasgow outcome scale-extended interview[J]. J Neurotrauma, 2021, 38(17): 2435-2446.

- [11] 周志远, 赵瑞雅. 脑室腹腔分流术联合去骨瓣减压颅骨修补对颅脑外伤患者生存情况影响的临床研究[J]. 贵州医药, 2021, 45(3): 384-385.
- [12] 刘海巍, 王良卫, 陶胜忠, 等. 外周血单个核细胞 TLR4、NF- κ B 表达与颅脑外伤患者病情严重程度及短期预后的关系[J]. 中华实验外科杂志, 2025, 42(10): 2079-2083.
- [13] 韦勇, 曾海涓, 利荣乔, 等. 脑脊液微小 RNA-22 和降钙素原对颅脑外伤患者继发颅内细菌感染的预测价值研究[J]. 中国医药, 2025, 20(2): 206-210.
- [14] 汪亮, 杨代明, 徐兵, 等. 院前急救对颅脑外伤手术患者临床预后的影响[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2025, 20(6): 750-753.
- [15] 官测林, 郑锦亮, 陈涛, 等. 基于决策树及 Logistic 回归分析预测颅脑外伤手术患者术后病情恶化风险[J]. 临床神经外科杂志, 2025, 22(5): 553-558.
- [16] 伊书锋, 韩秀青, 杨兴菊. 早期肠内营养对重型颅脑外伤患者营养指标、免疫功能及炎症因子的影响[J]. 广东医学, 2025, 46(11): 1729-1734.
- [17] 颜丙萍, 刘莉. 颅脑外伤患者血清 S100- β 、和肽素水平变化及其与预后相关性研究[J]. 陕西医学杂志, 2025, 54(2): 217-221.
- [18] 姑丽扎尔努尔·艾尔肯, 巴哈尔古丽·布代西, 吕媛. 颅脑外伤术后颅内感染的危险因素及脑脊液 IL-17 PCT 与 NYP 的诊断价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2025, 28(11): 1411-1415.
- [19] 李锴, 卢丹, 王常伟, 等. 颅脑外伤患者术后恢复期心理状态调查及其影响因素[J]. 国际精神病学杂志, 2024, 51(2): 505-508.
- [20] 吕光淘, 张晓强, 黄小龙, 等. 颅脑外伤患者改良大骨瓣开颅手术后脑血流变化规律及其与患者预后的关系[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2025, 20(2): 242-247.
- [21] 周立, 王翊飞, 柳健, 等. 重症对冲性颅脑外伤患者采用改良手术与传统标准手术方案的效果及预后对比[J]. 中国医师杂志, 2022, 24(6): 939-941.
- [22] 王东, 张金峰, 屈浙, 等. 动态颅内压监测下阶梯式减压策略在外伤性颅脑损伤去骨瓣减压术中的效果[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2023, 26(7): 853-859.
- [23] 梁雷雨, 马年斌, 颜彬彬. 改良去骨瓣减压术治疗重型创伤性脑损伤的临床疗效研究[J]. 浙江创伤外科, 2024, 29(8): 1480-1482.
- [24] 刘福增, 殷尚炯, 王鹏, 等. 改良 T 形切口大骨瓣减压术后颅骨成形术 31 例[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(8): 631-632.
- [25] 谢勇, 高亚飞. 改良去骨瓣减压术治疗重型创伤性脑损伤疗效观察[J]. 海南医学, 2023, 34(9): 1255-1259.
- [26] 王明国, 党帅, 闫禹. 改良去骨瓣减压术处理创伤性脑损伤的有效性和安全性及对炎症介质水平与预后的影响[J]. 解放军医学杂志, 2023, 48(11): 1338-1343.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 张攀, 宫一柯, 史保中, 等. 改良去骨瓣减压术治疗重型创伤性脑损伤的临床疗效研究[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(12): 94-100.

Cite this article as: ZHANG P, GONG Y K, SHI B Z, et al. Clinical efficacy of modified decompressive craniectomy in severe traumatic brain injury[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(12): 94-100.