

双侧去骨瓣减压术对重度创伤性脑损伤患者预后的影响

潘立, 茆翔, 程宏伟*

安徽医科大学第一附属医院神经外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2022年10月25日; 录用日期: 2022年11月22日; 发布日期: 2022年11月29日

摘要

背景: 在这项研究中, 我们回顾性研究了双侧去骨瓣减压术(Bilateral decompressive craniectomy, BDC)在治疗重度创伤性脑损伤(Traumatic brain injury, TBI)后弥漫性脑肿胀患者的结果。方法: 我们收集了2006年9月至2019年5月期间3151名入院接受治疗的重度TBI患者的数据, 共确定了33名患者, 并评估了他们创伤后6个月的GOS评分。结果: 15名患者(45.45%)预后尚可(GOS, 4~5), 其中包括9名患者(27.27%)中度功能缺陷, 6名患者(18.18%)恢复良好。有14名患者(42.42%)预后不良(GOS, 2~3), 包括3名植物状态(9.09%)和11名重度功能缺陷(33.33%)。4名患者死亡(12.12%), 其中2人死于难以控制的颅内压增高, 1人死于多器官衰竭, 1人死于严重感染。重度TBI患者BDC术后最常见的并发症是硬膜下积液(7例, 21.21%), 一般发生在术后10~16天。3名患者(9.09%)出现迟发性颅内血肿。2名(6.06%)患者出现脑积水(一名发生在术后1.5个月, 另一名在术后2个月)并接受了V-P分流手术。3例患者发生外伤后癫痫(9.09%)。我们的病例中没有颅内感染和脑脊液漏。结论: 使用BDC是一种快速有效的方法, 可以降低恶性弥漫性脑肿胀引起的难治性颅内压(Intracranial Pressure, ICP)增高, 改善预后。手术时机是影响预后的重要因素, 因此应尽早进行手术。

关键词

双侧去骨瓣减压术, 重度创伤性脑损伤, 预后, 外科手术

Effect of Bilateral Decompressive Craniectomy on Prognosis of Patients with Severe Traumatic Brain Injury

Li Pan, Xiang Mao, Hongwei Cheng*

Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: Oct. 25th, 2022; accepted: Nov. 22nd, 2022; published: Nov. 29th, 2022

*通讯作者。

Abstract

Background: In this study, we retrospectively analyzed the outcome of bilateral decompressive craniectomy in the management of patients with malignant diffuse brain swelling after severe traumatic brain injury from a single neurotrauma center. **Methods:** We collected data from 33 patients during the time period from September, 2006 to May, 2019. A total of 3151 patients who were admitted into our departments and treated for TBI were identified. Six months after trauma, the GOS scores were evaluated. **Results:** Favorable outcomes (GOS, 4~5) occurred in 15 patients (45.45%), including 9 patients (27.27%) with moderate deficits and 6 patients (18.18%) with good recovery. However, unfavorable outcomes (GOS, 2~3) were observed in 14 patients (42.42%), including 3 patients (9.09%) with a vegetative state and 11 patients (33.33%) with severe deficits. Four patients died (12.12%), of which 2 died from uncontrolled ICP, 1 died from multiple organ failure, and 1 died severe infection. The most common complications of severe TBI after BDC were subdural effusion (7 patients, 21.21%) which occurred during 10~16 days after surgery and these patients received lumbar cerebrospinal fluid drainage. Three patients (9.09%) developed a delayed intracranial hematoma. Two (6.06%) patients developed hydrocephalus (one happened 1.5 months post-operation; the other one was diagnosed 2 months post-operation) and received a V-P shunt. Post-traumatic epilepsy occurred in three patients (9.09%). There was no intracranial infection and CSF fistula in our cases. **Conclusions:** It is a fast and effective method to reduce ICP and improve the prognosis caused by refractory diffuse brain swelling by using BDC. Timing of surgery is a significant factor affecting the prognosis, so it should be performed as early as possible.

Keywords

Bilateral Decompressive Craniectomy, Traumatic Brain Injury, Outcomes, Surgical Procedure

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

创伤性脑损伤(Traumatic brain injury, TBI)是一个十分常见而又重要的公共卫生问题,有着不容忽视的发病率和死亡率[1]。在中国,80%以上的重度脑外伤与交通事故有关。难治性颅内压增高和恶性弥漫性脑肿胀是指通过积极药物治疗也难以缓解的进行性、弥漫性脑水肿,出现这种并发症的患者往往预后不佳。100多年来,去骨瓣减压术(Decompressive craniectomy, DC)一直被认为是治疗难治性颅内高压和恶性弥漫性脑肿胀的一种外科手术,DC的目的是通过去除部分的颅骨为肿胀的脑组织提供额外的空间。目前主要的手术方式包括单侧去骨瓣减压术(Unilateral decompressive craniectomy, UDC)和双侧去骨瓣减压术(Bilateral decompressive craniectomy, BDC) [2]。然而,关于手术方式是否真的影响预后现在仍存在争议 [3]。本研究的目的是回顾性研究双额叶去骨瓣减压术(BDC)在单个神经外科中心治疗严重脑外伤后恶性弥漫性脑肿胀患者的效果。

2. 材料和方法

2.1. 患者数据

我们回顾性收集了2006年9月至2019年5月期间有脑外伤史的数据,纳入标准为:1) 格拉

斯哥昏迷量表(Glasgow Coma Scale, GCS)的评分为3~8分; 2) 年龄在30至50岁之间; 3) CT扫描显示双侧弥漫性脑肿胀(或即将发生难治性颅内压增高); 4) 创伤后2小时内到达医院。

排除标准为: 1) 既往有任何致残性神经疾病; 2) 有去骨瓣手术史; 3) 有脊髓损伤; 4) 头部穿透伤; 5) 酒精中毒; 6) 创伤后12小时内死亡; 7) 无ICP监测。这项研究获得了首都医科大学伦理委员会的批准。BDC的适应症包括: 1) 瞳孔大小 $>4\text{ mm}$, 伴有瞳孔对光反射迟钝或消失; 2) 保守治疗无效; 3) 血压和呼吸难以控制。

2.2. 内科和外科治疗

根据AANS重度脑外伤管理指南(美国神经外科医生协会, 1996年), 重度脑外伤患者的治疗目标是: 1) 控制ICP; 2) 维持脑循环, 包括使用甘露醇(在随后的8小时内平均接受量为250 mL 20%甘露醇)。手术应用的是一种标准化的手术方法, 以Liu等人[4]的技术为基础。对于BDC, 手术从冠状缝开始, 到两侧翼点再到颞弓。然后打开硬脑膜(切口像“X”, 看起来像鱼口), 结扎矢状窦并向前切开。硬脑膜开口的大小接近骨窗。双侧颅骨切除术覆盖面积近 $10\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ 。取下骨瓣(图1)。存活患者在BDC后3~6个月进行颅骨修补术(图1)。

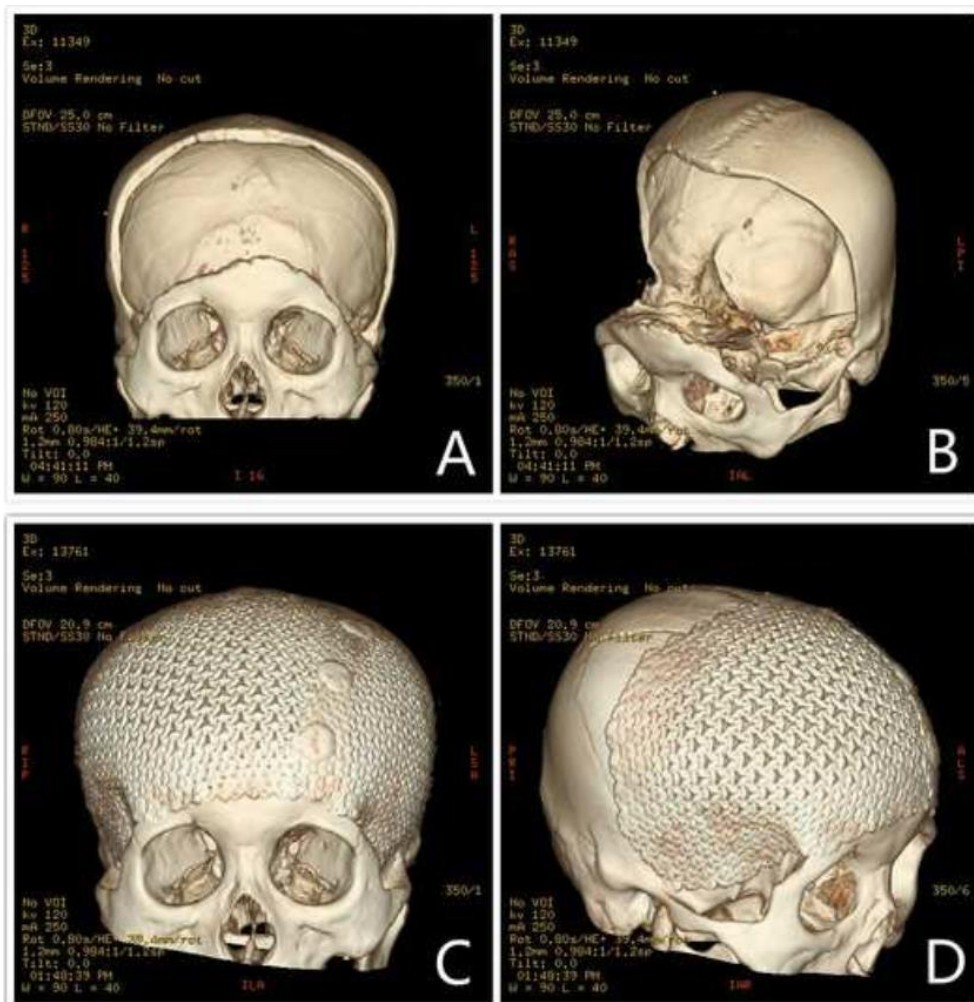


Figure 1. 3D Reconstruction after Bilateral decompressive craniectomy (A, B) and Cranioplasty (C, D)
图 1. 双额去骨瓣减压术后三维重建(A, B)以及颅骨修补术后三维重建(C, D)

2.3. 预后评估

随访患者在 TBI 后 6 个月的预后情况。格拉斯哥预后量表(Glasgow Outcome Scale, GOS)用于评估神经功能: 1 分 = 死亡; 2 分 = 植物状态; 3 分 = 重度功能缺陷; 4 分 = 中度功能缺陷; 5 分 = 轻度功能缺陷或无残疾[5]。GOS 评分为 4 分或 5 分的患者预后尚可。

2.4. 统计分析

研究中仅使用描述性数据, 术前和术后 ICP 以平均值±标准差(Standard deviation, SD)表示, 并使用 SPSS 19.0 软件(SPSS Inc., 伊利诺伊州芝加哥)进行 t 检验以验证数据。P < 0.05 则具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 入选患者

在 2006 年 9 月至 2019 年 5 月期间, 共有 3151 名患者因脑外伤入院接受治疗。我们收集了 33 名符合入选标准的患者的数据。

3.2. 患者特征

患者的临床特征如表 1 所示。交通事故占 TBI 的大多数原因(54.5%)。平均年龄为 36.2 ± 12.4 岁, 平均 GCS 为 5.7 ± 1.6 。入院后平均 ICP 值为 35.5 ± 5.9 mmHg。进行 DC 手术后, 平均 ICP 值显著下降, 为 19.1 ± 4.3 mmHg。

Table 1. Clinical data of 33 patients

表 1. 33 名患者的临床数据

变量	数值
年龄	36.2 ± 12.4
男性	17
创伤原因	
车祸	18
高处坠落	9
其他	6
GCS 评分	
GCS3~5 分	12
GCS6~8 分	21
瞳孔直径与对光反射	
正常	25
单侧散大	5
双侧散大	3
从入院到实施 BDC 手术的时间	
<48 小时	19
3~7 天	14

3.3. 临床预后

评估患者创伤后 6 个月时的 GOS 评分(表 2)。15 名患者(45.45%)预后尚可(GOS, 4~5 分), 其中包括 9 名患者(27.27%)中度功能缺陷(GOS, 4 分), 6 名患者(18.18%)恢复良好(GOS, 5 分)。有 14 名患者(42.42%)预后不良(GOS, 2~3 分), 包括 3 名(9.09%)患者处于植物状态(GOS, 2 分), 11 名(33.33%)患者重度功能缺陷(GOS, 3 分)。4 名(12.12%)患者死亡(GOS, 1 分), 其中 2 人死于难以控制的颅内压增高, 1 人死于多器官衰竭, 1 人死于严重感染。

Table 2. Prognosis of 33 patients

表 2. 33 名患者的预后

预后(GOS 评分)	
GOS 评分 5 分	6
GOS 评分 4 分	9
GOS 评分 3 分	11
GOS 评分 2 分	3
GOS 评分 1 分	4

3.4. BDC 相关并发症

患者 BDC 术后的并发症如表 3 所示, 患者 BDC 术后最常见的并发症是硬膜下积液(7 例, 21.21%), 一般发生在术后 10~16 天。3 名患者(9.09%)出现迟发性颅内血肿。2 名(6.06%)患者出现脑积水(一名发生在术后 1.5 个月, 另一名在术后 2 个月)并接受了 V-P 分流手术。3 例患者发生外伤后癫痫(9.09%)。我们的病例中没有颅内感染和脑脊液漏。

4. 讨论

本研究的目的是回顾性分析 BDC 对严重 TBI 患者预后的影响。BDC 作为治疗难治性弥漫性颅内高压患者的常规外科手术方法[2], 在不同的报道中 BDC 对患者预后的影响差别很大, 接受 BDC 的患者预后良好者为 7%至 70%, 死亡率为 13.5%至 90%。我们的数据显示, BDC 可以快速降低 ICP, 并且结果显示 45.45%的患者预后良好(GOS 4~5 分), 42.42%的患者处于植物状态或重度功能缺陷(GOS 2~3 分), 12.12%的患者死亡。

脑外伤后顽固性脑肿胀是一个临床难题, 目前尚无统一的标准定义。不少学者称之为难治性脑水肿, 即 TBI 后未手术切除颅内出血或脑挫伤, 但持续性脑肿胀, 临床表现为颅内压持续性升高, 影像学显示双侧侧脑室明显受压缩小, 并且第三和第四脑室和环池侧狭窄或闭塞, 这些患者的 ICP 往往无法通过常规药物治疗来降低。降低 ICP 的常规治疗包括镇静、改变头部位置、过度换气、脱水、利尿等。当常规降压治疗无效时, 常用的治疗手段还有去骨瓣减压术、亚低温疗法和苯巴比妥药物治疗等治疗方法[6] [7] [8] [9]。

Koncher 等人在 1901 年首次报道了去骨瓣减压术用于降低脑损伤后的 ICP。Kjellberg 和 Parieto 在 1971 年报道了双侧额部去骨瓣减压术的细节。双侧额部去骨瓣减压术有很多好处, 比如可以快速降低 ICP [10]。BDC 提供了额外的空间, 允许大脑半球向前和向上扩张, 而不是横向移动脑组织并压迫中脑, 从而避免了大脑镰下疝的发生。此外, 术中更容易探索大脑半球挫伤和颅内血肿[8] [11]。然而, BDC 的手术时机、手术入路、手术结果, 尤其是是否保留骨桥等方面仍存在争议。我们回顾了文献, 并在表 4 中进行了总结。我们的研究表明, 没有骨桥的 BDC 可以充分降低 ICP, 且不会增加并发症的风险。我们建议切除双侧额骨, 骨桥则不予以保留, 这可以充分降低 ICP。虽然保留在中线的骨桥更容易做颅骨成形术, 但通常不能完全减压。根据我们的经验, 如果保留骨桥, 在脑水肿的高峰期容易出现嵌顿现象。

Table 3. Complications of 33 patients
表 3. 33 名患者的并发症

并发症	
硬膜下积液	7
颅内出血	3
脑积水	2
脑外伤后继发性癫痫	3

Table 4. Literature review of bilateral decompressive craniectomy
表 4. 双侧去骨瓣减压术的文献综述

文献	病人数量	GCS 评分		是否保留骨桥	预后 GOS 评分			并发症		
		3~8	9~13		良好	较差	死亡	脑积水	颅内感染	癫痫发作
Reithmeier 等, 2005	1			无数据	1					
Elwatidy, 2005	1			无数据	1					
Whitfield 等, 2001	26	18	8	无数据	18	2	6			
Pollin 等, 1997	35			无数据	13	14	8			
Bao 等, 2010	33			是				7		4
Collins 等, 1975	13			否	3	6	4	4		2
Elwatidy, 2009	5	5		否	3	2		2	3	
Kjellberg 等, 1971	73			否						
Whitfield, 1995	1			是						

Kjellberg 和 Prieto [11] 报告了 1962 年至 1973 年间, 73 例患者接受了 BDC 手术, 所有患者均结扎了上矢状窦并切除了大脑镰。尽管当时没有 ICP 监测设备, 但术后 ICP 得到缓解, 18% 的患者存活, 非穿透性创伤组的存活率更高, 高达 22%。李欢[12]等人在 2013 年报道了 14 例接受 BDC 的患者与 11 例保守治疗的患者的一项对照研究, 结果表明双额大骨瓣减压组的颅内压从入院时的(35.8 ± 6.8) mmHg 降低为(17.6 ± 5.7) mm Hg (P < 0.05), 保守治疗组入院时的颅内压为(33.2 ± 5.6) mm Hg, 经保守治疗后颅内压降低为(30.2 ± 4.9) mm Hg (P > 0.05), 两组相比差异有统计学意义(P < 0.05), 双额大瓣减压组预后较好有 6 例(GOS 4~5 分), 预后较差有 8 例(GOS 1~3 分); 保守治疗组预后较好有 2 例(GOS 4~5 分), 预后较差有 9 例(GOS 1~3 分)。这提示 BDC 与保守治疗相比可以改善 TBI 患者的预后。然而, Cooper [7] 等人在 2011 年的一项随机对照试验, 将 155 名患有重度 TBI 合并难治性颅内压增高的患者随机分为 2 组, 一组接受 BDC 手术治疗, 另一组予以药物保守治疗, 伤后 6 个月的 GOS 评分却表明手术组 51 名(70%)患者出现预后不良, 保守治疗组 42 名(51%)患者出现预后不良, 提示对重度 TBI 合并难治性颅内压增高的患者早期应用 BDC 可以降低颅内压和 ICU 住院时间, 但是往往会带来更加不利的远期预后。

我们的研究结果要乐观得多。术后 ICP 迅速下降, 较好的预后率达 42.8%。手术时机可能是一个重要原因, 入院后平均手术时间为 10.1 ± 5.3 h。Josan [13] 报道称, BDC 在入院后 7 小时左右进行手术之前, 预后良好。预后与手术时机有关[14], 因此我们应尽早进行去骨瓣减压术。ICP 约为 20 mmHg 是可接受的上限, ICP 不应高于此最大值。如果 ICP 在一小时内持续 20 分钟高于 20 mmHg, 且常规治疗无效, 我们应选择进行去骨瓣减压术[15]。如果 ICP 超过 40 mmHg, 即使时间很短, 也会造成不可逆的脑损伤。

关于手术时间点, 没有统一的标准。一项随机对照研究表明, 在 TBI 后 24 小时内操作 DC 是更好的选择 [14]。

BDC 的常见并发症是硬膜下积液、脑积水、脑膨出、脑脊液泄漏、颅内感染、“皮瓣凹陷综合征”等 [3] [6] [16]。硬膜下积液是最常见的并发症, 平均时间为术后 12.5 天 [17]。在我们的研究中, 两名患者分别发生在术后 10 天和 16 天。其机制可能与 TBI 后的蛛网膜撕裂有关, 脑脊液因蛛网膜撕裂无法正常回流, 也可能与硬脑膜缝合不精准有关。一般来说, 保守治疗对硬膜下积液是有用的, 如果吸收缓慢, 必要时需使用腰大池持续引流甚至外科手术治疗。脑积水是第二常见的并发症, 它与血液渗入蛛网膜下腔引起的脑脊液循环障碍有关。尽早进行颅骨修补术可能会减少去骨瓣减压术后脑积水的发生。本研究中一名患者出现脑积水, 患者在 V-P 分流后最终康复。本研究中未出现脑膨出、脑脊液渗漏和颅内感染。脑疝通常与硬脑膜未缝合、切口不精确、颅骨切除尺寸过小等因素有关。脑脊液漏和颅内感染往往是硬脑膜开口未缝合或皮下缝合不紧密所致。也有报道证明术后过于剧烈的活动会导致脑脊液漏的发生 [18], 我们建议使用自体骨膜/筋膜或人工硬膜并严格卧床减少该并发症的发生。“皮瓣凹陷综合征”也是较常见的并发症, 通常表现为: 减压窗头皮凹陷, 可有头痛、眩晕、记忆力下降、认知障碍、癫痫等临床表现, 严重者可表现为“反常疝”, 早期颅骨修复手术可能对预防该并发症有一定帮助 [3]。

使用 BDC 是一种快速有效的方法, 可以降低弥漫性脑肿胀引起的难治性颅内压增高并改善预后。手术时机是影响预后的重要因素, 因此应尽早进行手术。我们研究的局限性是病例数量相对较少, 作为参考, 有必要进行具有大样本量的前瞻性临床研究。

参考文献

- [1] 韦英光, 谭毅. 重型颅脑损伤治疗的研究进展[J]. 中国临床新医学, 2013, 6(6): 604-608.
- [2] Mao, X., Miao, G., Hao, S., Tao, X., Hou, Z., Li, H., Tian, R., Zhang, H., Lu, T., Ma, J., et al. (2015) Decompressive Craniectomy for Severe Traumatic Brain Injury Patients with Fixed Dilated Pupils. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, **11**, 1627-1633. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S89820>
- [3] 刘佰运, 侯立军, 张赛, 苏宁, 徐珑, 郭尔安, 茆翔. 中国成人重型颅脑损伤大骨瓣开颅手术标准技术专家共识[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2020, 6(2): 68-75.
- [4] 江基尧. 急性颅脑创伤的手术规范[J]. 中华神经外科杂志, 2008, 24(2): 155.
- [5] Teasdale, G. and Jennett, B. (1974) Assessment of Coma and Impaired Consciousness. A Practical Scale. *Lancet*, **2**, 81-84. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S89820>
- [6] Bao, Y.H., Liang, Y.M., Gao, G.Y., Pan, Y.H., Luo, Q.Z. and Jiang, J.Y. (2010) Bilateral Decompressive Craniectomy for Patients with Malignant Diffuse Brain Swelling after Severe Traumatic Brain Injury: A 37-Case Study. *Journal of Neurotrauma*, **27**, 341-347. <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1040>
- [7] Cooper, D.J., Rosenfeld, J.V., Murray, L., Arabi, Y.M., Davies, A.R., D'Urso, P., Kossman, T., Ponsford, J., Seppelt, I., Reilly, P., et al. (2011) Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury. *The New England Journal of Medicine*, **364**, 1493-1502. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1102077>
- [8] Komotar, R.J., Starke, R.M. and Connolly, E.S. (2011) The Role of Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury. *Neurosurgery*, **69**, N22-N24. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000400020.24025.21>
- [9] 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.
- [10] Akyuz, M., Ucar, T., Acikbas, C., Kazan, S., Yilmaz, M. and Tuncer, R. (2010) Effect of Early Bilateral Decompressive Craniectomy on Outcome for Severe Traumatic Brain Injury. *Turkish Neurosurgery*, **20**, 382-389. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.2785-09.1>
- [11] Kjellberg, R.N. and Prieto Jr., A. (1971) Bifrontal Decompressive Craniotomy for Massive Cerebral Edema. *Journal of Neurosurgery*, **34**, 488-493. <https://doi.org/10.3171/jns.1971.34.4.0488>
- [12] 李欢, 郝淑煜, 马骏, 侯宗刚, 张莹, 许非藩, 刘佰运. 双额大骨瓣减压术对外伤后难治性弥漫性脑肿胀的疗效观察[J]. 中华神经外科杂志, 2013, 29(2): 129-133.
- [13] Josan, V.A. and Sgouros, S. (2006) Early Decompressive Craniectomy May Be Effective in the Treatment of Refrac-

-
- tory Intracranial Hypertension after Traumatic Brain Injury. *Child's Nervous System*, **22**, 1268-1274.
<https://doi.org/10.1007/s00381-006-0064-0>
- [14] Taylor, A., Butt, W., Rosenfeld, J., Shann, F., Ditchfield, M., Lewis, E., Klug, G., Wallace, D., Henning, R. and Tibballs, J. (2001) A Randomized Trial of Very Early Decompressive Craniectomy in Children with Traumatic Brain Injury and Sustained Intracranial Hypertension. *Child's Nervous System*, **17**, 154-162.
<https://doi.org/10.1007/s003810000410>
- [15] 梁玉敏, 高国一, 江基尧. 去骨瓣减压术治疗重型颅脑创伤的临床应用进展[J]. 中华创伤杂志 2010, 26(1): 83-86.
- [16] 江基尧, 李维平, 徐蔚, 许文辉, 黄强, 朱诚, 王宇, 罗其中. 标准外伤大骨瓣与常规骨瓣治疗重型颅脑损伤多中心前瞻性临床对照研究[J]. 中华神经外科杂志, 2004, 20(1): 37-40.
- [17] 杨明飞, 张强. 颅脑损伤去骨瓣减压术后并发症时间窗分析[J]. 中华神经外科杂志, 2012, 28(2): 174-176.
- [18] Wang, G., Sun, L., Li, W. and Yu, J. (2018) Cerebrospinal Fluid Rhinorrhea in a Bilateral Frontal Decompressive Craniectomy Patient Caused by Strenuous Activity: A Case Report. *Medicine*, **97**, e13189.
<https://doi.org/10.1097/MD.0000000000013189>