

去骨瓣减压术在儿童脑部疾病中的应用及预后研究进展

杨倩, 符跃强*

重庆医科大学附属儿童医院重症医学科, 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 儿科学重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2023年1月16日; 录用日期: 2023年2月11日; 发布日期: 2023年2月21日

摘要

某些严重的脑部疾病通常有较高的致残率及致死率, 例如创伤性脑损伤、脑动静脉畸形、脑卒中以及颅内感染等。这些疾病原发损害和继发性病变有可能造成颅内压升高, 有些难治性颅内高压将形成脑疝, 最终导致死亡。去骨瓣减压术可减轻颅内压, 作为挽救这些严重颅内病变患儿生命的一种拯救式治疗方法收到了广泛的关注, 但其应用价值仍存在争议。该文就去骨瓣减压术在不同儿童严重脑部疾病中的应用情况、治疗效果、手术时机、适应证及并发症等进行综述。

关键词

儿童, 脑部疾病, 创伤性脑损伤, 去骨瓣减压术

Progress on the Application and Prognosis of Decompressive Craniectomy in Children with Brain Diseases

Qian Yang, Yueqiang Fu*

Department of Critical Care Medicine, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing

Received: Jan. 16th, 2023; accepted: Feb. 11th, 2023; published: Feb. 21st, 2023

*通讯作者。

文章引用: 杨倩, 符跃强. 去骨瓣减压术在儿童脑部疾病中的应用及预后研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(2): 2408-2414. DOI: 10.12677/acm.2023.132339

Abstract

Some serious brain diseases, such as traumatic brain injury, cerebral arteriovenous malformation, stroke, and intracranial infection, usually have a high rate of disability and mortality. The primary and secondary lesions of these diseases may cause increased intracranial pressure, and some refractory intracranial hypertension will form cerebral herniation and eventually lead to death. Decompressive craniectomy can reduce intracranial pressure, which has received extensive attention as a life-saving treatment for children with severe intracranial lesions, but its application value is still controversial. This article reviews the application, therapeutic effect, surgical timing, indications and complications of decompressive craniectomy in different children with severe brain diseases.

Keywords

Children, Brain Disease, Traumatic Brain Injury, Decompressive Craniectomy

Copyright © 2023 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. 引言

脑部疾病是儿科中比较常见的疾病,有些严重的脑部疾病可以导致儿童致残致死,例如创伤性脑损伤(trumatic brain injury, TBI)、脑动静脉畸形(cerebral arteriovenous malformation, CAVM)、脑卒中以及颅内感染等,给家庭及社会带来严重损害和负担。许多研究都已经证明升高的颅内压(intracranial pressure, ICP)与死亡率有关[1] [2] [3]。目前临床上控制颅内高压的方法包括手术治疗、高渗药物降压、镇痛镇静和物理方法降压(例如低体温、抬高床头)等。对于药物难治性颅内高压患儿,去骨瓣减压术(decompressive craniectomy, DC)可能是挽救患儿生命的重要方法。DC是一种公认的、相对简单的手术方式,适用于治疗创伤性、出血性、缺血性疾病导致的难治性颅内高压患者[4] [5] [6]。该手术也偶尔用于治疗继发于急性感染性脑炎的颅内高压患者。

然而,由于缺乏明确的适应证、特定的最佳手术技术以及较高的并发症和病死率,DC在儿童的应用价值仍存在一定争议[7]。首先,尽管DC可以降低ICP,但DC能否降低死亡率和改善神经功能结局目前尚无统一定论;其次,DC术后可能常出现较多的并发症,例如脑积水等;另外,DC的外科手术方式并未统一,手术本身存在相关风险;最后,对于晚期脑疝濒死的患者不推荐进行DC手术,医生必须严格掌握DC的适应证和禁忌证,不盲目进行手术。本文就DC在不同儿童脑部疾病中的应用、手术时机、适应证、禁忌证以及并发症等方面进行综述。

2. DC 的手术方式

DC通过手术去除部分颅骨,可有效降低ICP,其术式主要分为:单侧大脑半球损伤病人采用单侧标准外伤大骨瓣减压术,双侧大脑半球损伤病人行双侧标准外伤大骨瓣减压术或冠状前半颅减压术;对于术中严重脑挫裂伤脑肿胀发生脑膨出的患者,应该尽量清除失活脑组织和必要内减压。尽管美国第四版《重型颅脑损伤救治指南》[8] IIA级推荐:额颞部的大骨瓣减压术(不小于12 cm × 15 cm 或直径15 cm)

优于额颞小骨瓣减压术,可减少重型颅脑损伤患者的死亡率并改善神经功能评分,但是目前对于儿童患者骨瓣去除范围的大小并不完全明确。此外,DC技术具体术式可能因不同外科医生和临床中心而异。

3. DC 儿童脑部疾病的应用情况

3.1. 在儿童创伤性脑损伤中的应用

应用 DC 治疗最常见的疾病是创伤性脑损伤(TBI)。TBI 是儿童常见的急危重症,有很高的致残率和致死率。在严重 TBI 患儿中,有颅内高压的患儿占有所有 TBI 患儿死亡的一半以上[9]。

虽然 DC 并不是治疗 TBI 患儿的首选措施,但是 DC 有助于 ICP 的控制[1],对于伴随难治性颅内高压的重型 TBI 可能有益处。Cheong 等[4]回顾性纳入了 7 例因虐待性脑创伤接受了 DC 的患儿,在 6 个月随访时,4 例患者的 KOSCHI 评分良好。Prasad 等[10]回顾性分析了 71 例因重型 TBI 行 DC 的患儿,术后随访 2~42 个月,除 1 例患儿外,所有存活患儿的预后均良好。另外,Manfiotto 等[11]回顾性分析了 150 例重型 TBI 患儿 DC 的疗效,死亡率为 17.0%,62.0%的患儿在随访 3.5 年后神经功能结局满意。Mhanna 等[12]对 17 名 DC 治疗的重型 TBI 患儿与接受药物治疗的患儿进行匹配,虽然发现 DC 治疗患者有更高的脑疝和脑水肿发生率,但是两组之间生存率无显著差异,DC 组预后良好。一项纳入了 12 项 DC 治疗儿童重型 TBI 研究的综述分析发现,DC 治疗可能有助于帮助控制 ICP 并改善患儿长期预后[13]。以上这些回顾性队列研究或综述分析提示 DC 似乎有助于降低儿童重型 TBI 的死亡率,早期进行 DC 治疗可改善存活患者的预后。但是,今年发表的一项大型回顾性研究显示 DC 治疗重型 TBI 患儿的疗效并不令人满意[14]。Bruns 等[14]在一项回顾性多中心队列研究中,比较 DC 和药物治疗儿童严重 TBI 的短期疗效和死亡率,2507 例患儿中有 402 例(16.0%)患儿接受 DC,DC 组死亡率为 20.6%,内科治疗组为 13.7%,DC 组 27.6%的患者发生不良预后(死亡或植物状态),药物治疗组 16.1%的患者发生不良预后。

但是现有的研究存在患儿纳入标准、DC 术式、预后判断方式等几方面不统一的问题,DC 对重型 TBI 患儿的死亡率及预后的影响仍未有确切的定论。第三版儿童重型创伤性脑损伤治疗指南[7]认为缺乏高质量的证据进行对 DC 是否改善预后进行推荐。未来需要前瞻性多中心随机对照研究来验证 DC 的疗效。

3.2. 在儿童脑动静脉畸形的应用

动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)是儿童颅内出血的常见原因,可导致 ICP 升高和脑水肿。有高达 87.0%的儿童 AVM 发生破裂,结果可能是灾难性的,导致严重的神经系统后遗症,死亡率高达 25.0% [15] [16]。

DC 已成功应用于动静脉畸形所致儿童颅内出血的治疗[5] [17],DC 可使患者在急性期保持稳定,有足够的时间通过血管造影评估 AVM 解剖特征,从而确定手术平面,在紧急降低 ICP 的同时为勾画 AVM 结构和分期治疗提供时间,以获得最佳神经功能结局。LoPresti 等[18]回顾性分析了 36 例 AVM 破裂患儿的治疗,其中有 28 例(77.8%)初次行 AVM 切除术,7 例(19.4%)初次行 DC 联合间隔切除,与前者相比,初次 DC 联合分期切除和颅骨修补是一种合理的替代手术策略,在切除率、残留率和复发率、远期影像学治愈率、并发症发生率和功能结局方面,两种方法的结果相当。

虽然初次接受 DC 的患者需要额外的手术,但这可能是分期手术的固有特点。这对于因 AVM 破裂而需要急诊减压的儿童可以安全接受急诊 DC、间断性 AVM 切除和颅骨修补术,而不会增加发病率和死亡率的风险,这对于 ICP 升高的患者是合理的,可能改善预后。

3.3. 在儿童脑卒中的应用

大面积缺血性卒中后发生的脑水肿可导致 ICP 升高和脑疝,从而导致显著的发病率和死亡率。近年

来, 有研究者采用 DC 治疗在大脑动脉循环重度缺血性梗死引起的儿童占位性脑水肿。Montgomery 等[6]描述了 4 例后循环动脉缺血性卒中患儿, 所有患儿均接受了 DC 治疗, 2 例患者在随访时表现为轻度功能障碍, 另外 2 例表现为中度功能障碍。Grant [19]报告了 3 例因脑梗死引起的危及生命的脑水肿而接受了 DC 的患儿, 3 例患儿 2 年后均可走动。Lammy 等[20]报告了 1 例 16 岁患儿因恶性大脑中动脉梗死后并发严重脑水肿后 12 小时行 DC, 术后长期随访格拉斯哥结局评分为 5 分。由此可见, DC 可挽救重度缺血性卒中患儿的生命。Lehman 等[21]回顾性报告了 38 例(1.0%)在缺血性卒中后接受了 DC 的患儿, 其中有 29 例发生前循环卒中, 5 例发生后循环卒中, 4 例发生脑静脉窦血栓, 死亡率为 8.0%, 接受 DC 的患儿有显著的神经功能缺损。

总之, 大多数研究表明 DC 在儿童脑卒中的应用短期预后相对良好。当然, 需要注意的是这些研究样本量偏小或是孤立性病案报道, 未来仍需要进一步研究来评估患儿的长期神经功能结局。

3.4. 在儿童颅内感染的运用

DC 在儿童颅内感染合并难治性颅内高压的治疗中应用较少。颅内感染时, 与疾病相关的炎症过程可导致脑水肿、大脑局部出血和坏死, 形成占位效应, 导致脑疝或内科治疗无效的颅内高压, DC 手术可以防止因脑疝而导致死亡。Singhi 等[22]描述了 1 例 7 岁患有严重单纯疱疹性脑炎合并药物难治性颅内高压行 DC 的男性患儿, 术后随访 1 年发现该患儿格拉斯哥结局评分为 5 分。可见, 及时识别难治性颅内高压, 对脑炎患儿进行手术减压有可能挽救患儿生命。

4. 手术时机

对于药物难治性颅内高压患儿, 早期进行 DC 可能有一个更好的结局。有研究表明对于严重 TBI 患儿早期(伤后 24 小时以内)甚至超早期(伤后 6~12 h 以内)手术降低 ICP 将改善患儿神经功能结局[23]。Taskapiloğlu 等[24]研究发现不依赖于初始格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS), 对于严重硬膜下血肿患儿进行早期(伤后 2 h 以内)DC 治疗可以改善预后。但是, 也有研究显示重型 TBI 患儿在伤后平均 68 小时(时间范围 24~192 小时)接受 DC 治疗, 随访 2 年平均格拉斯哥结局评分为 4.2 分, 81.0%的患儿能进入学校进行学习[25]。

当然, 值得注意的是, DC 手术时机的把握应该是建立在对不同患儿病情的个体化详细评估的基础上的。除了临床症状体征, ICP 监测数值、经颅多普勒超声和头颅影像等均对手术时机的选择有着重要帮助和指导。以下 3 个条件有助于 DC 手术的决策: 1) ICP 稳定, 经颅多普勒超声参数良好, 可推迟决策; 2) ICP > 20 mmHg, 经颅多普勒超声良好, 无恶化的临床表现, 可推迟决定; 3) ICP > 20 mmHg, 脑灌注压改变, 经颅多普勒超声值下降, 脑疝临床表现, 是手术指征[26]。

5. 适应证与禁忌证

5.1. 适应证

第三版儿童重型创伤性脑损伤治疗指南[1]推荐为了控制 ICP, 建议使用 DC 治疗神经系统病情恶化、脑疝及内科治疗难以控制的颅内高压患儿(Level III 级)。儿童指南的关于 DC 适应证的描述相对简单, 成人相关指南可供儿科医师参考。《颅脑创伤去骨瓣减压术中国专家共识》[27]对 DC 作出以下推荐。1. 强力推荐: 1) 重型颅脑创伤瞳孔散大的脑疝病人, CT 显示脑挫裂伤、出血、脑水肿、脑肿胀和脑梗死等占位效应明显(中线移位、基底池受压)。2) ICP 进行性升高、大于 30 mmHg 持续 30 min 的重型颅脑创伤患者。2. 推荐: 进行性意识障碍的急性颅脑创伤患者, CT 显示脑挫裂伤出血、脑水肿、脑肿胀和脑梗死等占位效应明显(中线移位、基底池受压)、经渗透脱水利尿药物等一线治疗方案颅内高压无法控制的患者。

DC 治疗的重点在于发生弥漫性脑损伤的重型颅脑损伤患者。美国第四版《重型颅脑损伤救治指南》[8]对此类患者作出 IIA 级推荐: 对于弥漫性损伤的重型颅脑损伤(无占位性病变), ICP > 20 mmHg 超过 15 min, 1 h 内对一线治疗方法反应差的患者, 双额 DC 并不能改善其预后, 但是可降低 ICP 和缩短重症监护室住院天数。

对于儿童脑动静脉畸形, 脑卒中及颅内感染病变等疾病, 目前还没有关于 DC 应用的指南推荐。但是临床医生可以借鉴颅脑损伤指南, 对这些疾病所导致的临床状况, 影像学改变和 ICP 变化来判断是否进行 DC 治疗。

5.2. 禁忌证

DC 的禁忌证为: 第一, 长时间的心跳呼吸骤停, 没有血流超过 15 min, 经颅多普勒超声或 CT 扫描显示有不可逆的病变; 其次, GCS 为 3 分的患者伴有双侧瞳孔固定散大; 最后, 在严重多发伤伴多器官功能衰竭的情况下, 尤其是非常严重的失血性休克伴不可控制的凝血功能障碍时[26]。

6. 并发症

DC 后的并发症也值得关注。并发症不仅会延长住院时间和手术干预需求, 还可能会进一步影响存活患者的术后护理和恢复。

减压术后最常见的并发症是脑脊液动力学的中断。在成人研究中[28] [29], 脑积水发生率为 14.0%~29.0%, 脑囊肿约占 26.0%, 其他的并发症主要包括脑出血、脑缺血、感染、伤口裂开、癫痫发作以及继发性的脑损伤等。儿童研究发现 DC 术后脑积水发生率为 21.0% [30]。Prasad 等[10]发现 71 例 DC 术后患儿最常见的并发症是呼吸机相关性肺炎(31.0%), 13 例出现脑积水, 其他并发症包括硬膜下积液 11 例、伤口感染 7 例、脓毒症 6 例、迟发性癫痫 2 例。

由于 DC 术后的并发症较多且复杂, DC 后的长期神经功能结局目前也尚无确切的统一定论, 因此对于可抢救的患儿, 应根据预期预后和并发症发生率的信息确定去骨瓣减压术的适应证, 同时强调对并发症的预防、早期发现和充分治疗, 以降低不良预后。

7. 小结与展望

DC 是治疗创伤性、缺血性和感染性等病变导致的难治性颅内高压患儿的一种挽救生命的手术。去骨瓣减压可以避免颅内高压的级联反应, 可能有助于改善部分严重脑部疾病患儿的结局, 但仍需长期随访以了解其预后。此外, 与其有关的严重并发症需要充分评估。未来需要前瞻性的多中心研究来评估去骨瓣减压术对儿童严重脑部疾病的疗效及远期预后的影响。

基金项目

重庆市自然科学基金(cstc2020jcyj-msxmX1087); 重庆医科大学未来医学青年创新团队发展支持计划: 儿童危重症基础与临床(2021-W0111)。

参考文献

- [1] Sahuquillo, J. and Dennis, J.A. (2019) Decompressive Craniectomy for the Treatment of High Intracranial Pressure in Closed Traumatic Brain Injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **12**, CD003983. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003983.pub3>
- [2] Hutchinson, P.J., Kolias, A.G., Timofeev, I.S., et al. (2016) Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension. *The New England Journal of Medicine*, **375**, 1119-1130. <https://doi.org/10.1056/NEJMoal605215>

- [3] Yue, J.K., Rick, J.W., Deng, H., *et al.* (2019) Efficacy of Decompressive Craniectomy in the Management of Intracranial Pressure in Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of the Neurological Sciences*, **63**, 425-440. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.17.04133-9>
- [4] Cheong, T.M., Lim, J.X., Vinchon, M., *et al.* (2022) Decompressive Surgery in Abusive Head Injury: Experience from a Singapore Children's Hospital and a Review of Literature. *Child's Nervous System*, **38**, 2437-2444. <https://doi.org/10.1007/s00381-022-05669-3>
- [5] Ahn, J.H., Phi, J.H., Kang, H.S., *et al.* (2010) A Ruptured Middle Cerebral Artery Aneurysm in a 13-Month-Old Boy with Kawasaki Disease. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **6**, 150-153. <https://doi.org/10.3171/2010.5.PEDS1012>
- [6] Montgomery, A.K., Maixner, W.J., Wallace, D., *et al.* (2012) Decompressive Craniectomy in Childhood Posterior Circulation Stroke: A Case Series and Review of the Literature. *Pediatric Neurology*, **47**, 193-197. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2012.05.005>
- [7] Kochanek, P.M., Tasker, R.C., Carney, N., *et al.* (2019) Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines, Executive Summary. *Neurosurgery*, **84**, 1169-1178. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyz051>
- [8] Carney, N., Totten, A.M., O'Reilly, C., *et al.* (2017) Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*, **80**, 6-15. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432>
- [9] Agrawal, S. and Branco, R.G. (2016) Neuroprotective Measures in Children with Traumatic Brain Injury. *World Journal of Critical Care Medicine*, **5**, 36-46. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.36>
- [10] Prasad, G.L., Gupta, D.K., Mahapatra, A.K., *et al.* (2015) Surgical Results of Decompressive Craniectomy in Very Young Children: A Level One Trauma Centre Experience from India. *Brain Injury*, **29**, 1717-1724. <https://doi.org/10.3109/02699052.2015.1075146>
- [11] Manfiotto, M., Beccaria, K., Rolland, A., *et al.* (2019) Decompressive Craniectomy in Children with Severe Traumatic Brain Injury: A Multicenter Retrospective Study and Literature Review. *World Neurosurgery*, **129**, e56-e62. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.04.215>
- [12] Mhanna, M.J., Mallah, W.E., Verrees, M., *et al.* (2015) Outcome of Children with Severe Traumatic Brain Injury Who Are Treated with Decompressive Craniectomy. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **16**, 508-514. <https://doi.org/10.3171/2014.10.PEDS14117>
- [13] Ardissino, M., Tang, A., Muttoni, E., *et al.* (2019) Decompressive Craniectomy in Paediatric Traumatic Brain Injury: A Systematic Review of current Evidence. *Child's Nervous System*, **35**, 209-216. <https://doi.org/10.1007/s00381-018-3977-5>
- [14] Bruns, N., Kamp, O., Lange, K., *et al.* (2022) Functional Short-Term Outcomes and Mortality in Children with Severe Traumatic Brain Injury: Comparing Decompressive Craniectomy and Medical Management. *Journal of Neurotrauma*, **39**, 944-953. <https://doi.org/10.1089/neu.2021.0378>
- [15] Anderson, R.C., McDowell, M.M., Kellner, C.P., *et al.* (2012) Arteriovenous Malformation-Associated Aneurysms in the Pediatric Population. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **9**, 11-16. <https://doi.org/10.3171/2011.10.PEDS11181>
- [16] Stein, K.P., Huetter, B.O., Goericke, S., *et al.* (2018) Cerebral Arterio-Venous Malformations in the Paediatric Population: Angiographic Characteristics, Multimodal Treatment Strategies and Outcome. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **164**, 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.12.006>
- [17] Ranger, A., Szymczak, A., Fraser, D., *et al.* (2009) Bilateral Decompressive Craniectomy for Refractory Intracranial Hypertension in a Child with Severe ITP-Related Intracerebral Haemorrhage. *Pediatric Neurosurgery*, **45**, 390-395. <https://doi.org/10.1159/000260910>
- [18] LoPresti, M.A., Goethe, E.A. and Lam, S. (2020) Surgical Strategies for Management of Pediatric Arteriovenous Malformation Rupture: The Role of Initial Decompressive Craniectomy. *Child's Nervous System*, **36**, 1445-1452. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04501-0>
- [19] Grant, G.A. (2015) Is There a Role for Decompressive Craniectomy in Children after Stroke? *World Neurosurgery*, **83**, 44-45. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2013.08.049>
- [20] Lammy, S., Fivey, P. and Sangra, M. (2016) Decompressive Craniectomy for Malignant Middle Cerebral Artery Infarction in a 16-Year Old Boy: A Case Report. *Journal of Medical Case Reports*, **10**, 368. <https://doi.org/10.1186/s13256-016-1145-7>
- [21] Lehman, L.L., DeVeber, G., Pergami, P., *et al.* (2019) Characteristics and Outcome in Children with Craniectomy Following Acute Ischemic Stroke in the International Pediatric Stroke Study. *Journal of Child Neurology*, **34**, 765-769. <https://doi.org/10.1177/0883073819855534>
- [22] Singhi, P., Saini, A.G., Sahu, J.K., *et al.* (2015) Unusual Clinical Presentation and Role of Decompressive Craniectomy in Herpes Simplex Encephalitis. *Journal of Child Neurology*, **30**, 1204-1207. <https://doi.org/10.1177/0883073814546688>

-
- [23] Elsawaf, Y., Anetsberger, S., Luzzi, S., *et al.* (2020) Early Decompressive Craniectomy as Management for Severe Traumatic Brain Injury in the Pediatric Population: A Comprehensive Literature Review. *World Neurosurgery*, **138**, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.02.065>
- [24] Taşkapılıoğlu, M.Ö., Özmaraslı, A.İ. and Ocakoğlu, G. (2019) Retrospective Analysis of Decompressive Craniectomy Performed in Pediatric Patients with Subdural Hematoma. *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi*, **25**, 383-388. <https://doi.org/10.5505/tjtes.2018.02403>
- [25] Jagannathan, J., Okonkwo, D.O., Dumont, A.S., *et al.* (2007) Outcome Following Decompressive Craniectomy in Children with Severe Traumatic Brain Injury: A 10-Year Single-Center Experience with Long-Term Follow Up. *Journal of Neurosurgery*, **106**, 268-275. <https://doi.org/10.3171/ped.2007.106.4.268>
- [26] Beuriat, P.A., Javouhey, E., Szathmari, A., *et al.* (2015) Decompressive Craniectomy in the Treatment of Post-Traumatic Intracranial Hypertension in Children: Our Philosophy and Indications. *Journal of the Neurological Sciences*, **59**, 405-428.
- [27] 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.
- [28] Kurland, D.B., Khaladj-Ghom, A., Stokum, J.A., *et al.* (2015) Complications Associated with Decompressive Craniectomy: A Systematic Review. *Neurocrit Care*, **23**, 292-304. <https://doi.org/10.1007/s12028-015-0144-7>
- [29] Schuss, P., Borger, V., Güresir, Á., *et al.* (2015) Cranioplasty and Ventriculoperitoneal Shunt Placement after Decompressive Craniectomy: Staged Surgery Is Associated with Fewer Postoperative Complications. *World Neurosurgery*, **84**, 1051-1054. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.05.066>
- [30] Carballo-Cuello, C., de Jesus, O., Fernandez-de Thomas, R.J., *et al.* (2020) Posttraumatic Hydrocephalus in Pediatric Patients after Decompressive Craniectomy. *World Neurosurgery*, **136**, e690-e694. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.01.153>