

BIG评分对接受去骨瓣减压术的中重度创伤性脑损伤儿童早期脑功能的预测价值

徐静静^{1,2,3,4}, 党红星^{1,2,3,4*}

¹重庆医科大学附属儿童医院儿科重症医学科, 重庆

²国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 重庆

³儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 重庆

⁴儿科学重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2024年3月27日; 录用日期: 2024年4月21日; 发布日期: 2024年4月29日

摘要

目的: 探讨BIG评分(由格拉斯哥评分、国际标准化比值、碱剩余组成)对接受去骨瓣减压术(DC)的中重度创伤性脑损伤(TBI)患儿脑功能早期预后的预测价值。方法: 回顾性分析2014年3月至2023年7月于我院接受DC治疗的所有中重度TBI患儿, 以出院时儿童脑功能分类(PCPC)为结局, 分为预后良好组(PCPC 1~2)和预后不良组(PCPC 3~6)。通过病历资料回顾, 提取患儿的临床信息, 并使用Logistic回归分析评估BIG评分的预测价值。结果: 共纳入55例接受DC治疗的中重度TBI患儿, 其中25例出院时脑功能良好, 30例预后不良(包括9例死亡)。患儿入院时的高BIG评分($p < 0.001$)、瞳孔对光反射差($p = 0.027$), 存在失血性休克($p = 0.042$)及多发伤($p = 0.043$)、脑水肿($p = 0.007$), 高血糖($p = 0.042$)、高乳酸血症($p = 0.029$)均与出院时脑功能不良相关。Logistic回归分析显示, 入院时的高BIG评分是出院时脑功能不良的独立危险因素。ROC曲线分析确定的最佳BIG评分阈值为17.5, 以此预测不良预后的敏感性为66.7%, 特异性为88.0%。结论: 接受DC的中重度TBI患儿出院时的总体脑功能不良比例为54.5%。入院时的BIG评分能够预测这些患儿出院时的早期脑功能预后, 具有较高的敏感性和特异性。

关键词

创伤性脑损伤, 去骨瓣减压术, BIG评分, 儿童, 预后

Predictive Value of BIG Score for Early Brain Function in Children with Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury Who Underwent Decompressive Craniectomy

Jingjing Xu^{1,2,3,4}, Hongxing Dang^{1,2,3,4*}

*通讯作者。

文章引用: 徐静静, 党红星. BIG 评分对接受去骨瓣减压术的中重度创伤性脑损伤儿童早期脑功能的预测价值[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 2631-2640. DOI: 10.12677/acm.2024.1441339

¹Department of Pediatric Intensive Care Unit, Children's Hospital Affiliated to Chongqing Medical University, Chongqing

²National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Chongqing

³Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing

⁴Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing

Received: Mar. 27th, 2024; accepted: Apr. 21st, 2024; published: Apr. 29th, 2024

Abstract

Objective: To explore the predictive value of BIG score (composed of Glasgow coma score, international normalized ratio, and base excess) on the early prognosis of brain function in children with moderate-to-severe traumatic brain injury (TBI) who underwent decompressive craniectomy (DC). **Methods:** A Retrospective cohort study was conducted in all children with moderate-to-severe TBI who received DC in our hospital from March 2014 to July 2023. Pediatric Cerebral Performance Category (PCPC) at discharge was used as the outcome, according to which children were divided into groups of good prognosis (PCPC 1~2) and poor prognosis (PCPC 3~6). Through data review of medical record, the clinical information of the children was extracted, and logistic regression analysis was used to evaluate the predictive value of BIG score. **Results:** A total of 55 children with moderate-to-severe TBI who received DC were included, of whom 25 had good brain function at discharge and 30 had poor prognosis (including 9 deaths). The high BIG scores ($p < 0.001$), poor pupillary light reflex ($p = 0.027$), hemorrhagic shock ($p = 0.042$), multiple trauma ($p = 0.043$), cerebral edema ($p = 0.007$), hyperglycemia ($p = 0.042$) and hyperlactatemia ($p = 0.029$) on admission are associated with poor brain function at discharge. Logistic regression analysis shows that high BIG score on admission is an independent risk factor for poor brain function at discharge. The optimal BIG score threshold determined by ROC curve analysis was 17.5, with a sensitivity of 66.7% and a specificity of 88.0% for predicting poor prognosis. **Conclusion:** Children with moderate-to-severe TBI who received DC had an overall rate of poor brain function at discharge of 54.5%. The BIG score on admission can predict the early brain function prognosis of these children at discharge, with high sensitivity and specificity.

Keywords

Traumatic Brain Injury, Decompressive Craniectomy, BIG Score, Children, Prognosis

Copyright © 2024 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

创伤性脑损伤(Traumatic brain injury, TBI)是导致儿童永久性残疾和死亡的主要原因之一,对患儿、家庭和社会都有巨大影响[1]。去骨瓣减压术(Decompressive craniectomy, DC)是挽救难治性TBI颅内高压的有效手段,能通过增加颅内容积降低颅内压(Intracranial pressure, ICP),进而提高脑灌注压(Cerebral perfusion pressure, CPP)和脑组织氧分压以改善预后[2] [3] [4] [5]。对于考虑接受DC治疗的中重度TBI儿童,确定哪些患者可能最大程度地受益于手术至关重要,但术后脑功能预后情况也是医生和患儿家属高度关注的问题[4]。有效的不良结局相关预测工具将有助于患者筛选和医患共同进行临床决策。

BIG 评分由格拉斯哥评分(Glasgow Coma Score, GCS)、国际标准化比值(International normalized ratio, INR)、碱剩余(Base excess, BE)组成, 是一项简单、快速且客观的损伤严重程度评估工具, 研究表明其与创伤患儿的死亡率相关[6], 但目前缺乏 BIG 评分在 TBI 儿童以及 DC 中的研究。

因此, 本研究回顾性分析我院近 10 年接受 DC 的中重度 TBI 患儿的临床资料, 探讨 BIG 评分对接受 DC 的中重度 TBI 儿童早期脑功能预后的预测价值, 并分析与早期结局相关的其他可能的影响因素。

2. 临床资料与方法

2.1. 一般资料

回顾性分析所有 2014 年 3 月 1 日至 2023 年 7 月 31 日我院收治的接受 DC 的中重度 TBI 患儿。

纳入标准: ① 年龄 ≤ 18 岁; ② TBI 后 24 小时内入院; ③ 入院时 GCS ≤ 13 分; ④ 住院期间接受去骨瓣减压手术。

排除标准: 浮动骨瓣减压; 术前存在任何神经系统急慢性疾病; 术中死亡。

2.2. 手术&内科治疗

所有患儿的 DC 由至少两名神经外科主治医师进行决策。主要手术适应征: 术前神经功能明显恶化、脑疝形成以及常规降颅压治疗无效的 TBI 患儿[7]。具体的手术方式选择(单侧/双侧 DC, 幕上/幕下/幕上 + 幕下骨瓣切除)根据脑部 CT 扫描结果确定。DC 后, 所有 TBI 患儿均在 PICU 接受监护及治疗。术后药物治疗包括应用高渗脱水剂(20%甘露醇和/或 3%氯化钠)、苯巴比妥降低脑代谢、呼吸支持、维持血容量及血压、维持内环境稳定、防治感染及营养支持。

2.3. 数据资料

收集患儿的年龄、性别、受伤机制, 入院时 GCS、瞳孔情况, 受伤到入院及受伤到手术的时间间隔, 入院时 CT 表现(包括蛛网膜下腔出血、硬膜下血肿、硬膜外血肿、脑疝、中线移位、脑室内出血、小脑血肿、弥漫性轴索损伤、脑水肿), 入院时血常规(WBC、Hb、PLT), 凝血象(PT、APTT、INR), 血气分析(血糖、pH 值、碱剩余、乳酸), 肝肾功能(谷丙转氨酶、尿素氮、肌酐), 血电解质(K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 P 、 Ca^{2+}), 计算 BIG 评分: $BIG = -BE + 2.5 * INR - GCS + 15$, 入院时是否合并失血性休克、创伤性癫痫、多发伤(包括胸腔脏器损伤、腹腔脏器损伤、四肢长骨骨折、骨盆骨折), DC 方式(单侧/双侧骨瓣切除, 幕上/幕下/幕上 + 幕下骨瓣切除), 术后并发症(新增血肿、脑积水、脑梗塞等), 术后 ICP、CPP(由 PICU 或 NICU 护士每 2 小时记录 1 次), 出院时儿童脑功能分类(Pediatric Cerebral Performance Category, PCPC)[8]等项目。瞳孔情况: ① 是否瞳孔不等大; ② 对光反射: 灵敏、迟钝和消失。使用 PCPC 记录患儿出院时的预后, 分为以下 5 类: 1——正常(与年龄相匹配的水平)、2——轻度残疾(能够在适当年龄水平互动但可能有轻度神经功能缺陷), 3——中度残疾(可独立完成与其年龄相匹配的日常生活活动), 4——严重残疾(有意识但日常生活需依赖他人完成), 5——植物人状态或昏迷(不符合脑死亡标准的任何程度的昏迷)以及 6——脑死亡。结局良好定义为 PCPC 1~2, 结局不良定义为 PCPC 3~6。每位患儿的出院时 PCPC 评级均由具有执业资格的 PICU 医师完成。

2.4. 统计分析

采用 SPSS.25 进行统计分析。连续变量根据其正态性表示为均数 \pm 标准差($x \pm s$)或中位数(四分位数), [M (P25, P75)], 采用 t 检验或秩和检验。等级变量使用中位数(四分位数间距, IQR)描述, 采用秩和检验。分类变量用频率和百分比表示, 采用卡方检验。将预后良好及预后不良组的评估指标进行组间比较后,

筛选出差异有统计学意义的影响因素, 进行二元 Logistic 回归分析, 筛选出预后的独立影响因素。针对独立影响因素构建 ROC 曲线, 并确定具有最佳敏感性和特异性的阈值点, 计算其预测不良结局的敏感度和特异度。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般资料

本研究共收集 55 例接受 DC 治疗的中重度 TBI 患儿(图 1)。25 例(45.5%)预后良好, 30 例(54.5%)预后不良。受伤原因包括车祸(32.7%)、高坠(56.4%)等。大多数 TBI 患儿(74.5%)在受伤后 24 小时内接受 DC 治疗。总体出院死亡率为 16.4% (9/55) (表 1)。

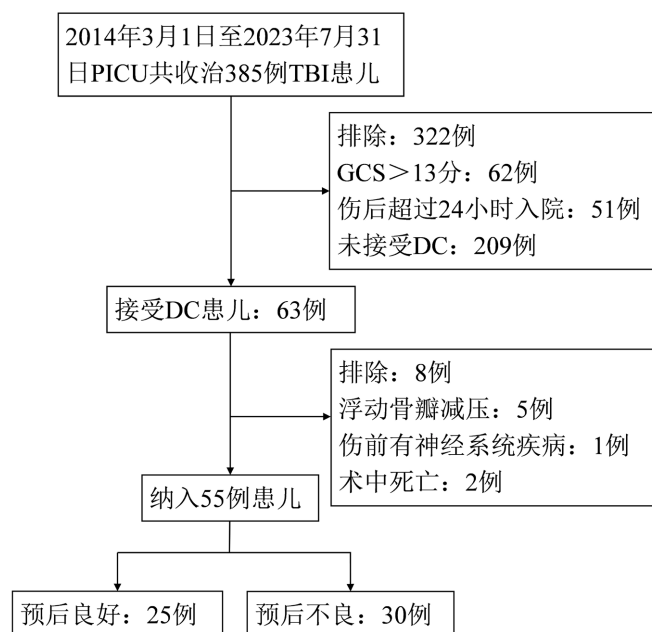


Figure 1. Flow chart of case screening

图 1. 病例筛选流程图

Table 1. PCPC at discharge of 55 children

表 1. 55 例患儿出院时 PCPC

	例数	百分比
1——良好	13	23.6%
2——轻度残疾	12	21.8%
3——中度残疾	15	27.3%
4——重度残疾	3	5.5%
5——植物或昏迷状态	3	5.5%
6——脑死亡	9	16.4%

3.2. 单因素回归分析

预后良好组与预后不良组组间比较得出, 入院时高 BIG 评分($p < 0.001$)、瞳孔对光反射差($P = 0.027$),

存在失血性休克($p = 0.042$)及多发伤($p = 0.043$)、脑水肿($p = 0.007$), 高血糖($p = 0.042$)、高乳酸血症($p = 0.029$)与出院结局不良相关, 差异具有统计学意义(表 2、表 3)。与手术相关的指标, 包括受伤后至进行手术的时间间隔、术中去除的骨瓣侧、骨瓣部位、术中是否行 ICP 探头置入及有无术后并发症等在两组中均无统计学差异。

Table 2. Demographics, medical history and surgical characteristics of children
表 2. 患儿人口统计学、病史特征及手术情况

	所有患者 (N = 55)	预后良好组 (n ₁ = 25)	预后不良组 (n ₂ = 30)	检验值 χ^2/z	p 值
入院 GCS	7.0 (5.0, 10.0)	9.0 (7.0, 12.0)	5.0 (3.0, 7.0)	-4.785	0.000
INR	1.26 (1.08, 1.72)	1.13 (1.04, 1.34)	1.40 (1.17, 1.94)	-2.325	0.020
碱剩余	-3.90 (-7.40, -2.50)	-3.20 (-5.90, -0.63)	-5.60 (-8.55, -3.30)	-2.021	0.043
BIG 评分	15.98 (11.23, 21.45)	13.35 (9.51, 15.70)	19.10 (15.31, 23.67)	-3.981	0.000
年龄(岁)	4.75 (2.67, 7.83)	5.75 (2.34, 9.13)	4.04 (2.63, 7.21)	-1.074	0.283
性别					
女	21 (38.2%)	7 (28.0%)	14 (46.7%)	2.013	0.156
男	34 (61.8%)	18 (72.0%)	16 (53.3%)		
受伤机制					
车祸	18 (32.7%)	6 (24.0%)	12 (40.0%)	1.644	0.456*
高坠	31 (56.4%)	16 (64.0%)	15 (50.0%)		
其他	6 (10.9%)	3 (12.0%)	3 (10.0%)		
受伤 - 入院时间(小时)	5.00 (3.50, 8.50)	6.00 (3.75, 8.75)	4.75 (3.00, 6.63)	-0.966	0.334
受伤 - 手术时间(小时)	13.75 (7.88, 8.00)	12.88 (9.16, 25.75)	14.18 (7.54, 19.75)	-0.482	0.630
瞳孔不等大	22 (40.0%)	9 (36.0%)	13 (43.3%)	0.306	0.580
瞳孔对光反射					
灵敏	15 (27.3%)	10 (40.0%)	5 (16.7%)	-2.206	0.027
迟钝	22 (40.0%)	10 (40.0%)	12 (40.0%)		
消失	18 (32.7%)	5 (20.0%)	13 (43.3%)		
创伤性癫痫	19 (34.5%)	8 (32.0%)	11 (36.7%)	0.131	0.717
失血性休克	11 (20.0%)	2 (8.0%)	9 (30.0%)	4.125	0.042
多发伤	28 (50.9%)	9 (36.0%)	19 (63.3%)	4.076	0.043
去除骨瓣侧					
单侧	43 (78.2%)	20 (80.0%)	23 (76.7%)	0.089	0.766
双侧	12 (21.8%)	5 (20.0%)	7 (23.3%)		
去除骨瓣部位					
幕上	48 (87.3%)	22 (88.0%)	26 (86.7%)	1.244	0.590*
幕下	4 (7.3%)	1 (4.0%)	3 (10.0%)		
幕上 + 幕下	3 (5.5%)	2 (8.0%)	1 (3.3%)		

续表

监测 ICP	41 (74.5%)	21 (84.0%)	20 (66.7%)	2.159	0.142
术后并发症					
新增血肿	12 (21.8%)	3 (12.0%)	9 (30.0%)	2.590	0.108
脑积水	9 (16.4%)	4 (16.0%)	5 (16.7%)	0.000	1.000 [#]
脑梗塞	2 (3.6%)	1 (4.0%)	1 (3.3%)	/	1.000 [*]

P^{*}采用 Fisher 精确检验, P[#]采用连续性校正。**Table 3.** Cranial CT findings and laboratory examination results on admission**表 3.** 患儿入院时头颅 CT 及实验室检查结果

	所有患者 (N = 55)	预后良好组 (n ₁ = 25)	预后不良组 (n ₂ = 30)	检验值 $\chi^2/z/t$	p 值
入院头颅 CT 结果					
蛛网膜下腔出血	51 (92.7%)	23 (92.0%)	28 (93.3%)	0.000	1.000 [#]
硬膜下血肿	24 (43.6%)	12 (48.0%)	12 (40.0%)	0.355	0.551
硬膜外血肿	19 (34.5%)	10 (40.0%)	9 (30.0%)	0.603	0.437
脑疝	18 (32.7%)	6 (24.0%)	12 (40.0%)	1.586	0.208
中线移位	3 (5.5%)	0 (0)	3 (10.0%)	1.061	0.242 [#]
脑室出血	18 (32.7%)	7 (28.0%)	11 (36.7%)	0.465	0.495
小脑血肿	4 (7.3%)	3 (12.0%)	1 (3.3%)	0.506	0.320 [#]
弥漫性轴索损伤	5 (9.1%)	1 (4.0%)	4 (13.3%)	0.503	0.362 [#]
脑水肿	11 (20%)	1 (4.0%)	10 (33.3%)	7.333	0.007
实验室检查结果					
WBC	18.99 ± 7.41	18.50 ± 7.99	19.39 ± 7.00	-0.442	0.661
Hb	103.34 ± 26.88	104.16 ± 24.32	102.66 ± 29.25	0.205	0.839
PLT	214.95 ± 105.94	231.32 ± 119.15	201.30 ± 93.41	1.047	0.300
PT	14.40 (12.50, 17.70)	13.10 (11.93, 15.45)	15.90 (13.15, 19.35)	-2.341	0.019
APTT	29.3 (26.5, 41.8)	28.25 (25.18, 36.23)	32.30 (27.25, 51.38)	-1.902	0.057
血糖	9.81 ± 4.00	8.61 ± 3.63	10.80 ± 4.09	0.582	0.042
pH	7.38 (7.34, 7.43)	7.41 (7.34, 7.48)	7.37 (7.34, 7.43)	-1.032	0.302
乳酸	3.46 ± 1.95	2.84 ± 1.77	3.98 ± 1.96	-2.245	0.029
谷丙转氨酶	35.60 (24.20, 77.00)	33.50 (23.13, 59.88)	41.00 (24.05, 172.50)	-1.065	0.287
尿素氮	4.10 (3.13, 4.80)	3.93 (2.68, 4.48)	4.39 (3.55, 5.59)	-1.555	0.120
肌酐	31.10 (25.65, 39.28)	30.00 (23.98, 38.25)	31.60 (28.58, 41.70)	-0.966	0.334
K ⁺	3.96 ± 0.59	3.60 ± 0.53	3.59 ± 0.64	0.102	0.919
Na ⁺	139.74 ± 4.80	138.03 ± 4.05	140.4 ± 5.32	-1.144	0.258
Mg ²⁺	0.81 (0.75, 0.91)	0.77 (0.73, 0.91)	0.85 (0.77, 0.91)	-1.531	0.126
P	1.49 (1.26, 1.73)	1.47 (1.27, 1.58)	1.62 (1.23, 1.88)	-1.657	0.098
Ca ²⁺	2.19 ± 0.24	2.24 ± 0.19	2.14 ± 0.23	1.716	0.092

P[#]采用连续性校正。

3.3. 多因素回归分析

纳入单因素分析中有统计学差异的因素进行二元 Logistic 回归分析。结果发现 BIG 评分是结局的独立影响因素($P = 0.047$) (表 4)。图 2 显示了 BIG 评分与出院时预后不良的 ROC 曲线, BIG 评分的曲线下面积(AUC)为 0.814 (95%置信区间 0.701~0.927)。最大 AUC 的最佳阈值点为 17.5, 该阈值点上预测不良结局的敏感度为 66.7%, 特异性为 88.0%。

Table 4. Logistic regression model predicting risk factors for adverse outcomes at discharge

表 4. 预测出院时不良结局危险因素的 Logistic 回归模型

	B	标准误差	瓦尔德	显著性	Exp (B)	95% CI
BIG 评分	0.197	0.099	3.931	0.047	1.217	1.012~1.479
瞳孔对光反射	0.189	0.500	0.143	0.705	1.208	0.453~3.222
休克	0.507	1.048	0.234	0.629	1.66	0.213~12.959
多发伤	0.336	0.74	0.205	0.650	1.399	0.328~5.968
脑水肿	2.054	1.241	2.74	0.098	7.802	0.685~88.836
血糖	0.063	0.109	0.333	0.564	1.065	0.86~1.318
乳酸	-0.074	0.235	0.100	0.752	0.928	0.585~1.472
常量	-4.191	1.509	7.707	0.005	0.015	

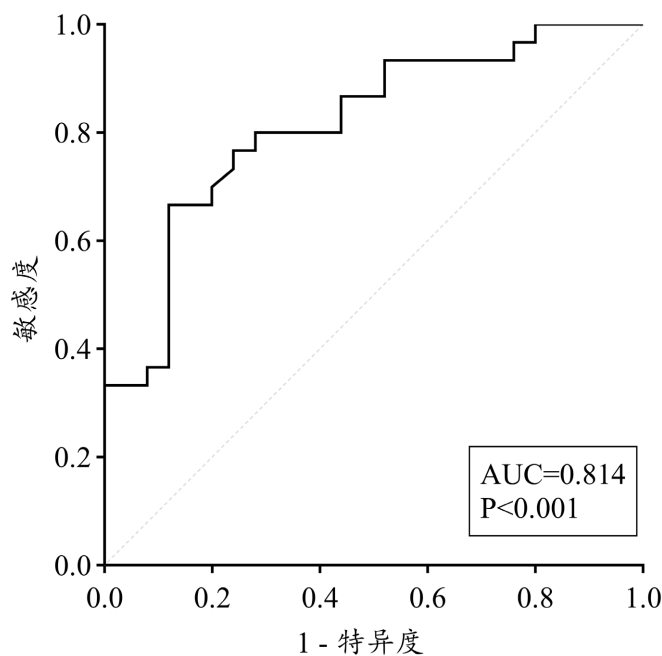


Figure 2. ROC curve for the BIG score vs adverse outcome revealed an area under the curve of 0.814. The optimal BIG cutoff is 17.5. AUC: area under the curve

图 2. 入院时 BIG 评分与出院时结局不良的受试者工作特征曲线。95%置信区间显示曲线下面积 0.814。最佳 BIG 截断值为 17.5。AUC: 曲线下面积

3.4. ICP & CPP

两组共 40 例患儿术中放置了 ICP 监测探头并监测至少 3 天 ICP (预后不良组中 1 名患儿未监测满 3

天)。两组之间术后 72 小时平均 ICP (22.0 VS 22.0, $p = 0.463$)、平均 CPP (52.0 VS 47.0, $p = 0.119$)无统计学差异。

4. 讨论

目前缺乏用于预测 TBI 患儿脑功能预后的指标。虽然 Davis L 等人的研究表明, BIG 评分能预测钝性创伤患儿的死亡率[6], 但尚无针对接受 DC 的重度 TBI 患儿的数据。本研究针对这一患儿群体开展, 发现入院时 BIG 评分是接受 DC 的中重度 TBI 患儿出院时不良结局的独立危险因素。此外, 我们发现, 患儿入院时瞳孔光反射差、存在休克、多发伤、脑水肿、高血糖、高乳酸血症也与较差的出院时 PCPC 有关。

BIG 评分的组成部分: GCS、INR、BE 均已被证明是创伤患儿不良结局的独立预测因子[9] [10] [11] [12]。GCS 虽可能受镇静状态、气管插管等影响, 但仍是目前临床上最常用的脑损伤或脑灌注不足程度的替代标记[13]。凝血障碍是创伤儿童尤其是 TBI 儿童死亡的常见独立危险因素[10] [11]。创伤导致的凝血功能障碍发生率高, 可导致多器官衰竭, 严重影响患者预后, 增加死亡风险[14]。目前认为 TBI 相关凝血功能障碍发生主要与创伤后血小板大量活化、脑组织释放大量的组织因子、激活外源性凝血途径有关[11] [15]。而凝血酶、组织因子对脑细胞有直接毒性作用, 可加重脑水肿, 凝血酶还可对血脑屏障造成不可逆破坏, 引起继发性脑损伤[16]。研究表明 TBI 患儿入院时 BE 与死亡率相关[11]。BE 是反应代谢性酸中毒的重要指标, 与休克的严重程度和液体需求有关[9] [17]。低灌注和休克是创伤后预后不良的预测因素[18]。颅脑损伤后脑灌注压下降, 引起多种内源性神经递质释放, 造成继发性脑缺血缺氧, 无氧酵解增加, 乳酸堆积, 局部组织代谢性酸中毒, 进一步加重脑水肿和颅高压, 造成脑组织缺氧缺血的恶性循环[19]。

瞳孔对光反射也是 TBI 预后的重要影响因素之一。瞳孔对光反射消失的重度 TBI 患儿出院时不良结局发生率较高。研究表明, TBI 患者复苏前到入院期间瞳孔反应性和大小的变化, 特别是瞳孔大小方面的临床状态恶化与死亡率增加有关, 严重 TBI 伴双瞳散大的患者大多预后很差, 双侧瞳孔 ≥ 4 mm 的患者绝大多数已丧失救治机会, 即使接受 DC 治疗, 其住院死亡率也接近 100% [20]。

本研究中 TBI 后的脑水肿是导致患儿预后不良的因素之一。TBI 后细胞外 pH 值和离子浓度改变引起神经胶质细胞肿胀, 产生的细胞毒性水肿与直接血脑屏障损伤引起的血管源性水肿相结合, 形成恶性循环, 直至脑肿胀无法控制, 导致永久性脑损伤或死亡。DC 更多的是为了降低升高的 ICP 和预防小脑幕切迹疝, 而不是直接治疗脑水肿[21], 严重脑水肿的 TBI 患儿即便及时接受 DC 治疗可能也难以改善结局。DECRA 试验也表明, 采用 DC 治疗弥漫性 TBI 可能不会显著改善预后[22]。

血糖值是判断 TBI 患儿入院时脑损伤严重程度的一项重要指标。TBI 后高血糖发生机制仍不详, 目前认为可能与创伤应激后发生的神经内分泌调节、炎症反应等有关[23]。TBI 造成局灶性下丘脑、脑干、脑白质等损伤, 导致交感神经-肾上腺髓质系统过度兴奋, 大量儿茶酚胺入血, 增加胰高血糖素分泌、肝糖原分解, 从而显著升高血糖[24]。脑细胞缺血缺氧时葡萄糖无法被正常利用而产生大量乳酸堆积, 导致神经细胞的继发性损伤, 可能是预后差的原因之一[25]。

本研究中入院时存在多发伤患儿的出院结局较差, 且所有 9 名死亡患儿均存在不同程度的多发伤。一方面本研究中绝大多数患儿为高坠伤或车祸伤, 容易造成多器官系统损伤, 多发伤患儿受伤时很可能承受了更巨大的外力作用。另一方面这一类患儿更容易合并休克和凝血障碍, 可能对手术的耐受更差, 从而导致结局恶化。

本研究中放置 ICP 监测探头的目的均为监测 DC 术后 ICP 变化情况。部分患儿未放置 ICP 监测探头的原因多为术中循环不稳定、血压多次下降, 或伤情严重为防止手术时间过长。对于本研究中监测了 ICP 的患儿, 也未发现其短期预后与术后 ICP、CPP 直接相关, 但 ICP 及 CPP 术后多保持在正常范围。

本研究的局限性: (1) 本研究为单中心、非随机、回顾性研究设计; (2) 由于儿童的此类手术风险和难度很高, 故样本量较小; (3) 受患儿伤情等客观条件限制, ICP 监测的数据不够充分; (4) 本研究仅分析了患儿的近期预后, 暂无长期随访结果。

5. 结论

综上, 对于接受 DC 治疗的中重度 TBI 患儿, 入院时的高 BIG 评分是出院时不良结局的独立危险因素。而瞳孔对光反射差、失血性休克、多发伤、脑水肿、高血糖、高乳酸血症均与出院结局不良相关。

参考文献

- [1] Dewan, M.C., Mumma, N., Wellons III, J.C. and Bonfield, C.M. (2016) Epidemiology of Global Pediatric Traumatic Brain Injury: Qualitative Review. *World Neurosurgery*, **91**, 497-509. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.03.045>
- [2] Galgano, M., Toshkezi, G., Qiu, X.C., et al. (2017) Traumatic Brain Injury. *Cell Transplantation*, **26**, 1118-1130. <https://doi.org/10.1177/0963689717714102>
- [3] Williams, R.F., Magnotti, L.J., Croce, M.A., et al. (2009) Impact of Decompressive Craniectomy on Functional Outcome after Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*, **66**, 1570-1576. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181a594c4>
- [4] Smith, M. (2017) Refractory Intracranial Hypertension: The Role of Decompressive Craniectomy. *Anesthesia & Analgesia*, **125**, 1999-2008. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002399>
- [5] Shutter, L.A. and Timmons, S.D. (2016) Intracranial Pressure Rescued by Decompressive Surgery after Traumatic Brain Injury. *New England Journal of Medicine*, **375**, 1183-1184. <https://doi.org/10.1056/NEJMe1609722>
- [6] Davis, A.L., Wales, P.W., Malik, T., et al. (2015) The BIG Score and Prediction of Mortality in Pediatric Blunt Trauma. *The Journal of Pediatrics*, **167**, 593-598. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.05.041>
- [7] 中华医学会神经外科学分会颅脑创伤专业组, 中华医学会创伤学分会神经损伤专业组. 儿童颅脑创伤诊治中国专家共识[J]. *中华神经外科杂志*, 2021, 37(12): 1200-1208.
- [8] Fiser, D.H. (1992) Assessing the Outcome of Pediatric Intensive Care. *The Journal of Pediatrics*, **121**, 68-74. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(05\)82544-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(05)82544-2)
- [9] Cicero, M.X. and Cross, K.P. (2013) Predictive Value of Initial Glasgow Coma Scale Score in Pediatric Trauma Patients. *Pediatric Emergency Care*, **29**, 43-48. <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e31827b52bf>
- [10] Hendrickson, J.E., Shaz, B.H., Pereira, G., et al. (2012) Coagulopathy Is Prevalent and Associated with Adverse Outcomes in Transfused Pediatric Trauma Patients. *The Journal of Pediatrics*, **160**, 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.08.019>
- [11] Whittaker, B., Christiaans, S.C., Altice, J.L., et al. (2013) Early Coagulopathy Is an Independent Predictor of Mortality in Children after Severe Trauma. *Shock*, **39**, 421-426. <https://doi.org/10.1097/SHK.0b013e31828e08cb>
- [12] Hindy-François, C., Meyer, P., Blanot, S., et al. (2009) Admission Base Deficit as a Long-Term Prognostic Factor in Severe Pediatric Trauma Patients. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*, **67**, 1272-1277. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31819db828>
- [13] Ghaffar, F., Razmkon, A. and Dehghankhalili, M. (2013) Glasgow Coma Scale Score in Pediatric Patients with Traumatic Brain Injury; Limitations and Reliability. *Bulletin of Emergency & Trauma*, **1**, 135-136.
- [14] Pringsheim, T., Fiest, K. and Jette, N. (2014) The International Incidence and Prevalence of Neurologic Conditions: How Common Are They? *Neurology*, **83**, 1661-1664. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000929>
- [15] Geeraerts, T., Haik, W., Tremey, B., et al. (2010) Troubles de la Coagulation Lors du Traumatisme Cranio-Encéphalique: Physiopathologie et Conséquences Thérapeutiques. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, **29**, e177-e181. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2010.06.007>
- [16] 武小寓, 叶璟, 胡蕾, 等. 儿童颅脑损伤流行病学调查和高危因素分析[J]. *中外医疗*, 2018, 37(14): 13-16.
- [17] Hodgman, E.I., Morse, B.C., Dente, C.J., et al. (2012) Base Deficit as a Marker of Survival after Traumatic Injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, **72**, 844-851. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31824ef9d2>
- [18] Randolph, L.C., Takacs, M. and Davis, K.A. (2002) Resuscitation in the Pediatric Trauma Population: Admission Base Deficit Remains an Important Prognostic Indicator. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **53**, 838-842. <https://doi.org/10.1097/00005373-200211000-00006>

- [19] 卢思为, 符跃强, 刘成军, 等. 入院贫血对创伤性脑损伤患儿预后的影响[J]. 重庆医科大学学报, 2018, 43(7): 935-939.
- [20] Hoffmann, M., Lefering, R., Rueger, J.M., *et al.* (2012) Pupil Evaluation in Addition to Glasgow Coma Scale Components in Prediction of Traumatic Brain Injury and Mortality. *British Journal of Surgery*, **99**, 122-130. <https://doi.org/10.1002/bjs.7707>
- [21] McBride, D.W., Szu, J.I., Hale, C., *et al.* (2014) Reduction of Cerebral Edema after Traumatic Brain Injury Using an Osmotic Transport Device. *Journal of Neurotrauma*, **31**, 1948-1954. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3439>
- [22] Cooper, D.J., Rosenfeld, J.V., Murray, L., *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>
- [23] 黄秋静, 黄西元, 张钦, 等. 儿童创伤性脑损伤后血糖与血清脂联素监测的临床意义[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2021, 43(4): 306-308.
- [24] Lam, A.M., Winn, H.R., Cullen, B.F., *et al.* (1991) Hyperglycemia and Neurological Outcome in Patients with Head Injury. *Journal of Neurosurgery*, **75**, 545-551. <https://doi.org/10.3171/jns.1991.75.4.0545>
- [25] 翟瑄, 夏佐中, 李映良, 等. 小儿颅脑损伤急性期血糖变化的临床意义[J]. 中华小儿外科杂志, 2002, 23(6): 540-542.