



电子、语音版

·论著·

重型颅脑损伤合并脑疝患者去骨瓣减压结果和短期预后分析

牛博, 图尔迪麦提·图尔迪艾合买提, 阿尔斯·阿黑赞, 阿布都许库尔·麦图孜, 黄荣
新疆医科大学第五附属医院神经外科, 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:目的 分析重型创伤性脑损伤(sTBI)合并脑疝患者选择去骨瓣减压术(DC)的适应证和治疗结局,并评估潜在的预后因素。方法 回顾性调查 2022 年 5 月—2024 年 12 月在新疆医科大学第五附属医院接受开颅手术的 152 例 sTBI 患者信息,如果术中发现脑实质隆起至颅骨内板以上,提示脑肿胀、颅内压(ICP)升高,由医生决定是否进行控制性 DC。使用格拉斯哥延伸评定量表评估 6 个月后的预后状态。结果 共有 90 例(59.21%)患者接受了控制性 DC(DC 组),其他 62 例(40.79%)接受了开颅手术(非 DC 组)。受伤至入院时间($OR=4.688, P=0.021$)、血肿类型($P<0.05$)、中线移位(MLS)($OR=1.177, P=0.002$)是与 DC 相关的手术因素。DC 组患者术后 6 个月内病死率高于非 DC 组(37.78% vs. 22.58%, $P=0.048$)。多因素 Logistic 回归分析显示,入院格拉斯哥昏迷量表(GCS)评分较低、双侧瞳孔散大、受伤至入院时间 ≥ 1 h、术前 ICP >40 mmHg 和 ≥ 60 岁是预后不良的危险因素($P<0.05$)。结论 术前分析 sTBI 合并脑疝患者的受伤至入院时间、血肿类型、MLS 可对后续是否进行 DC 有指导价值。此外,入院 GCS 评分较低、双侧瞳孔散大、受伤至入院时间 ≥ 1 h、术前 ICP >40 mmHg 和 ≥ 60 岁与患者预后不良相关。

关键词:重型创伤性脑损伤;脑疝;去骨瓣减压术;开颅手术;短期预后

中图分类号:R651.15

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2026.03.010

Outcomes and short-term prognostic factors following decompressive craniectomy in patients with severe traumatic brain injury complicated by brain herniation

NIU Bo, Tuerdimaimaiti Tuerdiahemaiti, Aersi Aheizan, Abuduxukuer Maituzi, HUANG Rong

Department of Neurosurgery, The Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830000, China

Corresponding author: HUANG Rong, Email: 13999186792@163.com

Abstract: **Objective** To analyze the indications for and outcomes of decompressive craniectomy (DC) in patients with severe traumatic brain injury (sTBI) complicated by brain herniation, and to evaluate potential prognostic factors. **Methods** A retrospective investigation was conducted on 152 patients with sTBI who underwent craniotomy in The Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from May 2022 to December 2024. If the brain parenchyma was found to bulge above the inner table of the skull during the operation, which indicated brain swelling and elevated intracranial pressure (ICP), the doctor decided to perform controlled DC. The Glasgow Outcome Scale extended was used to evaluate the prognosis at 6 months. **Results** A total of 90 patients (59.21%) underwent controlled DC (DC group), while the other 62 patients (40.79%) underwent craniotomy only (non-DC group). The time from injury to admission (odds ratio=4.688, $P=0.021$), hematoma type ($P<0.05$), and midline shift (odds ratio=1.177, $P=0.002$) were preoperative factors associated with DC. The DC group had a significantly higher mortality rate within 6 months after surgery than the non-DC group (37.78% vs. 22.58%, $P=0.048$). The multivariable logistic regression analysis showed that a low admission Glasgow Coma Scale score, bilateral pupillary dilation, time from injury to admission ≥ 1 hour, preoperative ICP >40 mmHg, and aged 60 or above were risk factors for poor prognosis ($P<0.05$). **Conclusion** Preoperative analysis of the time from injury to

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2023D01C150)。

收稿日期:2025-06-26;修回日期:2026-04-16

作者简介:牛博(1982—),男,硕士,主治医师,主要从事颅脑外伤及脑血管病的研究。Email: niubo378225@163.com。

通信作者:黄荣(1982—),男,新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市,博士,副主任医师,主要从事颅脑外伤、脑血管病、脑肿瘤及神经退行性病变的研究。Email: 13999186792@163.com。

admission, hematoma type, and midline shift in patients with sTBI accompanied by brain herniation has guiding value for whether DC is performed subsequently. In addition, a low admission Glasgow Coma Scale score, bilateral pupillary dilation, time from injury to admission ≥ 1 hour, preoperative ICP > 40 mmHg, and aged 60 or above are associated with a poor prognosis.

Keywords: severe traumatic brain injury; brain herniation; decompressive craniectomy; craniotomy; short-term prognosis

创伤性脑损伤(trumatic brain injury, TBI)是影响全球数百万人的重大公共卫生问题。目前估计,TBI导致的病死和病残占全球伤害相关死亡和残疾的1/3^[1-2]。尽管重型TBI(severe traumatic brain injury, sTBI)仅占有TBI病例的10%,但由于其病死率高达25%~40%^[1,3],因此sTBI治疗方法的合理选择显得尤为重要。脑疝是TBI的严重并发症^[4]。去骨瓣减压术(decompressive craniectomy, DC)是一种快速降低sTBI患者颅内压(intracranial pressure, ICP)的方法,但由于其固有的并发症和治疗结果,DC的应用仍然存在争议^[5-6]。近年来,控制性减压术释放ICP逐渐被用于临床。尽管如此,是否有必要对所有脑疝患者进行DC仍存在很大的不确定性。因此,作者回顾性整理了所在医院救治的sTBI合并脑疝患者的资料,旨在讨论DC可能需要考虑的因素,并随访这些患者的预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2022年5月—2024年12月在新疆医科大学第五附属医院接受开颅手术治疗的sTBI患者临床信息,因本研究收集临床信息时隐去个人信息,并且具有回顾性研究性质,未对患者权利及健康产生影响,医学伦理委员会同意豁免知情同意的要求(KY-2021NL-100)。统计患者资料,包括入院格拉斯哥昏迷量表(Glasgow Coma Scale, GCS)评分、血肿类型、中线移位(midline shift, MLS)、创伤严重程度量表(injury severity score, ISS)评分、瞳孔状态、人口社会学数据、损伤机制、计算机体层成像(computed tomography, CT)情况、Marshall CT分级、手术方式、术中发现、治疗结果及受伤至入院时间。瞳孔状态是检测ICP升高的关键临床参数。sTBI被定义为入院时GCS评分为3~8分。纳入标准:①闭合性sTBI(当外力撞击头部时,头骨没有破裂、断裂或被穿透);②复苏后GCS评分为3~8分;③合并脑疝;④经CT证实的血肿量 > 30 mL;⑤具备开颅手术适应证。排除标准:①开颅手术史或任何严重慢性疾病史;②开颅术后因ICP升高难以控制进行二期DC;③呼吸衰竭,或入院后3 d内死亡;④弥漫性轴索损伤,无颅内血肿;⑤穿透伤或其他可能影响结果的颅外损伤。该研究共纳入152例患者。其中,男性105例,女性47例;年龄15~69岁,中位年龄37.0岁,平均 (38.79 ± 17.15) 岁,包含8例15~17岁的青少年患者;最常见的伤害机制是道路交通事故(98/152,占64.47%),其次是袭击(32/152,占21.05%)和高处坠落(12/152,占7.89%);大多数患者入院时出现抽搐(71/152,占46.71%)

和喷射性呕吐(43/152,占28.29%);其中43.42%(66/152)的患者在受伤至入院时间小于1 h,45.39%(69/152)的患者受伤至入院时间在1~6 h,其他患者受伤至入院时间在6.1~12.0 h。共有90例(59.21%)患者接受了控制性DC(DC组),其他62例(40.79%)接受了开颅手术(非DC组)。

1.2 影像学评估

所有入院时CT扫描均根据Marshall CT分级和Fisher量表进行分析。根据Bullock等提出的标准^[4]评估MLS和基底池状态。血肿分为3个亚型:硬膜外血肿(epidural hematoma, EDH)、硬膜下血肿(subdural hematoma, SDH)和脑内血肿(intracerebral hematoma, ICH)。如果存在多发性颅内血肿,则根据主要血肿进行分类。据入院CT和MRI,所有患者基底池均受压变形;69例(45.39%)SDH、44例(28.95%)ICH和39例(25.66%)EDH。此外,MLS 0.0~24.0 mm,中位7.0 mm,平均 (6.80 ± 4.80) mm。

1.3 脑疝定义

脑疝的临床证据包括神经系统恶化,表现为GCS评分降低和(或)单侧或双侧瞳孔散大(瞳孔直径 > 5 mm)且对光无反应,同时CT显示脑疝,特征为严重的弥漫性脑肿胀或主要为单侧弥漫性脑肿胀伴占位效应、中线脑结构移位 > 5 mm和(或)中脑周围脑池闭塞。

1.4 临床管理

1.4.1 术前管理

入院后,对所有患者进行病史和体格检查,必要时进行气管插管。所有患者入住神经外科后,首先予镇静、动脉血二氧化碳分压正常化和甘露醇脱水管理(随后8 h内平均接受量为250 mL 20%甘露醇)。特别注意维持内环境稳定,以确保心脏、肺、肝和肾等重要器官的正常功能。所有患者在术前均接受了基线颅脑CT和计算机体层血管成像(CT angiography, CTA),以评估脑血管和血流的变化,并指导手术。

1.4.2 手术适应证

如果在脱水、镇静和镇痛治疗后ICP继续增加并 > 20 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);或者GCS评分下降 > 2 分,CT复查显示血肿扩大;或者周围脑池消失,中线移位,脑室受压,则应进行紧急开颅手术,术中需同时监测ICP。如果术中发现脑实质隆起至颅骨内板以上,提示脑肿胀、ICP升高,由2位神经外科医生共同决定,可直接进行控制性DC。总之,治疗目标为ICP ≤ 20 mmHg,脑灌注压 ≥ 60 mmHg,收缩压 > 100 mmHg,中心静脉压0~5 mmHg,氧分压 > 12 kPa,血糖5~

10 mmol/L,电解质在正常范围内,血压正常,体温 $<38^{\circ}\text{C}$ 。

1.4.3 手术过程

通常采用额颞顶骨大骨瓣开颅。患者全身麻醉。将前额和颞部头皮切至颅骨,快速剥离骨膜,在颅骨投影处钻孔,切开硬脑膜,并在硬脑膜下放置ICP监测探头;控制释放血性脑脊液(目标值为40 mmHg)和颅内血肿。去除骨瓣(骨窗约12 cm $\times$ 15 cm),咬除蝶骨嵴,静脉注射40~80 mg呋塞米和250 mL甘露醇(20%);过度通气,提高氧浓度。在硬脑膜下做几个不大于5 mm的小切口,缓慢抽吸血肿和脑挫伤组织,逐渐降低ICP。当ICP降至20 mmHg以下且没有脑组织隆起的迹象时,应径向切开硬脑膜以清除血肿或脑挫伤组织。如果ICP仍然 ≥ 20 mmHg,建议开颅切除颞叶/额叶非功能区的脑组织。ICP降至10 mmHg以下后,通过颞肌筋膜和人工硬脑膜进行硬脑膜减压修复和减张缝合。常规放置引流管,然后逐层闭合切口。

1.4.4 术后管理

术毕,所有患者都被直接送往神经外科重症监护室。对ICP高的患者进行7~10 d的低温管理。术后监测ICP(传感器通常在术后约1周取出)。每2小时观察并记录1次生命体征和ICP。如果患者病情稳定,则在术后1、24和72 h常规复查颅脑CT。

1.5 随访及预后

由受过专门训练的人员在伤后6个月时通过电话回

访和门诊复查,使用格拉斯哥延伸评定量表(Glasgow Outcome Scale extended, GOS-E)评分评估临床预后,该量表包含8类总体预后,从死亡(GOS-E评分1分)到恢复良好(GOS-E评分8分)。将GOS-E评分5~8分视为预后良好,否则为预后不良。

1.6 统计学方法

使用SPSS 25.0进行统计分析。计量资料进行正态性检验,正态性计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较采用配对 t 检验,非正态性计量资料采用中位数(四分位数间距) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,比较采用Mann-Whitney U 检验;计数资料以例(%)表示,比较采用 χ^2 检验。采用线性相关检验分析Marshall CT分级与MLS的相关性;采用多因素Logistic回归分析与DC及预后不良相关的临床因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术分组

DC组脑梗死发生率高于非DC组($P<0.001$)。此外,66例患者在受伤1 h内入院,并接受了超早期手术。DC组接受超早期手术的患者比例低于非DC组($P=0.007$)。DC组入院时GCS评分更低($P=0.015$),MLS更明显($P<0.001$),且中位ICP更高($P=0.026$),以及SDH患者比例、Marshall CT V级患者比例、入院时双侧瞳孔散大的患者比例更高($P<0.05$)。见表1。

表1 两组患者临床资料分析

变量	例数	DC组($n=90$)	非DC组($n=62$)	$t/Z/\chi^2$	P 值
年龄 例(%)	<60 岁	120	71(78.89)	0.001	0.983
	≥ 60 岁	32	19(21.11)		
性别 例(%)	男性	105	59(65.56)	1.282	0.258
	女性	47	31(34.44)		
	<1 h	66	38(42.22)		
受伤至入院时间 例(%)	1~6 h	69	36(40.00)	10.059	0.007
	$>6\sim 12$ h	17	16(17.78)		
入院GCS评分/(分, $\bar{x} \pm s$)	连续变量	152	5.56 $\pm$ 1.26	2.455	0.015
入院ISS评分/(分, $\bar{x} \pm s$)	连续变量	152	26.0 $\pm$ 9.01	-1.013	0.313
入院收缩压 例(%)	>90 mmHg	106	59(65.56)	1.828	0.176
	≤ 90 mmHg	46	31(34.44)		
血肿类型 例(%)	SDH	69	58(64.44)	39.599	<0.001
	ICH	44	23(25.56)		
	EDH	39	9(10.00)		
MLS 例(%)	<5 mm	50	19(21.11)	15.581	<0.001
	5~10 mm	69	45(50.00)		
脑梗死 例(%)	>10 mm	33	26(28.89)	12.205	<0.001
	无	132	71(78.89)		
Marshall CT分级 例(%)	有	20	19(21.11)	12.321	<0.001
	Ⅲ级	47	18(20.00)		
术前ICP/[mmHg, $M(P_{25}, P_{75})$]	V级	105	72(80.00)	-2.231	0.026
	连续变量	152	45.0(37.0, 52.0)		
入院时瞳孔散大 例(%)	单侧	119	62(68.89)	3.387	0.001
	双侧	33	28(31.11)		

注:DC=去骨瓣减压术;GCS=格拉斯哥昏迷量表;ISS=创伤严重程度量表;SDH=硬膜下血肿;ICH=脑内血肿;EDH=硬膜外血肿;MLS=中线移位;CT=计算机断层成像;ICP=颅内压。

2.2 与DC相关的术前因素

将表1中的变量进行多因素Logistic回归分析,由于Marshall CT分级与MLS存在强共线性,因此在多变量分析模型中只纳入了MLS。结果显示,受伤至入院时间($OR=4.688, P=0.021$)、血肿类型($P<0.05$)、MLS($OR=1.177, P=0.002$)与DC相关。其中EDH是减少DC的保护性因素($OR=0.221, P<0.001$);而SDH是接受DC的危险因素($OR=5.535, P=0.004$)。见表2。

2.3 治疗结局

所有病例术后早期均继续服用抗水肿药物和其他支持性治疗。在术后被送往重症监护室的患者中,29例(19.08%)在前3天内病死,17例(11.18%)在3~15 d内死于进行性脑损伤、弥漫性脑水肿和继发感染。平均住院时间16.8 d(1~205 d)。21例(13.82%)患者完全康复后出院回家。其他85例(55.92%)患者在重症监护室随访后,被转移到康复中心。DC组患者术后6个月内病死率高于非DC组(37.78% vs. 22.58%, $P=0.048$),且术后6个月

GOS-E评分中位值也略低于非DC组(4.0 vs. 5.0, $P=0.029$)。两组围手术期主要并发症风险无明显差异($P>0.05$,见表3)。此外,对于DC组患者,29例(32.22%)患者在DC后因以下任何适应证需要再次手术:术后出血(11例)、因持续高ICP导致DC扩大(6例)、术后感染(4例)、因脑积水需要脑脊液分流(8例)。

2.4 预后分析

根据术后6个月GOS-E评分分层,82例患者预后良好(GOS-E评分5~8分),其他70例患者预后不良(GOS-E评分<5分,包括48例1分)。根据单因素Logistic回归分析,GOS评分随着ICP的增加而下降,ICP越高,预后越差($P<0.05$)。除此之外,年龄、入院时GCS评分、瞳孔散大、血肿类型和受伤至入院时间也均与患者的预后相关($P<0.05$)。见表4。如表5所示,经多因素Logistic回归分析后,入院GCS评分较低、双侧瞳孔散大、受伤至入院时间 ≥ 1 h、术前ICP >40 mmHg和 ≥ 60 岁是预后不良的危险因素($P<0.05$),DC组患者存在上述情况的概率更高。

表2 多因素Logistic回归筛选与DC相关的术前因素

变量	分层赋分		b	S_b	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P值
	0	1						
受伤至入院时间	<1 h	1~6 h >6~12 h	1.545	0.669	5.335	4.688	1.264~17.392	0.021
入院GCS评分	7~8分	3~6分	-0.249	0.171	2.109	0.780	0.557~1.091	0.146
血肿类型	ICH	EDH	-1.511	0.302	25.033	0.221	0.122~0.399	<0.001
		SDH	1.711	0.591	8.377	5.535	1.737~17.633	0.004
MLS	<5 mm	>10 mm	0.163	0.053	9.260	1.177	1.060~1.307	0.002
	5~10 mm							
术前ICP	≤ 40 mmHg	>40 mmHg	0.007	0.016	0.189	1.007	0.976~1.039	0.664
瞳孔散大	单侧	双侧	0.271	0.350	0.600	1.311	0.661~2.602	0.438
常量	—	—	2.439	1.589	2.357	11.459	—	0.125

注:GCS=格拉斯哥昏迷量表;SDH=硬膜下血肿;ICH=脑内血肿;EDH=硬膜外血肿;MLS=中线移位;ICP=颅内压;—=没有数据。

表3 2组治疗结局和围术期主要并发症

结局	例数	DC组($n=90$)	非DC组($n=62$)	Z/χ^2 值	P值
术后3 d内死亡 例(%)	29	21(23.33)	8(12.90)	2.587	0.108
术后3~15 d死亡 例(%)	17	12(13.33)	5(8.06)	1.026	0.311
术后6个月内死亡 例(%)	48	34(37.78)	14(22.58)	3.924	0.048
术后6个月GOS-E评分[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	152	4.0(1.0, 6.0)	5.0(2.0, 6.0)	-2.187	0.029
术后主要并发症 例(%)	66	43(47.78)	23(37.10)	1.705	0.192
术后出血	17	11(12.22)	6(9.68)	0.239	0.625
硬膜下积液	17	12(13.33)	5(8.06)	1.026	0.311
脑积水	16	10(11.11)	6(9.68)	0.080	0.777
脑膨出	13	9(10.00)	4(6.45)	0.591	0.442
术后感染	9	6(6.67)	3(4.84)	0.220	0.639

注:DC=去骨瓣减压术;GOS-E=格拉斯哥延伸评定量表。

表4 单因素 Logistic 回归分析预后不良的影响因素

指标	分层赋分		<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2 值	OR 值	95%CI	<i>P</i> 值
	0	1						
年龄	<60 岁	≥60 岁	1. 671	0. 368	18. 757	5. 308	2. 484~11. 298	<0. 001
性别	女性	男性	-0. 661	0. 351	3. 536	0. 51	0. 259~1. 028	0. 060
受伤至入院时间	<1 h	1~6 h >6~12 h	0. 927	0. 340	7. 447	2. 526	1. 298~4. 915	0. 006
入院 GCS 评分	7~8 分	3~6 分	1. 041	0. 374	7. 773	2. 833	1. 363~5. 892	0. 005
入院 ISS 评分	≤25 分	>25 分	-0. 043	0. 328	0. 017	0. 958	0. 503~1. 824	0. 897
入院收缩压	>90 mmHg	≤90 mmHg	0. 139	0. 833	0. 028	1. 149	0. 224~5. 886	0. 867
血肿类型	ICH	EDH SDH	0. 768	0. 341	5. 074	2. 155	1. 105~4. 205	0. 024
MLS	<5 mm 5~10 mm	>10 mm	0. 173	0. 328	0. 278	1. 189	0. 625~2. 263	0. 598
脑梗死	无	有	0. 151	0. 329	0. 210	1. 162	0. 610~2. 214	0. 647
Marshall CT 分级	Ⅲ 型	V 型	0. 205	0. 354	0. 335	1. 227	0. 613~2. 456	0. 563
术前 ICP	≤40 mmHg	>40 mmHg	1. 085	0. 348	9. 719	2. 960	1. 496~5. 854	0. 002
瞳孔散大	单侧	双侧	1. 443	0. 434	11. 058	4. 232	1. 808~9. 904	<0. 001

注:GCS=格拉斯哥昏迷量表;ISS=创伤严重程度量表;SDH=硬膜下血肿;ICH=脑内血肿;EDH=硬膜外血肿;MLS=中线移位;CT=计算机断层成像;ICP=颅内压。

表5 多因素 Logistic 回归分析预后不良的影响因素

指标	分层赋分		<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2 值	OR 值	95%CI	<i>P</i> 值
	0	1						
年龄	<60 岁	≥60 岁	1. 436	0. 438	10. 767	4. 204	1. 783~9. 912	0. 001
受伤至入院时间	<1 h	1~6 h >6~12 h	1. 134	0. 406	7. 818	3. 109	1. 404~6. 884	0. 005
入院 GCS	7~8 分	3~6 分	0. 911	0. 448	4. 146	2. 488	1. 035~5. 981	0. 042
血肿类型	ICH	EDH SDH	0. 299	0. 400	0. 558	1. 348	0. 615~2. 953	0. 455
术前 ICP	≤40 mmHg	>40 mmHg	0. 808	0. 396	4. 167	2. 242	1. 033~4. 869	0. 041
瞳孔散大	单侧	双侧	1. 302	0. 506	6. 621	3. 675	1. 364~9. 904	0. 010

注:GCS=格拉斯哥昏迷量表;SDH=硬膜下血肿;ICH=脑内血肿;EDH=硬膜外血肿;ICP=颅内压。

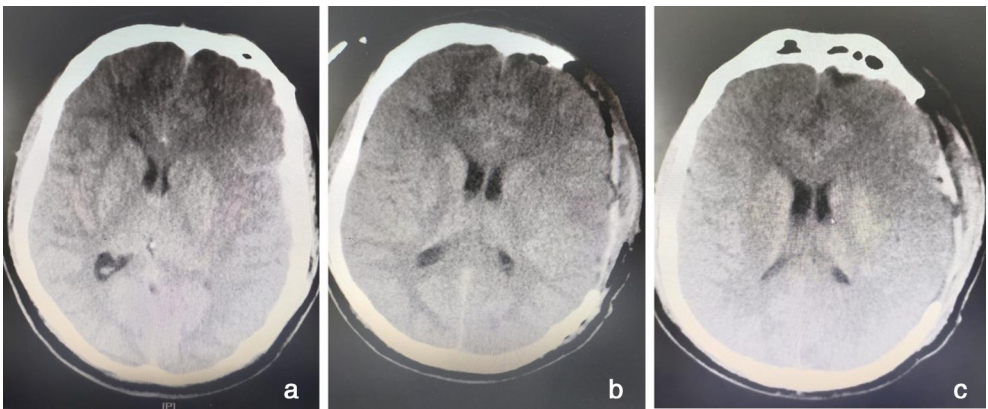
2.5 典型病例

1例51岁女性患者因交通事故昏迷不醒,在事故发生1 h 内抵达医院,入院时 GCS 评分为 5 分(E1V1M3),未发现明显的脑脊液漏。在抵达医院 20 min 内,左瞳孔散大。立即予以气管插管。CT 平扫显示左侧急性硬膜下血肿、颞叶挫伤、外伤性蛛网膜下腔出血、中线向右侧移位和脑疝(图 1a)。患者接受了紧急开颅手术。由于受伤严重,大脑肿胀。因此,决定进行左额颞部去骨瓣减压,并使用 Gore-Tex 膜移植关闭硬脑膜。颅骨缺损大小约为 10.0 cm×9.5 cm。术中 ICP 监测传感器被放置在左额叶。主要读数为 4 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa),随后几天为 10~15 cmH₂O,怀疑是脑脊液漏导致了颅内低压。术后,患者屈光参差有所改善:左瞳 3 mm,右瞳 1.5 mm,脑部 CT 平扫显示肿块效应和中线移位消退(图 1b)。2 周后随访 CT,显示中线移位完全消失(图 1c)。出院后,患者被转移到康复中心。

3 讨论

sTBI 合并脑疝的治疗关键在于降低 ICP,DC 为高 ICP 治疗的最后方案,其可能改善压力自动调节功能、脑血流量、脑组织氧合作用以及脑能量代谢^[6-8]。如表 6 所示,许多研究者已经验证了 DC 可提高 sTBI 患者的生存率^[9-11],但 DC 也可能导致一些并发症,如手术部位及更远处的术后出血、DC 缺损处脑膨出、手术部位感染、硬膜下积液、创伤后脑积水等^[12-13],致使幸存者的严重残疾风险增加^[4,14-15]。

sTBI 合并脑疝患者开颅术后发生颅内高压或脑梗死的概率较高,因此,可进行 DC 以避免二次手术^[4,16-17]。本研究中对 sTBI 脑疝患者进行了筛选,对脑实质隆起至颅骨内板以上,提示脑肿胀、ICP 升高的患者进行 DC。所有患者均接受了 ICP 监测,结果显示,DC 组的中位术前 ICP 高于非 DC 组。非 DC 组的脑梗死发生率低于 DC 组,这可能是因为该组患者脑肿胀较轻且 ICP 未升高,并且本研究认为,术后脑梗死是 sTBI 伴脑疝患者病理生理过程中血管痉挛所致,而非 DC 或骨瓣复位的结果。



a:术前获得的脑部CT轴位平片显示左侧急性硬膜下血肿、脑挫伤、外伤性蛛网膜下腔出血,中线向右侧移位,脑疝,血肿厚度约为1.5 cm。b:术后立即进行脑部轴位CT平扫显示,左额颞部DC和中线移位有所改善。c:术后2周脑部轴位CT平扫显示,中线移位恢复,血肿几乎消失,没有其他异常进展。

图1 患者CT平扫图像

表6 选择DC治疗的TBI患者预后与术前临床特征分析的相关分析

第一作者	研究类型	患者类型	术前临床特征	预后
Gantner D ^[14]	对前瞻性收集数据 进行回顾性分 析的队列研究	sTBI	伴血肿病变患者接受DC概率高于伴 弥漫性病变; 年龄较大、GCS较高和伴弥漫性病变 患者接受二次DC的概率较低	—
Nadeem A ^[18]	系统回顾和荟萃 分析	急性硬膜下血 肿	男性、GCS低(3~8分)、双侧瞳孔散大 接受DC的概率较高	接受开颅手术的患者病死率低于接受DC的患者 (29.8% vs. 38.9%),预后良好率高于接受DC的 患者(27.4% vs. 20.0%)
Lan Z ^[4]	回顾性研究	sTBI合并脑疝	GCS较低、双侧瞳孔散大、MLS≥10 mm、 SDH和受伤至入院时间>1 h的患者接 受DC的概率较高	接受DC的患者预后良好率低于接受开颅手术的 患者(23.7% vs. 62.7%),病死率高于接受开颅手 术的患者(37.8% vs. 9.8%)

注:DC=去骨瓣减压术;sTBI=重型创伤性脑损伤;GCS=格拉斯哥昏迷量表;SDH=硬膜下血肿;MLS=中线移位;—=没有数据。

本研究分析了选择DC治疗的sTBI合并脑疝患者术前临床特征。结果显示,受伤至入院时间、血肿类型、MLS与DC相关。本研究中,DC组患者的入院GCS评分平均值<6分,此外,还发现EDH是与DC减少相关的因素,相反,SDH患者接受DC的概率更大。既往研究如表6所示,Gantner等^[14]研究发现GCS评分较高的患者接受第2次DC的概率较低。且一项系统回顾和荟萃分析研究报告,在GCS评分3~8分的TBI患者中,开颅手术的患者比例低于进行DC的患者,在GCS评分9~13分的患者中,2种手术方式无显著差异,而在GCS评分14~15分的患者中,开颅手术患者的比例高于DC患者的比例^[18]。在急性SDH病例中,创伤时的剪切力对脑血管造成了更大的损伤,导致缺血性脑损伤,随后引发急性脑肿胀。因此,患有SDH的患者在手术中更容易出现过度脑肿胀,即使在清除占位性病变后也是如此,这使该人群更有可能成为DC的候选者^[4]。Khan等^[19]研究也表明,虽然开颅手术治疗SDH患者具有更好的功能预后,但DC治疗患者发生残留SDH的概率更低。

在本研究的预后分析中,虽然DC组及非DC组的术后并发症发生情况无统计学差异,但DC组患者术后6个月内病死率高于非DC组,且术后6个月GOS-E评分中位值也略低于非DC组。DC是治疗ICP升高的挽救性手术选择,其基本原理是切除部分颅骨,打开硬脑膜以创造空间,以避免继发性脑实质损伤和脑疝,减少缺血并发症,并改善脑血流量、灌注和顺应性。但DC应在不可逆的神经功能缺损出现之前进行,特别是在脑疝出现前,这对预后改善更明显。脑疝持续时间越长,患者发生颅内高压和脑缺血的可能性越大。因此,可能导致本研究中DC组患者有更高的短期病死率和更差的短期预后。经分析,入院GCS评分较低、瞳孔散大、受伤至入院时间≥1 h、术前ICP>40 mmHg和≥60岁是预后不良的危险因素,而在本研究中,DC组患者存在上述危险因素的概率更大。因此,笔者认为,DC并不一定会增加sTBI合并脑疝患者的病死率。

本研究存在局限性,首先,本研究为单中心研究,患者选择可能存在偏倚;其次,仅收集患者6个月内的随访

数据,仅分析了患者的短期预后情况;最后,未分析骨瓣复位时机对预后的影响。在后续研究中,应设计长期、全面的研究方案,并纳入多中心病例进行前瞻性分析,以验证本研究的结论。

综上所述,术前分析sTBI合并脑疝患者的受伤至入院时间、血肿类型、MLS可对后续是否进行DC有指导价值。此外,入院GCS评分较低、瞳孔散大、受伤至入院时间 ≥ 1 h、术前ICP >40 mmHg和 ≥ 60 岁与患者预后不良相关。

参 考 文 献

- [1] BANOEI M M, HUTCHISON J, PANENKA W, et al. Metabolomic in severe traumatic brain injury: exploring primary, secondary injuries, diagnosis, and severity[J]. *Crit Care*, 2025, 29(1): 26.
- [2] 尹明东,郭传军,吕晨.轻度颅脑损伤患者GCS及血清GFAP、UCH-L1、IL-6与早期CT阴性表现的相关性[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2025, 52(2): 40-45.
- [3] ZHANG C C, ZHOU L M, ZHANG K, et al. Brain tissue oxygen pressure combined with intracranial pressure monitoring may improve clinical outcomes for patients with severe traumatic brain injury: a systemic review and meta-analysis[J]. *PeerJ*, 2024, 12: e18086.
- [4] LAN Z G, RICHARD S A, LI Q, et al. Outcomes of patients undergoing craniotomy and decompressive craniectomy for severe traumatic brain injury with brain herniation: a retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(43): e22742.
- [5] RUSSO L, KAZMI A, AHMED N. Current management and future challenges in the management of severe traumatic brain injury[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2025, 61(4): 738.
- [6] JOST J N. Primary decompressive craniectomy after traumatic brain injury: a literature review[J]. *Cureus*, 2022, 14(10): e29894.
- [7] RAKHIT S, NORDNESS M F, LOMBARDO S R, et al. Management and challenges of severe traumatic brain injury[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2021, 42(1): 127-144.
- [8] 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性介质水平与预后的影响[J]. *解放军医学杂志*, 2023, 48(11): 1338-1343.
- [9] HASHMI S M M, NAZIR S, COLOMBO F, et al. Decompressive craniectomy for the treatment of severe diffuse traumatic brain injury: a randomized controlled trial[J]. *Asian J Neurosurg*, 2022, 17(3): 455-462.
- [10] HUBERTUS V, FINGER T, DRUST R, et al. Severe traumatic brain injury in children-paradigm of decompressive craniectomy compared to a historic cohort[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2022, 164(5): 1421-1434.
- [11] 祁洲,李国强,田帆,等.耳后切口去骨瓣减压术治疗重度创伤性脑损伤的研究进展[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(7): 661-665.
- [12] SVEDUNG WETTERVIK T, LENELL S, ENBLAD P, et al. Decompressive craniectomy in traumatic brain injury - craniectomy-related and cranioplasty-related complications in a single center[J]. *World Neurosurg*, 2021, 148: e508-e517.
- [13] HENRY J, AMOO M, MURPHY A, et al. Complications of cranioplasty following decompressive craniectomy for traumatic brain injury: systematic review and meta-analysis[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 163(5): 1423-1435.
- [14] GANTNER D, WIEGERS E, BRAGGE P, et al. Decompressive craniectomy practice following traumatic brain injury in comparison with randomized trials: harmonized, multi-center cohort studies in Europe, the United Kingdom, and Australia[J]. *J Neurotrauma*, 2022, 39(11/12): 860-869.
- [15] STEIN K Y, FROESE L, GOMEZ A, et al. Intracranial pressure monitoring and treatment thresholds in acute neural injury: a narrative review of the historical achievements, current state, and future perspectives[J]. *Neurotrauma Rep*, 2023, 4(1): 478-494.
- [16] FALCONI S, DEMOPOULOS A, COLLINS R, et al. Outcomes of pediatric traumatic brain injury patients presenting with or developing cerebral herniation[J]. *World Neurosurg*, 2023, 177: e700-e709.
- [17] WU Y G, CHAO Y J, GAO G, et al. Risk factors for cerebral infarction after moderate or severe traumatic brain injury[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2021, 17: 433-440.
- [18] NADEEM A, SIDDIQUI T, RAIS T, et al. Comparing surgical outcomes: craniotomy versus decompressive craniectomy in acute subdural hematoma - a systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg X*, 2024, 23: 100368.
- [19] KHAN M H, FATIMA M, ABID S F, et al. Comparison of decompressive craniectomy versus craniotomy for evacuation of subdural hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Surg Res*, 2024, 302: 593-605.

责任编辑:王荣兵