

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2019.14.027

CT 灌注成像技术用于重型颅脑损伤患者脑室型颅内压探头植入的临床价值评估*

杨俊¹ 王刚¹ 黄庆¹ 王长江¹ 彭如臣² 张志鹏² 张洪兵^{1Δ}

(1 首都医科大学附属北京潞河医院 神经外科 北京 101149; 2 首都医科大学附属北京潞河医院 医学影像科 北京 101149)

摘要 目的:探讨 CT 灌注成像技术用于重型颅脑损伤患者脑室型颅内压(Intracranial Pressure, ICP)探头植入的临床价值。**方法:**选取 60 例重型颅脑损伤患者,均行患侧开颅去骨瓣减压和颅内压监测探头置入术。其中,行普通型颅内压监测探头置入术 28 例,脑室型颅内压监测探头置入术 32 例。比较两组术后甘露醇应用剂量和应用时间,术后局部脑血流参数区域脑血流量(regional Cerebral Blood Flow, rCBF)、相对脑血容量(relative Cerebral Blood Volume, rCBV)、平均通过时间(Mean Transit Time, MTT)、对比剂达峰时间(time to peak, TTP)恢复情况。**结果:**脑室型颅内压监测组患者术后应用甘露醇的剂量和天数较普通型颅内压监测组明显缩短($P<0.05$),术后 3 个月随访提示脑室型 ICP 监测组预后良好比例较普通型 ICP 组显著增加($P<0.05$)。并且螺旋 CT 灌注成像结果提示脑室型颅内压监测组患者术后局部脑血流参数 rCBF、rCBV、MTT、TTP 恢复情况明显优于普通型颅内压监测组($P<0.05$)。**结论:**重型颅脑损伤患者应用脑室型颅内压监测探头改变了脱水剂在临床应用中的治疗模式,通过螺旋 CT 灌注成像检测患者损伤部位的 rCBF、rCBV、MTT 和 TTP 可评估脑损伤的程度以及预后,对重型颅脑损伤的临床治疗和改善患者预后具有重要意义。

关键词:脑室型颅内压探头;重型颅脑损伤;CT 灌注成像;局部脑血流

中图分类号:R651.1 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2019)14-2730-05

Computed Tomography Perfusion Imaging Evaluation of Ventricle Type of Intracranial Pressure Monitoring in Severe Craniocerebral Injury*

YANG Jun¹, WANG Gang¹, HUANG Qing¹, WANG Chang-jiang¹, PENG Ru-chen², ZHANG Zhi-peng², ZHANG Hong-bing^{1Δ}

(1 Department of neurosurgery, Beijing Luhe Hospital, Capital Medical University, Beijing, 101149, China;

2 Department of medical image, Beijing Luhe Hospital, Capital Medical University, Beijing, 101149, China)

ABSTRACT Objective: To evaluate the clinical value of ventricle type of intracranial pressure (ICP) monitoring in severe craniocerebral injury by computed tomography perfusion(CTP) imaging. **Methods:** The 60 patients with severe craniocerebral injury were performed to the affected side craniotomy with big bone flap decompression and intracranial pressure (ICP) monitoring probe implantation in all patients, including 28 cases with common ICP monitoring probe, and 32 cases with ventricle type of ICP monitoring probe. The dose and application time of mannitol were compared between the two groups, and the regional cerebral blood flow (rCBF), relative cerebral blood volume (rCBV), the mean transit time, (MTT) and the time to peak (TTP) also were compared. **Results:** The using dosage and time of mannitol in ventricle type of ICP monitoring group was obviously decreased less than Common ICP monitoring group ($P<0.05$). As follow up after 3 months, the postoperative prognosis in ventricle type of ICP monitoring group was much better than common ICP monitoring group ($P<0.05$). The recovery of rCBF, rCBV, MTT and TTP in injured area were much better in ventricle type of ICP monitoring group by CTP. **Conclusion:** The ventricle type of ICP monitoring probe applied in severe craniocerebral injury can significantly change the treatment modality with mannitol, and is more useful to control the acute ICP and improve the prognosis of patients with severe craniocerebral injury. Analysis of rCBF, rCBV, MTT and TTP in injured area of severe craniocerebral injury have great significance to guide clinical treatment.

Key words: Ventricle type of intracranial pressure monitoring; Severe craniocerebral injury; Computed tomography perfusion imaging; Regional cerebral blood flow

Chinese Library Classification(CLC): R651.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2019)14-2730-05

前言

创伤性颅脑损伤(Traumatic Brain Injury, TBI)严重威胁着人们的安全^[1]。重型 TBI 患者特别是格拉斯哥昏迷评分

* 基金项目:首都卫生发展科研专项(首发 2018-3-7083);北京市通州区科技计划项目(KJ2018CX005)

作者简介:杨俊(1982-),硕士研究生,主治医师,从事颅脑创伤,脑血管病的临床工作,电话:13488612370, E-mail: yangji26@163.com

Δ 通讯作者:张洪兵(1965-),本科,主任医师,从事神经系统肿瘤,脑血管病临床工作, E-mail: hongbing0626@sina.com

(收稿日期:2018-12-10 接受日期:2019-01-15)

(Glasgow Coma Scale, GCS) 小于 8 分的重型 TBI 患者的致残率和病死率均较高^[2]。颅内压(Intracranial Pressure, ICP)增高所导致的多脏器功能衰竭是重型 TBI 患者急性期死亡的主要原因^[3],因此需严格监测 ICP。手术治疗是重型 TBI 患者救治过程中的重要措施。近年来,ICP 监测的应用使我们对 ICP 增高的评价有了客观量化的指标。ICP 监测仪是测量 ICP 较为精确的方法,并可持续动态记录患者 ICP 值。目前,ICP 监测探头可分为脑室型、硬膜下型和脑内型等^[4]。其中,脑室型 ICP 监测可直接释放出脑脊液并降低 ICP,同时也可将脑脊液中的白细胞介素、白三烯以及炎症趋化因子等有害物质引流到体外,从而减轻继发性损害^[5,6];另外,对 ICP 进行实时监测可避免因 ICP 急剧波动而引起的病情恶化,患者 CT 平扫如有侧脑室显示便可完成侧脑室穿刺引流术^[7]。严重 TBI 患者常伴有 ICP 增高和低氧血症引起的低灌注压,致使患者脑部血流量灌注不足,进而导致继发性脑缺血^[8]。患者脑部如发生早期缺血和缺氧则可显著增加继发性脑损伤的发生概率以及引起其他不良后果,可使患者的病死率倍增^[9]。

近年来,随着多排螺旋 CT 在临床中的广泛应用,CT 灌注成像(computed tomography perfusion imaging, CTP)已广泛应用于各类脑血管疾病的诊断与临床研究,但对于重型颅脑损伤的研究较少,CTP 可快速获得全脑动态成像,清晰地显示颅内血管形态及其动态血流信息,对于重型颅脑损伤术后脑血流、功能及预后的评估具有重要意义^[10]。本研究主要探讨了 CT 灌注成像技术用于重型颅脑损伤患者脑室型颅内压探头植入的临床价值,结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 一般资料

研究对象为 2013 年 7 月 1 日-2016 年 6 月 30 日我院收治的重型 TBI 患者共 60 例。纳入标准:① 年龄 18-70 岁;② 生命体征平稳;③ 既往身体健康;④ 受伤后 12 h 内入院;⑤ GCS 评分 3-8 分;⑥ 入院后需即刻行开颅血肿和(或)脑挫裂伤清除和去骨瓣减压术者;脑室型颅内压监测组采取常规手术+脑室型颅内压探头置入,术后持续监测。普通型探头颅内压检测组采取常规手术+普通型颅内压探头置入,术后持续监测。⑦ 术前 CT 平扫有侧脑室显示。排除标准:① 合并有其他系统严重外伤;② 伤前有心脑血管疾病、血液系统疾病以及严重肝肾功能不全者;③ 开颅术后无自主呼吸和(或)低血压者(收缩压 <90 mm Hg);④ 术后复查出现迟发血肿需二次手术。

1.2 研究方法

1.2.1 分组 将 60 名重型颅脑损伤手术病人进行分组,其中常规手术+普通型颅内压探头监测组患者 28 例,男性 12 例,女性 16 例,平均年龄 40.8 ± 11.6 岁;另一组为常规手术+脑室型颅内压探头监测组,入选患者 32 例,男性 15 例,女性 17 例,平均年龄 43.2 ± 10.1 岁。两组术后均常规给予止血、镇静、止痛、脱水、预防癫痫、抗血管痉挛等常规治疗。

1.2.2 手术方法 单侧开颅去骨瓣减压及 ICP 监测探头置入术:① 对患者进行全身麻醉,麻醉后,患者取仰卧头中立位,标记额、颞及顶部手术切口,切口范围为标准外伤大骨瓣切口大小;② 患者头部去骨瓣的范围为额、颞和顶部,减压窗面积为 $12 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$;③ 咬除蝶骨嵴,使减压窗向下延伸至中颅窝底,

以便减轻对脑干和丘脑的压迫;④ 悬吊创口周边的硬脑膜,并以放射状剪开创口两侧硬脑膜,去除颅内占位明显的血肿以及挫裂伤严重的脑组织,同时止血。

普通型探头组(CAMINO 4G)(28 例):选择合适位置刺穿皮肤,根据术中情况将颅内压探头妥善放置于硬膜下并固定。硬膜下或硬膜外放置引流管 1 根,减张缝合硬脑膜,去除骨瓣,将头皮逐层缝合,并用无菌纱布覆盖固定。

脑室型探头(CAMINO HM)组(32 例):以对侧发际线内 2 厘米,中线旁开 2.5 厘米为穿刺点,将脑室型颅内压探头置入侧脑室额角,并妥善固定。引流管放置同普通型探头组。

1.2.3 治疗 ICP 的评定:正常,ICP 值 $\leq 15 \text{ mm Hg}$;轻度升高,ICP 为 $16-20 \text{ mm Hg}$;重度升高,ICP 为 $21-40 \text{ mm Hg}$ 。各组根据 ICP 变化酌情使用不同剂量甘露醇 $0.25-1.0 \text{ g/kg}$,其中脑室型颅内压可先酌情释放脑脊液,释放脑脊液无效后可使用甘露醇。当 $15 \text{ mm Hg} < \text{ICP} < 25 \text{ mm Hg}$ 时,甘露醇用量为 125 mL/q8h ,当 $25 \text{ mm Hg} < \text{ICP} < 35 \text{ mm Hg}$ 波动时,甘露醇用量增至 250 mL/q6 h ,当 $35 \text{ mm Hg} < \text{ICP} < 50 \text{ mm Hg}$ 时,甘露醇用量为 250 mL/q6 h-4 h ,在药物治疗期间对患者血浆渗透压和肾功能进行监测。患者病情控制目标为 $\text{ICP} < 15 \text{ mm Hg}$,脑灌注压维持在 $60-70 \text{ mm Hg}$ 。

1.2.4 局部脑血流参数的检测 患者在术后 1 d、3 d、14 d 时应用飞利浦 128 层容积 CT 并以容积扫描方式进行脑部 CTP 检查。管电流设定为 250 mA ,管电压设定为 120 kV ,扫描野(FOV)设定为 250 ,扫描层厚度为 1 mm ,扫描范围为 80 mm ,扫描部位主要为基底节,并保持每人每次扫描层面的一致性。以 5 mL/s 的速度注射 50 mL 碘比醇(350 mg/mL)对比剂,随后立即注射 30 mL 生理盐水。通过飞利浦 PORTALA 工作站 Brain Perfusion 对 CTP 数据进行处理和分析,记录研究区域的脑血流量(regional Cerebral Blood Flow, rCBF)、相对脑血容量(relative Cerebral Blood Volume, rCBV)、对比剂达峰时间(time to peak, TTP)以及对比剂平均通过时间(Mean Transit Time, MTT)等脑组织 CTP 参数,MTT 根据公式 $\text{CBF} = \text{CBV} / \text{MTT}$ 计算得出。

1.3 预后评估

随访观察颅脑损伤 3 个月后的恢复情况,并应用格拉斯哥量表(Glasgow Outcome Scale, GOS)进行评分。评估标准为:5 分为良好;4 分为中残;3 分为重残;2 分为植物生存;1 分为死亡。

1.4 统计学分析

应用 SPSS19.0 统计软件进行数据处理和统计分析。连续变量以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间均数比较采用两样本 t 检验,分类变量以构成比或率(%)表示,两组间率的比较采用 χ^2 检验,均以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般情况的比较

重型 TBI 患者共 60 例,包括男性 27 例,女性 33 例。行普通型 ICP 监测组患者 28 例,男性 12 例,女性 16 例,平均年龄 40.8 ± 11.6 岁,术前 GCS 评分 3-8 分例数分别为 4 例,6 例,7 例,5 例,4 例和 2 例。行脑室型 ICP 监测组患者 32 例,男性 15 例,女性 17 例,平均年龄 43.2 ± 10.1 岁,术前 GCS 评分 3-8 分例数分别为 5 例,6 例,5 例,7 例,6 例和 3 例。两组患者一般情况以及脑损伤程度比较均无明显差异($P > 0.05$)(表 1),具有可比性。

表 1 两组患者一般情况比较

Table 1 Comparison of the general condition between two groups

Index	General type	Ventricular type	P
n	28	32	0.718
Gender (man /%)	12(42.9%)	15(46.9%)	0.653
Age(y)	40.8± 11.6	43.2± 10.1	0.41
preoperative GCS score(n%)			
3 score	4(14.3%)	5(15.6%)	0.623
4 score	6(21.4%)	6(18.8%)	0.584
5 score	7(25%)	5(15.6%)	0.22
6 score	5(17.9%)	7(21.9%)	0.412
7 score	4(14.3%)	6(18.8%)	0.52
8 score	2(7.1%)	3(9.4%)	0.368

2.2 两组患者术后甘露醇应用剂量和应用时间的比较

普通型 ICP 监测组患者术后甘露醇使用量为 761± 109 g, 使用天数为 10.2± 2.7 d, 脑室型 ICP 监测组患者术后甘露醇使用量为 663± 98 g, 使用天数为 8.7± 2.1 d。脑室型 ICP 监测组患

者术后甘露醇的使用剂量明显低于普通型 ICP 监测组($P<0.05$), 使用时间也明显短于普通型 ICP 监测组($P<0.05$), 差异均有统计学意义($P<0.05$), 见表 2。

表 2 两组患者术后甘露醇应用剂量、应用时间的比较

Table 2 Comparison of the dose and time of mannitol between two groups after operation

Mannitol	General type	Ventricular type	P
Dose(g)	761± 109	663± 98	0.003*
Time(d)	10.2± 2.7	8.7± 2.1	0.014*

Note: * $P<0.05$.

2.3 两组患者术后 rCBF、rCBV、MTT、TTP 的比较

由表 3 可见, 术后 1 天时, 普通型 ICP 监测组 rCBF 为 48.23± 14.36 (mL/100 m L/min), 脑室型 ICP 检测组与普通组相比明显升高($P<0.05$), 两组第三天 rCBF 比较未见明显差异。术后 14 天, 脑室型 rCBF 明显高于普通型 ICP 监测组($P<0.05$)。

术后第 1、14 天, 两组 rCBV 比较无明显差异, 而第 3 天时两组可见明显差异 ($P<0.05$)。在术后第 1、3 和第 14 天中, 脑室型 MTT 均明显短于普通型 ICP 组 ($P<0.05$)。而两组第 14 天的 TTP 比较差异显著($P<0.05$)。

表 3 两组患者术后不同时间 rCBF、rCBV、MTT、TTP 的比较

Table 3 Comparison of the rCBF, rCBV, MTT and TTP between two groups at different time after operation

Time after operation	rCBF(mL/100m L/min)		rCBV(m L/min)		MTT(s)		TTP (s)	
	General type	Ventricular type	General type	Ventricular type	General type	Ventricular type	General type	Ventricular type
1 d	48.23± 14.36	53.18± 13.42 [#]	1.68± 0.74	1.76± 0.54	3.86± 0.98	3.16± 0.73 [#]	27.12± 2.13	26.54± 2.67
3 d	57.48± 12.36*	60.51± 11.20*	2.10± 0.48*	2.51± 0.23 [#]	3.41± 0.71	2.89± 0.64 [#]	25.04± 2.45	23.89± 2.10
14 d	62.87± 15.31**	67.69± 12.11 ^{**#}	2.89± 1.01*	3.04± 0.62 ^{**}	2.69± 0.68*	2.20± 0.41 ^{*#}	22.41± 2.06*	20.41± 2.06 ^{*#}

Note: * Compared with the first day after surgery, [#]Compared with the normal type. * $P<0.05$, [#] $P<0.05$; ** $P<0.01$; [#] $P<0.01$.

2.4 两组患者预后的比较

根据患者术后 3 个月的随访结果(见表 4), 普通型 ICP 监测组中恢复良好 (GOS 5 分)3 例 (10.7%), 中残 (GOS 4 分)2 例 (7.1%), 重残 (GOS 3 分)3 例 (10.7%), 植物生存 (GOS 2 分)12 例 (42.9%), 死亡 (GOS 1 分)8 例 (28.6%)。而脑室型 ICP 组分别为 7 例 (21.9%), 4 例 (12.5%), 6 例 (18.8%), 10 例 (31.3%), 5 例 (15.6%)。其中, 脑室型 ICP 组 GOS5 分和 3 分两类患者比例明

显高于普通型 ICP 组。进一步对两组患者预后进行评价, 脑室型 ICP 监测组预后良好比例较普通型 ICP 组显著增加($P<0.05$), 如表 5 所示。

3 讨论

头部发生创伤性损伤后常因脑挫裂伤、脑水肿、颅内血肿以及脑肿胀等致使 ICP 急剧升高, 严重者可致脑灌注压降低以

及血流量减少,导致脑部缺血和缺氧,从而发生昏迷,甚至可发生脑疝并危及生命^[11,12]。ICP 是指颅腔内脑组织、脑脊液以及颅内血容量等在颅腔内产生的压力,正常人 ICP 水平为 5~15 mmHg,可通代偿机制维持 ICP 在正常值范围^[13,14]。颅腔内某些内容物增多或增大可导致 ICP 增高,而 ICP 超过 15 mmHg 即可判

断为 ICP 升高^[14]。在重型 TBI 治疗中,降低 ICP 极为重要,直接关系到患者的预后^[15-17]。传统的 ICP 监测方法主要根据患者的症状、瞳孔变化、GOS 和颅脑 CT 等来大体估计 ICP 增高,误差较大^[20-22]。开颅去骨瓣减压术可使颅腔的容积增大,ICP 降低 30-70%,进而减少脑部的继发性损害^[18,19]。

表 4 两组患者术后 3 个月 GOS 评分比较

Table 4 Comparison of the GOS score between two groups at 3 months after operation

GOS (score)	General type (n=28)	Ventricular type (n=32)	P
5	3 (10.7%)	7 (21.9%)	0.014*
4	2 (7.1%)	4 (12.5%)	0.45
3	3 (10.7%)	6 (18.8%)	0.041*
2	12 (42.9%)	10 (31.3%)	0.146
1	8 (28.6%)	5 (15.6%)	0.571

Note: * $P < 0.05$.

表 5 两组患者预后情况比较

Table 5 Comparison of the prognosis between two groups

Prognosis	General type (n=28)	Ventricular type (n=32)	P
Good (GOS 3-5)	8(28.6%)	17(53.1%)	0.004*
Bad (GOS 1-2)	20(71.4%)	15(46.9%)	0.015*

Note: * $P < 0.05$.

尽管 ICP 值可以通过腰穿测压获得,但腰椎穿刺对严重 ICP 增高的患者有极高的风险,并且无法获得动态、精确的 ICP 数据^[23]。另外,对 ICP 增高患者的降颅压治疗时脱水药的用量和用药时间的选择主要依靠临床经验,缺乏准确客观的依据^[24]。实时 ICP 监测可为临床医生提供准确客观的数据资料,避免根据临床经验评估的误差,对 ICP 增高的评估更客观。临床医生还可根据 ICP 实时监测数据的变化随时调整用药,避免过度用药,减少并发症的发生。对患者 ICP 进行实时动态的监测可帮助临床医生在患者出现临床症状之前确定是否进行影像学检查以帮助明确病情变化,并根据病情变化采取有效措施进行处理,为救治患者赢得了宝贵的时间。目前,ICP 监测在神经外科中主要应用于重型颅脑损伤的诊治以及脑积水患者术前术后疗效的评估,监测方法一般分无创监测和有创监测^[25]。无创 ICP 监测主要是通过间接的影像学监测或仪器监测结果推算实时的 ICP 值,可以长时间监测 ICP,并且对患者无损害,但目前技术发展还不成熟,监测的准确性及稳定性较差,目前主要用于较复杂的慢性颅内压治疗前的评估,由于其方法的复杂性等缺点制约了其在临床的开展应用^[26]。而有创 ICP 监测随着光纤系统以及多功能探头的发展得到了临床的广泛推广和应用。ICP 监测探头常见的放置位置主要在脑室内、脑实质内、硬膜外、硬膜下以及蛛网膜下腔等。一般认为以放置在脑室内最为准确,被认为是 ICP 监测的“金标准”^[26]。另外,脑室型 ICP 监测还可通过释放少量脑脊液而减少颅腔内容物体积,达到降低 ICP 和保证脑组织血液灌注的目的,而释放脑脊液的同时,脑脊液中的炎症因子,如白细胞介素、炎性趋化因子以及白三烯等有害物质也被引流到体外,从而减轻继发性损害,这在重型颅脑损伤的降颅压治疗中尤为重要^[26]。但脑室型 ICP 监测也有

不足之处,如脑室受压变窄或移位时,置管较困难或穿刺失败,也可能出现导管堵塞或穿刺道出血,另外,也有脑室内的导管应在 1 周内换边或者拔除,否则可导致颅内感染^[27]。

本研究结果显示与普通 ICP 探头监测组相比较,脑室型 ICP 监测组患者术后甘露醇的应用剂量和用药时间均显著下降,患者术后恢复明显较快,预后良好的患者所占比例明显升高。陈喆的研究^[28]也显示脑室型 ICP 监测组使用甘露醇时间比普通型 ICP 监测组短,甘露醇使用量比对照组少,并且住院时间比普通型短,GOS 预后评分优于普通型 ICP 监测。目前,因脑部创伤可使患者脑部血流动力学发生变化,这一变化可引起患者脑部血循环减慢以及脑部灌注不足,而患者脑部血循环减慢和灌注不足是影响脑部创伤预后的主要因素,因此,改善脑部血流循环并维持足够的脑灌注可改善 TBI 患者的预后^[29]。因此,对脑部外伤后局部脑血流动力学的变化进行评估具有重要的临床意义。既往常采用脑部多普勒超声(Transcranial Doppler, TCD)或单光子发射断层扫描(Single photon emission computed tomography, SPECT) 技术对脑外伤后脑血流动力学参数进行间接或直接检测,但在临床实际应用中弊端较多,如 TCD 虽然具有无创、方便和经济等特点,但其只能根据颅内大血管的数据进行评估,而无法真正测定受损部位脑组织的局部脑血流动力学参数,因此无法做到准确和具有针对性^[30]。

CTP 不仅具备普通 CT 的优点,还可发现脑挫裂伤、颅内出血以及脑水肿等症状,有利于评估病情和手术准备,还可对受创伤部位的脑组织血流动力学情况进行 3D 重建。CTP 主要反映的是脑组织微循环血流动力学以及脑生理功能的变化,这是一种功能性影像,如果缺血的脑组织 CBF 下降、MTT 延长、CBV 下降,则提示脑组织为不可逆损伤;而 CBF 下降、MTT 延

长、CBV 正常或轻度增加,则提示为可逆性损伤。因此,TBI 后可以根据 CBF、CBV 以及 MTT 的数值变化和图像形态来判断 TBI 脑组织的损伤范围及程度。本研究结果显示患者脑损伤部位的 CBF、CBV 在两组患者中均随着术后时间的延长显著增高,并且脑室内 ICP 监测的恢复效果显著优于单纯型 ICP 监测组。而两组患者 MTT 和 TTP 明显延长,并且随着术后时间延长明显缩短,同样的脑室内 ICP 监测组的恢复效果也优于单纯 ICP 监测组。

综上所述,脑室型 ICP 监测探头对于重型颅脑损伤患者 GOS 评分的改善和局部脑血流动力学的改善有重要意义,通过 CTP 监测患者创伤部位的局部脑血流动力学可及时检出损伤部位血流异常情况,有利于进行相应的临床处置和管理^[9]。

参考文献(References)

- [1] 林桂清,郭阳,梁凤银,等.一种稳定易行的创伤性颅脑损伤模型的构建和评估[J].中华神经医学杂志,2018,17(5):469-474
- [2] Mankow US, Arntzen C, Damsgård E, et al. Family members' experience with in-hospital health care after severe traumatic brain injury: a national multicentre study[J]. BMC Health Serv Res, 2018, 18(1): 951
- [3] 赵继宗.神经外科学 [M].第3版.北京:人民卫生出版社,2014:139-140
- [4] 邱勇,胡飞.持续颅内压监测在神经外科中的应用进展 [J].中华神经外科疾病研究杂志,2018,17(5):478-480
- [5] 冯磊,林涛,车海江.脑室内颅内压监测在急性重型颅脑损伤中的应用[J].包头医学院学报,2015,4(31):64-65
- [6] 陈瑞,王冠军,吴顺发,等.重型颅脑损伤术后颅内压监护临床应用的分析[J].浙江创伤外科,2014,5(2):735-736
- [7] Andrade AF, Paiva WS, Amorim RL, et al. Continuous ventricular cerebrospinal fluid drainage with intracranial pressure monitoring for management of posttraumatic diffuse brain swelling [J]. Arq Neuropsiquiatr, 2011, 69(1): 79-84
- [8] Algattas H, Huang JH. Traumatic Brain Injury pathophysiology and treatments: early, intermediate, and late phases post-injury [J]. Int J Mol Sci, 2013, 15(1): 309-341
- [9] Fehnel CR, Wendell LC, Potter NS, et al. Severe cerebral vasospasm after traumatic brain injury[J]. R I Med J, 2014, 97(7): 45-46
- [10] Honda M, Sase S, Yokota K, et al. Early cerebral circulation disturbance in patients suffering from different types of severe traumatic brain injury: a xenon CT and perfusion CT study [J]. Acta Neurochir Suppl, 2013, 118(1): 259-263
- [11] Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, et al. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment [J]. World J Surg, 2010, 34(1): 158-163
- [12] Haddad SH, Arabi YM. Critical care management of severe traumatic brain injury in adults. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2012, 20(1): 12
- [13] 高玉芝,张茂.颅脑超声在创伤性脑损伤诊断中的应用进展 [J].中华创伤杂志,2016,32(2):185-188
- [14] 林军.持续颅内压监测在重度颅脑外伤治疗中的应用[J].中国基层医药,2011,18(17):2349-2350
- [15] Dang Q, Simon J, Catino J, et al. More fateful than fruitful? Intracranial pressure monitoring in elderly patients with traumatic brain injury is associated with worse outcomes [J]. J Surg Res, 2015, 198(2): 482-488
- [16] Garcia-Lira JR, Zapata-Vázquez RE, Alonzo-Vázquez F, et al. Monitoring intracranial pressure in severe traumatic brain injury [J]. Rev Chil Pediatr, 2016, 87(5): 387-394
- [17] Bennett TD, DeWitt PE, Greene TH, et al. Functional Outcome After Intracranial Pressure Monitoring for Children With Severe Traumatic Brain Injury[J]. JAMA Pediatr, 2017, 171(10): 965-971
- [18] 常涛,高立,郑龙龙,等.经颅多普勒超声在重型颅脑创伤去骨瓣减压术后的临床应用[J].中华神经外科杂志,2017,33(7):687-690
- [19] 张泽立,刘文明,张源,等.双侧去骨瓣减压术治疗幕上重型颅脑创伤的疗效[J].中华神经外科杂志,2017,33(7):673-676
- [20] Le Roux P. Physiological monitoring of the severe traumatic brain injury patient in the intensive care unit [J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2013, 13(3): 331
- [21] 谢雨淋,高坚,李景琦,等.无创颅内压监测及其在神经损伤康复中的应用[J].浙江临床医学,2018,20(6):1151-1153
- [22] 袁强,胡锦.颅内压监测在创伤性脑损伤治疗中的重要性[J].中华创伤杂志,2018,34(1):14-17
- [23] Jha RM, Elmer J, Zusman BE, et al. Intracranial Pressure Trajectories: A Novel Approach to Informing Severe Traumatic Brain Injury Phenotypes[J]. Crit Care Med, 2018, 46(11): 1792-1802
- [24] 于胜利.颅内压增高患者高渗性脱水剂治疗分析[J].中国卫生标准管理,2014,5(22):79-81
- [25] 高亮.正确评价颅内压监测在重型创伤性颅脑损伤救治中的地位[J].中华创伤杂志,2013,29(2):100-102
- [26] Dawes AJ, Sacks GD, Cryer HG, et al. Intracranial pressure monitoring and inpatient mortality in severe traumatic brain injury: a propensity score-matched analysis [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 78(3): 492-502
- [27] Rahman M, Whiting JH, Fauerbach LL, et al. Reducing ventriculostomy-relates infections to near zero: the eliminating ventriculotomy infection study[J]. Jt Comm J Qual Patient Saf, 2012, 38(10): 459-464
- [28] 陈喆.两种脑室颅内压监测探头在临床特重型颅脑损伤患者中的应用价值对比[J].陕西医学杂志,2017,46(9):1193-1195
- [29] Bouzat P, Sala N, Payen JF, et al. Beyond intracranial pressure: optimization of cerebral blood flow, oxygen, and substrate delivery after traumatic brain injury[J]. Ann Intensive Care, 2013, 3(1): 23
- [30] 曹一波,封灏,于君,等.螺旋 CT 灌注成像检测急性中重度颅脑损伤局部脑血流参数的意义 [J].临床神经外科杂志,2015,12(2):103-106