

• 论著 •

床旁超声评估的 ICU 谵妄患者颅内压状况调查

杨慧华¹ 张丽珍² 黄鹏飞² 骆月琴²¹ 北海市人民医院血液科, 广西壮族自治区北海 536000; ² 北海市人民医院重症医学科, 广西壮族自治区北海 536000

通信作者: 骆月琴, Email: 45638802@qq.com

【摘要】 目的 利用床旁超声测量视神经鞘直径(ONSD)的方法评估颅内压,探讨重症监护病房(ICU)谵妄患者颅内压在谵妄发生、演变过程中的变化。**方法** 采用回顾性观察性研究,纳入2020年10月至2021年11月在北海市人民医院综合ICU住院期间发生谵妄的成人患者,排除诊断谵妄后24 h内无超声测量ONSD记录的患者。将谵妄发生前测量的ONSD记为ONSD₀,谵妄发生24 h内测量的ONSD记为ONSD₁,在ONSD₁后复查的ONSD记为ONSD₂。根据ONSD₁大小将患者分为颅内高压组(ONSD₁>5 mm)和正常颅内压组(ONSD₁≤5 mm);根据谵妄的结局将患者分为治愈、好转和未好转组,计算并比较不同预后3组患者ONSD₂较ONSD₁下降比例。采用Pearson相关性检验分析谵妄发生后液体平衡与ONSD变化的相关性。**结果** 最终43例患者纳入研究,其中颅内高压组40例(发生率为93.0%),正常颅内压组3例;治愈23例,好转13例,未好转7例。在颅内高压组中,11例有ONSD₀和ONSD₁记录,ONSD₁显著高于ONSD₀[mm:5.88±0.61比5.34±0.57,95%可信区间(95%CI)为-0.85~-0.23, P=0.003];37例有ONSD₁和ONSD₂记录,治愈组ONSD₂较ONSD₁下降的比例显著高于好转组和未好转组[(12.04±6.20)%比(5.68±4.10)%、(0.17±3.96)%;95%CI分别为2.37~10.33、6.41~17.31, P值分别为0.003、0.000]。相关性分析显示,ONSD₂较ONSD₁下降的比例与液体平衡量呈负相关(r=-0.42, 95%CI为-0.66~-0.10, P=0.012)。**结论** 颅内高压在ICU谵妄患者中高发,颅内压下降越明显谵妄结局越好。动态测量ONSD能为谵妄防治提供有用信息。

【关键词】 超声; 视神经鞘直径; 谵妄; 颅内压; 颅内高压**基金项目:** 广西壮族自治区北海市科技计划项目(202082047)**临床试验注册:** 中国临床试验注册中心, ChiCTR 2200056876

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220523-00504

Investigation of intracranial pressure in intensive care unit patients with delirium assessed by bedside ultrasoundYang Huihua¹, Zhang Lizhen², Huang Pengfei², Luo Yueqin²¹Department of Hematology, Beihai People's Hospital, Beihai 536000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China;²Department of Critical Care Medicine, Beihai People's Hospital, Beihai 536000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Corresponding author: Luo Yueqin, Email: 45638802@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the changes of intracranial pressure in intensive care unit (ICU) patients during the occurrence and evolution of delirium by using bedside ultrasound to measure the optic nerve sheath diameter (ONSD) to evaluate intracranial pressure. **Methods** A retrospective observational study was conducted. Adult patients who developed delirium during hospitalization in the general ICU of Beihai People's Hospital from October 2020 to November 2021 were enrolled, and patients who did not have ultrasonographic ONSD records within 24 hours after the diagnosis of delirium were excluded. The ONSD measured before delirium was recorded as ONSD₀, the ONSD measured within 24 hours of the onset of delirium recorded as ONSD₁, and the ONSD reexamined after ONSD₁ recorded as ONSD₂. Patients were divided into intracranial hypertension group (ONSD₁>5 mm) and normal intracranial pressure group (ONSD₁≤5 mm) according to the size of ONSD₁. According to the outcome of delirium, the patients were divided into cured, improved, and non-improved groups. The reduction ratio of ONSD₂ to ONSD₁ in the three groups were calculated and compared. Pearson correlation test was used to analyze the correlation between fluid balance and ONSD changes after delirium. **Results** There were 43 patients, including 40 cases in the intracranial hypertension group (the incidence rate was 93.0%), 3 cases in the normal intracranial pressure group, 23 cases were cured, 13 cases were improved, and 7 cases were not improved. In the intracranial hypertension group, 11 cases had ONSD₀ and ONSD₁ records, and ONSD₁ was significantly higher than ONSD₀ [mm: 5.88±0.61 vs. 5.34±0.57, 95% confidence interval (95%CI) -0.85 to -0.23, P=0.003]. The reduction ratio of ONSD₂ to ONSD₁ in the cured group was significantly higher than that in the improved group and the non-improved group [(12.04±6.20)% vs. (5.68±4.10)%, (0.17±3.96)%; 95%CI were 2.37 to 10.33, 6.41 to 17.31, P values were 0.003 and 0.000, respectively]. The correlation analysis showed that the reduction ratio of ONSD₂ to ONSD₁ was negatively correlated with fluid balance (r=-0.42, 95%CI was -0.66 to -0.10, P=0.012). **Conclusions** The incidence of intracranial hypertension in ICU delirium patients is high. A more pronounced decrease in intracranial pressure predicts a better delirium outcome. Dynamic ONSD measurement can provide valuable information for the prevention and treatment of delirium.

【Key words】 Ultrasound; Optic nerve sheath diameter; Delirium; Intracranial pressure; Intracranial hypertension

Fund program: Science and Technology Project of Beihai City in Guangxi Zhuang Autonomous Region (202082047)

Trial Registration: Chinese Clinical Trial Registry, ChiCTR 2200056876

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220523-00504

谵妄是多种脑病患者共同的神经精神表现^[1],是危重疾病期间极为常见的并发症,并与许多不良预后有关。重症监护病房(intensive care unit, ICU)内发生的谵妄统称为 ICU 谵妄^[2],由于病因机制及背后病理生理学的多样性和复杂性,ICU 谵妄的认知和管理非常困难,目前仍无确切有效的靶向疗法。研究显示,谵妄发生的病理机制有脑充血^[3]、颅内血管过灌注^[4]、脑水肿^[5-6]等,而这些病理过程均可导致颅内高压。因此,筛查谵妄患者是否存在颅内高压,采取防治颅内高压的措施,可能有利于谵妄的精准预防及治疗。超声测量视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)是一种容易获得、无创和可重复的技术,广泛用于间接测量颅内压及评估心肺脑复苏、脑卒中患者的预后^[7]。因此,本研究以回顾性研究方法,采用床旁超声测量的 ONSD 评估颅内压,调查 ICU 谵妄患者颅内高压的发生率,探讨谵妄发生及演变过程中的颅内压变化,分析谵妄发生后液体平衡与 ONSD 变化的关系。

1 资料与方法

1.1 研究对象:本研究为回顾性观察性研究。选择 2020 年 10 月至 2021 年 11 月在北海市人民医院综合 ICU 住院期间诊断为谵妄的成人患者作为研究对象。患者符合 ICU 意识模糊评估法(confusion assessment method for the ICU, CAM-ICU)^[8]或重症监护谵妄筛查量表(intensive care delirium screening checklist, ICDSC)^[9]诊断谵妄的标准。排除诊断谵妄 24 h 内无床旁超声测量 ONSD 记录的患者。

本研究符合医学伦理学标准,经北海市人民医院伦理委员会批准(审批号:2022-001),通过中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR 2200056876)。本研究遵循去识别化标准来保护个人信息的机密性。由于本研究为回顾性研究,数据从现有的患者记录中采集,因此伦理委员会豁免患者的知情同意。

1.2 数据采集:从临床数据库收集所有患者床旁超声测量的 ONSD 数据。将谵妄发生前测量的 ONSD 记为 ONSD₀,谵妄发生 24 h 内测量的 ONSD 记为 ONSD₁,在 ONSD₁ 后复查的 ONSD 记为 ONSD₂;3 个测量 ONSD 的时间点相应记为 T₀、T₁、T₂。计算 ONSD₂ 较 ONSD₁ 下降比例,即 $(\text{ONS D}_2 - \text{ONS D}_1) / \text{ONS D}_1 \times 100\%$ 。此外,记录患者的人口统计学资料

(包括性别、年龄)、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)^[10]、入住 ICU 的主要病因、是否酗酒;谵妄发生前是否有急诊手术、创伤、输血、使用苯二氮草类药物史;是否有高血压史(24 h 内护理记录中有 6 次以上高血压记录),谵妄发生前 24 h 是否曾接受深镇静[使用镇静或镇痛、麻醉药物使 Richmond 躁动-镇静评分(Richmond agitation sedation scale, RASS) < -3 分];谵妄发生后的累计液体平衡量及谵妄结局。谵妄结局的评价方法:ICDSC 评分下降至 < 4 分或 CAM-ICU 阴性为治愈;ICDSC 评分下降但 ≥ 4 分为好转;ICDSC 评分不变、升高或格拉斯哥评分下降为未好转。

1.3 ONSD 的床旁超声测量方法:受检者采取床头抬高 30° 仰卧位,闭眼后在眼球上敷贴透明保护膜,随后将线阵探头置于眼球上,选择 7.5 Hz,对双侧眼球后 3 mm 处 ONSD 进行测量。每侧眼球横向及纵向各测量 2 次,两侧眼球共测量 8 次,取平均值,精确至 0.01 mm。

1.4 分组:ONS D₁ > 5 mm 定义为颅内高压。根据 ONS D₁ 大小将患者分为颅内高压组(ONS D₁ > 5 mm)和正常颅内压组(ONS D₁ ≤ 5 mm);根据临床结局将患者分为治愈组、好转组和未好转组。

1.5 统计学方法:使用 IBM SPSS 26.0 软件及 R 语言 4.0.4 软件进行统计分析。正态分布的连续变量以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成对的 Student *t* 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验;3 组均数间多重比较采用单因素方差分析(One-Way ANOVA),并用 LSD 及 SNK 法进行方差齐性检验;双变量相关分析采用 Pearson 相关性检验,计算 Pearson 积矩相关系数,以评估两个变量之间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料:共 51 例符合谵妄诊断,其中 8 例因无 ONS D₁ 数据被排除,最终 43 例符合研究条件被纳入分析,所有患者随访至 T₂,具体流程见图 1。43 例患者中,颅内高压组 40 例(93.0%),ONS D₁ 平均值为 (5.97 ± 0.49) mm;正常颅内压组 3 例(7.0%),ONS D₁ 平均值为 (4.58 ± 0.24) mm。治愈组 23 例(53.5%),好转组 13 例(30.2%),未好转组 7 例(16.3%)。

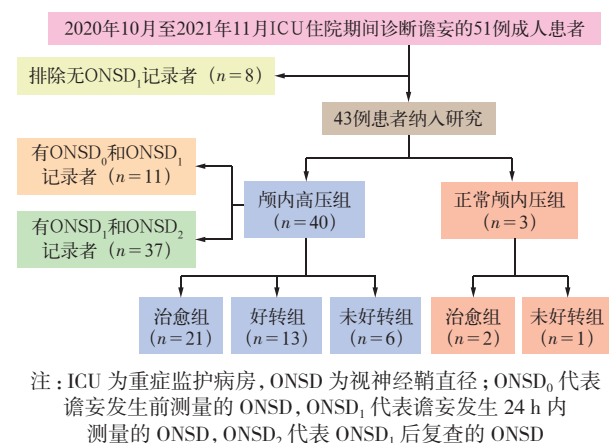


图1 ICU 谵妄患者纳入及分析流程

2.2 颅内高压组患者资料

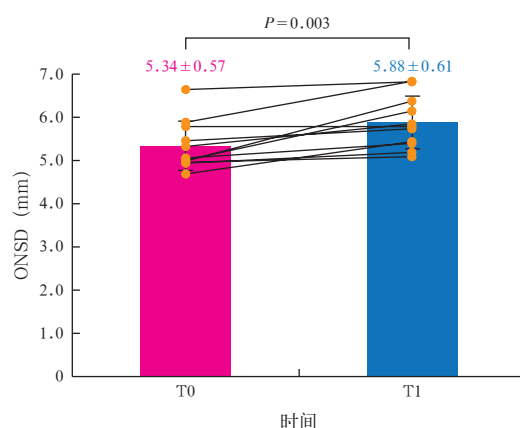
2.2.1 临床特征及入住 ICU 主要病因 (表 1): 全组共 40 例患者, 其中 21 例治愈、13 例好转、6 例未好转。3 组间年龄、性别、APACHE II 评分、主要疾病、谵妄易患因素和促发因素比较差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。

表1 颅内高压组 ICU 谵妄患者的临床特征及入住 ICU 主要病因

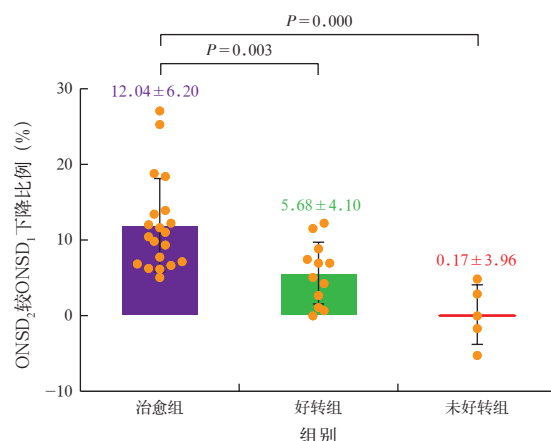
指标	全部患者 (n=40)	治愈组 (n=21)	好转组 (n=13)	未好转组 (n=6)
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	63.0 $\pm$ 16.3	67.0 $\pm$ 15.9	58.0 $\pm$ 17.8	64.0 $\pm$ 12.8
男性 [例 (%)]	36 (90.0)	19 (90.5)	11 (84.6)	6 (100.0)
APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	22.0 $\pm$ 8.0	24.0 $\pm$ 8.7	18.0 $\pm$ 6.5	22.0 $\pm$ 6.9
主要疾病 [例 (%)]				
脓毒症	19 (47.5)	7 (33.3)	8 (61.5)	4 (66.7)
心源性休克	4 (10.0)	4 (19.0)	0 (0)	0 (0)
消化道大出血	3 (7.5)	3 (14.3)	0 (0)	0 (0)
重症急性胰腺炎	3 (7.5)	0 (0)	2 (15.4)	1 (16.7)
急性肾衰竭	3 (7.5)	3 (14.3)	0 (0)	0 (0)
慢性肾衰竭	2 (5.0)	1 (4.8)	0 (0)	1 (16.7)
AECOPD	2 (5.0)	1 (4.8)	0 (0)	1 (16.7)
创伤	2 (5.0)	2 (9.5)	0 (0)	0 (0)
术后	2 (5.0)	2 (9.5)	0 (0)	0 (0)
急性心肌梗死	1 (2.5)	0 (0)	1 (7.7)	0 (0)
过敏性紫癜	1 (2.5)	0 (0)	1 (7.7)	0 (0)
蛛网膜下腔出血	1 (2.5)	0 (0)	1 (7.7)	0 (0)
谵妄易患因素 [例 (%)]				
高龄	8 (20.0)	7 (33.3)	1 (7.7)	0 (0)
高血压	9 (22.5)	6 (28.6)	2 (15.4)	1 (16.7)
酗酒	2 (5.0)	1 (4.8)	1 (7.7)	0 (0)
谵妄促发因素 [例 (%)]				
使用苯二氮䓬类药物	13 (32.5)	11 (52.4)	3 (23.1)	0 (0)
深镇静	14 (35.0)	10 (47.6)	2 (15.4)	2 (33.3)
输血	11 (27.5)	10 (47.6)	1 (7.7)	0 (0)
ICU 前急诊手术	11 (27.5)	7 (33.3)	4 (30.8)	0 (0)
ICU 前创伤	4 (10.0)	4 (19.0)	0 (0)	0 (0)
ONSD ₁ (mm, $\bar{x} \pm s$)	5.87 $\pm$ 0.59	6.04 $\pm$ 0.46	5.87 $\pm$ 0.58	5.95 $\pm$ 0.39

注: ICU 为重症监护病房, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重, ONSD 为视神经鞘直径; ONSD₁ 代表谵妄发生 24 h 内测量的 ONSD

2.2.2 ONSD: 治愈、好转和未好转组 ONSD₁ 分别为 (6.04 $\pm$ 0.46) mm、(5.87 $\pm$ 0.58) mm 和 (5.95 $\pm$ 0.39) mm, 组间比较差异无统计学意义 ($P=0.644$)。有 ONSD₀ 和 ONSD₁ 记录的患者共 11 例, ONSD₁ 显著高于 ONSD₀ [95% 可信区间 (95% confidence interval, 95% CI) 为 -0.85 ~ -0.23, $P=0.003$; 图 2], 有 7 例 ONSD₀ > 5 mm。有 ONSD₁ 和 ONSD₂ 记录的患者共 37 例, 其中 20 例治愈、12 例好转、5 例未好转; 治愈组 ONSD₂ 较 ONSD₁ 下降比例显著高于好转组和未好转组 (95% CI 分别为 2.37 ~ 10.33、6.41 ~ 17.31, P 值分别为 0.003、0.000; 图 3)。



注: ICU 为重症监护病房, ONSD 为视神经鞘直径; ONSD₀ 代表谵妄发生前测量的 ONSD, ONSD₁ 代表谵妄发生后 24 h 内测量的 ONSD; T0 代表测量 ONSD₀ 的时间, T1 代表测量 ONSD₁ 的时间

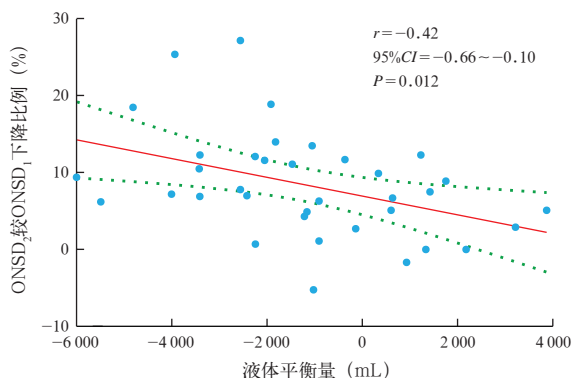
图2 不同时间点合并颅内高压的 ICU 谵妄患者 ONSD₀ 与 ONSD₁ 比较

注: ICU 为重症监护病房, ONSD 为视神经鞘直径; ONSD₂ 代表 ONSD₁ 后复查的 ONSD, ONSD₁ 代表谵妄发生 24 h 内测量的 ONSD

图3 不同预后 3 组合并颅内高压的 ICU 谵妄患者 ONSD₂ 较 ONSD₁ 下降的比例比较

2.2.3 液体平衡情况: 在 T1 至 T2 期间, 治愈组中 14 例液体负平衡, 4 例液体正平衡; 好转组中 8 例液体负平衡, 4 例液体正平衡; 未好转组中 3 例

液体正平衡, 1 例液体负平衡。相关性分析显示, ONSD_2 较 ONSD_1 下降的比例与 T1 至 T2 期间液体平衡量呈负相关($r=-0.42$, 95%CI 为 $-0.66 \sim -0.10$, $P=0.012$; 图 4)。



注: ICU 为重症监护病房, ONSD 为视神经鞘直径, 95%CI 为 95% 可信区间; ONSD_2 代表 ONSD_1 后复查的 ONSD, ONSD_1 代表谵妄发生 24 h 内测量的 ONSD, T1 代表测量 ONSD_1 的时间, T2 代表测量 ONSD_2 的时间

图 4 合并颅内高压的 ICU 谵妄患者 ONSD_2 较 ONSD_1 下降的比例与 T1 至 T2 期间液体平衡量的相关性

2.3 正常颅内压组患者资料(表 2): 全组共 3 例患者, 发生谵妄前后 ONSD 均 <5 mm, 患者的临床特征及入住 ICU 的主要病因见表 2, 其中 2 例治愈, 1 例未治愈。

表 2 正常颅内压组 ICU 谵妄患者的临床特征及入住 ICU 的主要病因

指标	病例 1	病例 2	病例 3
年龄(岁)	59	56	73
性别	男性	女性	男性
APACHE II 评分(分)	28	27	36
主要疾病	脓毒症	慢性肾衰竭	脓毒症
ONSD(mm)			
ONSD_0			4.46
ONSD_1	4.50	4.85	4.39
ONSD_2	3.68	4.79	4.36
液体平衡量(mL)	-873	-3 541	1 283
临床结局	治愈	治愈	未好转

注: ICU 为重症监护病房, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, ONSD 为视神经鞘直径; ONSD_0 代表谵妄发生前测量的 ONSD, ONSD_1 代表谵妄发生 24 h 内测量的 ONSD, ONSD_2 代表 ONSD_1 后复查的 ONSD; 液体平衡量代表 T1 至 T2 期间的液体平衡量; 空白代表无此项

3 讨论

很多研究者将颅内高压描述为谵妄的危险因素^[11-14], 但缺乏对谵妄患者颅内压监测的相关研究。本研究显示, 颅内高压在 ICU 谵妄患者中发生率较高(93.0%), 在有 ONSD_0 和 ONSD_1 记录的 11 例病例中发现, ONSD_1 显著高于 ONSD_0 , 且有 7 例患

者 $\text{ONSD}_0 > 5$ mm, 可见颅内压在谵妄发生前即可升高, 谵妄可能是颅内压升高至一定阈值的结果。本研究纳入的患者入住 ICU 病因多样, 包括脓毒症及呼吸、循环、肾脏等多器官功能障碍、血液和神经系统危重症、创伤、术后等, 且其中多数为老年患者, 患有不同的基础疾病或合并症, 导致颅内高压的机制可能不同, 可由原发损伤直接产生, 也可能是机体防御反应或治疗导致的继发损害。因此, 经超声测量 ONSD 发现颅内高压, 再结合患者的病史及临床表现分析颅内高压的机制, 有利于制定针对性的治疗措施。本研究中有 3 例患者颅内压正常, 其中 2 例为脓毒症患者、1 例为慢性肾衰竭患者, 3 例患者在谵妄发生前后的 ONSD 均 <5 mm, 谵妄发生可能与颅内压无关, 应考虑其他诱发谵妄的病因机制, 如多种激素水平改变、神经毒性、感染导致的炎症反应, 以及肌酐和尿素氮的毒性作用等。脓毒症是 ICU 谵妄最常见的病因, 本研究有 21 例脓毒症患者, 其中 2 例脓毒症谵妄患者未合并颅内高压, 这可能与脓毒症谵妄的发生机制复杂多样有关。可见监测 ONSD 评估颅内压可为谵妄的病因分析提供有用信息。预防谵妄的药物中研究最多是右美托咪定, 但其预防谵妄的机制也不明确, 研究结果并不一致^[15-17], 这可能受不同研究中患者发生谵妄的机制不同或颅内压水平不同的影响。因此, 在今后的研究中可利用 B 超测量的 ONSD 监测颅内压, 探讨右美托咪定对患者颅内压的影响及对不同颅内压水平患者谵妄的预防效果。

治愈组、好转组和未好转组谵妄发生后 ONSD 下降率依次下降, 表明颅内压的下降与谵妄结局相关, 下降越多结局越好。根据研究的临床结局分组标准, ONSD 无明显下降甚至升高, 预示谵妄无好转甚至加重, 或出现意识水平下降。谵妄发生后的液体平衡量与 ONSD 下降率呈负相关, 负平衡越多颅内压下降越明显, 此结果提示本组患者颅内压升高的原因以脑组织水肿为主。消化道出血、各种休克、脓毒症、创伤、手术等应激均可引起机体出现过度全身炎症反应、血管通透性增高, 导致脑水肿。本研究的发现解释了既往研究中使用甘露醇能减少术后谵妄的现象^[18], 因此, 在治疗原发病的基础上, 采取相应的降颅内压措施可能改善甚至终止谵妄。

超声测量的 ONSD 虽然无法准确量化颅内压, 但众多研究表明, ONSD 与有创测量的颅内压有很好的相关性, 并且可以区分正常和升高的颅内压

[>20 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa)], 尽管各研究中预测颅内压升高的截断值各不相同^[19]。超声测量的 ONSD 还能实时反映颅内压的动态变化, 有研究表明, 通过有创颅内压监测的颅内压测量值的变化也会引起 ONSD 相应和同步变化, 颅内压的变化与 ONSD 变化显著相关^[20-21]。由于国内外研究多推荐 ONSD >5 mm 作为颅内压升高的阈值^[22-28], 因此本研究定义 ONSD >5 mm 为颅内高压, ONSD 增宽被认为是颅内压升高, 反之认为 ONSD 缩小反映了颅内压下降。ONSD 的床旁超声测量技术安全且高效, 熟练的操作者对每位患者的检查时间约为 10 min, 并可以在大多数临床场景中轻松执行, 因此这项研究的优势很容易应用于临床实践。

另外, 本研究有一些局限性。首先, 本研究是基于没有对照组的回顾性观察设计, 因此, 很难确定颅内压升高与谵妄的因果关系, 同样也不能确定谵妄结局与颅内压变化的因果关系。未来需要更多的前瞻性对照性研究去验证颅内高压诱发谵妄的假说, 但本研究的结果强调了证实该假说的必要性及可行性。本研究是小样本单中心研究, 引起谵妄及颅内高压的疾病在其他研究中可能有所不同, 从而限制了本研究的外部有效性。

4 结 论

使用床旁超声测量 ONSD 评估 ICU 谵妄患者是否存在颅内高压, 可以帮助临床医师分析谵妄的病因并采取相应的治疗措施。颅内高压在 ICU 谵妄患者中非常多见, 颅内压下降越明显谵妄结局越好。限制性的液体管理方案可能有利于谵妄的好转。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Slooter AJC, Otte WM, Devlin JW, et al. Updated nomenclature of delirium and acute encephalopathy: statement of ten societies [J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46 (5): 1020-1022. DOI: 10.1007/s00134-019-05907-4.
- [2] 张雪艳, 邵焕璋, 董鑫, 等. ICU 谵妄评估工具的研究进展 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (4): 381-384. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.04.020.
- [3] Benkreira A, Beaubien-Souligny W, Mailhot T, et al. Portal hypertension is associated with congestive encephalopathy and delirium after cardiac surgery [J]. *Can J Cardiol*, 2019, 35 (9): 1134-1141. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.04.006.
- [4] Thudium M, Ellerkmann RK, Heinze I, et al. Relative cerebral hyperperfusion during cardiopulmonary bypass is associated with risk for postoperative delirium: a cross-sectional cohort study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19 (1): 35. DOI: 10.1186/s12871-019-0705-y.
- [5] Scott TR, Kronsten VT, Hughes RD, et al. Pathophysiology of cerebral oedema in acute liver failure [J]. *World J Gastroenterol*, 2013, 19 (48): 9240-9255. DOI: 10.3748/wjg.v19.i48.9240.
- [6] Nguyen DN, Huyghens L, Parra J, et al. Hypotension and a positive fluid balance are associated with delirium in patients with shock [J]. *PLoS One*, 2018, 13 (8): e0200495. DOI: 10.1371/journal.pone.0200495.
- [7] 赵立娜, 黄秋萍, 黄培杰, 等. ONSD 和 ONSD/ETD 早期评估脑卒中患者住院期间预后的研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (10): 1242-1246. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.10.012.
- [8] Inouye SK, van Dyck CH, Alessi CA, et al. Clarifying confusion: the confusion assessment method. A new method for detection of delirium [J]. *Ann Intern Med*, 1990, 113 (12): 941-948. DOI: 10.7326/0003-4819-113-12-941.
- [9] Oh ES, Fong TG, Hsieh TT, et al. Delirium in older persons: advances in diagnosis and treatment [J]. *JAMA*, 2017, 318 (12): 1161-1174. DOI: 10.1001/jama.2017.12067.
- [10] Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system [J]. *Crit Care Med*, 1985, 13 (10): 818-829.
- [11] Videman D, Brotfain E, Bilotta F, et al. Risk factors and mechanisms of postoperative delirium after intracranial neurosurgical procedures [J]. *Asian J Anesthesiol*, 2020, 58 (1): 5-13. DOI: 10.6859/aja.202003.58(1).0002.
- [12] Wang DX, Li RW, Li S, et al. Effect of dexmedetomidine on postoperative delirium in patients undergoing brain tumour resections: study protocol of a randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2021, 11 (11): e051584. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-051584.
- [13] Frontera JA. Metabolic encephalopathies in the critical care unit [J]. *Continuum (Minneapolis)*, 2012, 18 (3): 611-639. DOI: 10.1212/01.CON.0000415431.07019.c2.
- [14] Roberson SW, Patel MB, Dabrowski W, et al. Challenges of delirium management in patients with traumatic brain injury: from pathophysiology to clinical practice [J]. *Curr Neuropsychopharmacol*, 2021, 19 (9): 1519-1544. DOI: 10.2174/1570159X19666210119153839.
- [15] 郭晋平, 冯顺易. 右美托咪定减少重症加强治疗病房谵妄发生率及延长谵妄出现时间的研究 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2016, 23 (2): 193-195. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.02.022.
- [16] 王伟, 刘志刚, 王正清, 等. 右美托咪定镇静对老年心脏术后患者血流动力学及谵妄的影响 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2021, 28 (2): 198-202. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.02.016.
- [17] DECADE Study Group. Dexmedetomidine for reduction of atrial fibrillation and delirium after cardiac surgery (DECADE): a randomised placebo-controlled trial [J]. *Lancet*, 2020, 396 (10245): 177-185. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30631-0.
- [18] Hamiko M, Charitos EL, Veltin M, et al. Mannitol is associated with less postoperative delirium after aortic valve surgery in patients treated with bretschnneider cardioplegia [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2020. DOI: 10.1055/s-0040-1715891.
- [19] Aletheby W, Alharthy A, Brindley PG, et al. Optic nerve sheath diameter ultrasound for raised intracranial pressure: a literature review and meta-analysis of its diagnostic accuracy [J]. *J Ultrasound Med*, 2022, 41 (3): 585-595. DOI: 10.1002/jum.15732.
- [20] Chen LM, Wang LJ, Hu Y, et al. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure [J]. *Br J Ophthalmol*, 2019, 103 (4): 437-441. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2018-312934.
- [21] Geeraerts T, Merceron S, Benhamou D, et al. Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients [J]. *Intensive Care Med*, 2008, 34 (11): 2062-2067. DOI: 10.1007/s00134-008-1149-x.
- [22] Kim SE, Hong EP, Kim HC, et al. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter to detect increased intracranial pressure in adults: a meta-analysis [J]. *Acta Radiol*, 2019, 60 (2): 221-229. DOI: 10.1177/0284185118776501.
- [23] Goel RS, Goyal NK, Dharap SB, et al. Utility of optic nerve ultrasonography in head injury [J]. *Injury*, 2008, 39 (5): 519-524. DOI: 10.1016/j.injury.2007.09.029.
- [24] Tayal VS, Neulander M, Norton HJ, et al. Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients [J]. *Ann Emerg Med*, 2007, 49 (4): 508-514. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2006.06.040.
- [25] Soldatos T, Chatzimichail K, Papatheanasiou M, et al. Optic nerve sonography: a new window for the non-invasive evaluation of intracranial pressure in brain injury [J]. *Emerg Med J*, 2009, 26 (9): 630-634. DOI: 10.1136/emj.2008.058453.
- [26] Amini A, Kariman H, Arhami Dolatabadi A, et al. Use of the sonographic diameter of optic nerve sheath to estimate intracranial pressure [J]. *Am J Emerg Med*, 2013, 31 (1): 236-239. DOI: 10.1016/j.ajem.2012.06.025.
- [27] Wang LJ, Feng LS, Yao Y, et al. Optimal optic nerve sheath diameter threshold for the identification of elevated opening pressure on lumbar puncture in a Chinese population [J]. *PLoS One*, 2015, 10 (2): e0117939. DOI: 10.1371/journal.pone.0117939.
- [28] Gottlieb M, Bailitz J. Can ocular ultrasonography be used to assess intracranial pressure? [J]. *Ann Emerg Med*, 2016, 68 (3): 349-351. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2016.04.022.

(收稿日期: 2022-05-23)