

· 标准与规范 ·

神经外科重症患者脑脊液外引流管理专家共识(2026 版)

中华医学会神经外科学分会 中国神经外科重症管理协作组

通信作者:江荣才,首都医科大学宣武医院神经外科,北京 100053, Email:jiang116216@163.com;石广志,首都医科大学附属北京天坛医院重症医学科,北京 100070, Email:shiguangzhi@bjtth.org;魏俊吉,中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院神经外科,北京 100730, Email:weijunji@pumch.cn

【摘要】 脑脊液外引流是神经外科重症患者管理中常用的治疗手段,主要包括脑室外引流(EVD)和腰大池外引流(LD)。为了进一步规范神经外科重症患者脑脊液外引流的临床应用与管理,由中华医学会神经外科学分会、中国神经外科重症管理协作组牵头组织相关领域专家,在《神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版)》基础上系统回顾国内外相关文献,结合最新循证医学证据和专家意见进行更新修订,制订了《神经外科重症患者脑脊液外引流管理专家共识(2026 版)》。本共识内容涵盖 EVD 与 LD 的适用范围、留置过程管理及并发症处理等方面,通过两轮德尔菲法专家评价,最终形成 24 条推荐意见,以期临床提供科学、规范的操作与管理指导,提升脑脊液外引流的安全性与有效性。

【关键词】 脑脊液外引流; 脑室外引流; 腰大池外引流; 专家共识

基金项目:国家自然科学基金(82311530117、82271394、82471497、82371386)

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2024CN913)

Expert consensus on external cerebrospinal fluid drainage management in neurocritical care patients (2026 edition)

Chinese Society of Neurosurgery, Chinese Neurocritical Care Management Collaborative Group

Corresponding authors: Jiang Rongcai, Department of Neurosurgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China, Email: jiang116216@163.com; Shi Guangzhi, Department of Critical Care Medicine, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China, Email: shiguangzhi@bjtth.org; Wei Junji, Department of Neurosurgery, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China, Email: weijunji@pumch.cn

【Abstract】 Extracerebral cerebrospinal fluid drainage is a commonly used treatment in the management of neurosurgical intensive care patients, primarily including external ventricular drainage (EVD) and lumbar cistern drainage (LD). To further standardize the clinical application and management of extracerebral cerebrospinal fluid drainage in neurosurgical intensive care patients, Chinese Society of Neurosurgery and China Neurocritical Care Management Collaborative Group organized experts in the field to update and revise the *Chinese expert consensus on external cerebrospinal fluid drainage in neurosurgery (2018 edition)* based on the latest evidence-based medical evidence. This consensus systematically reviews domestic and international literature,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20251114-02966

收稿日期 2025-11-14 本文编辑 张志巍

引用本文:中华医学会神经外科学分会,中国神经外科重症管理协作组.神经外科重症患者脑脊液外引流管理专家共识(2026 版)[J].中华医学杂志,2026,106(17):1667-1677. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20251114-02966.



covering the indications for EVD and LD, the management of drainage procedures, and the handling of complications. Through two rounds of Delphi method expert evaluations, 24 recommendations were ultimately formulated to provide scientific and standardized guidance for clinical practice, enhancing the safety and efficacy of extracerebral cerebrospinal fluid drainage.

【Key words】 External ventricular drainage; Lumbar drainage; Cerebrospinal fluid drainage; Expert consensus

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82311530117, 82271394, 82471497, 82371386)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2024CN913)

脑脊液外引流是神经外科常用的治疗技术,主要包括脑室外引流(external ventricular drainage, EVD)和腰大池外引流(lumbar cistern drainage, LD),该项技术主要用于将脑室或腰大池内的脑脊液通过密闭系统持续引流至体外,以释放血性、感染或成分异常的脑脊液,也可用于监测和控制颅内压以及经引流管注射药物。脑脊液外引流适用于脑出血伴急性脑积水、蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)、颅内压增高、颅内感染等情况。EVD 相对禁忌证包括凝血功能障碍和穿刺部位感染。而急性脑疝、颅内压严重增高、腰椎畸形或骨质破坏、全身严重感染或穿刺部位感染、高颈段脊髓占位性病变以及脑室系统梗阻等是 LD 的禁忌证。在实施这些引流技术时,应根据患者的具体情况和病情变化,综合评估适应证和禁忌证,以确保治疗安全性和有效性。

脑脊液外引流的围手术期管理必须引起重视,包括引流管的选择、引流量的管理、引流管的拔除以及并发症的处理。中华医学会神经外科学分会、中国神经外科重症管理协作组组织神经外科重症领域专家应用循证医学证据结合专家意见的方法,在《神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版)》的基础上进行修订更新,制订了《神经外科重症患者脑脊液外引流管理专家共识(2026 版)》,旨在规范神经外科重症患者脑脊液外引流的临床应用与管理。

一、共识的制订流程

1. 共识发起机构与注册:本共识由中华医学会神经外科学分会和中国神经外科重症管理协作组共同发起。共识制订工作于 2024 年启动,并在国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE)完成注册(注册号:PREPARE-2024CN913)。最终版本于 2025 年 8 月 7 日在苏州完成定稿。共识制订工作

组由神经外科、神经重症医学等相关领域专家组成,包括共识编写组、方法学支持组及外部评审专家组。各组成员共同参与临床问题确定、文献检索、证据评价及推荐意见形成。

2. 使用者及目标应用人群:本共识主要面向从事神经外科及神经重症医学相关工作的临床医务人员,包括神经外科医师、神经重症医师、重症医学科医师及相关专科护理人员。本共识适用于需接受脑脊液外引流治疗的神经外科重症患者,涵盖脑出血伴脑室内出血或急性脑积水、动脉瘤性 SAH、颅内压增高、颅内感染及创伤性或术后脑脊液漏等临床情形。

3. 临床问题确定与文献检索:专家组经两轮会议(2024 年 5 月 18 日、2024 年 7 月 14 日)讨论和沟通,确定了共识包括的 EVD 和 LD 的三方面内容:适用范围、留置过程的管理以及并发症的处理。使用中英文关键词检索 PubMed、Embase、Web of Science、中国知网和万方数据库等数据库,英文检索词包括:“external ventricular drainage”“EVD”“lumbar drainage”“lumbar cistern drainage”“cerebrospinal fluid drainage”“neurocritical care”“intracranial pressure”“subarachnoid hemorrhage”“intraventricular hemorrhage”“central nervous system infection”等;中文检索词包括:“脑室外引流”“腰大池引流”“脑脊液外引流”“神经重症”“颅内压”“蛛网膜下腔出血”“脑室内出血”“颅内感染”等。检索时限为各数据库建库至 2024 年 12 月。筛选出 80 篇文献,包括 Meta 分析、系统综述、随机对照试验、国内外指南共识。

4. 证据等级与推荐强度分级:依据 2009 版牛津大学循证医学中心制订的证据等级和推荐强度分级标准(表 1)进行评定。

5. 推荐意见形成:专家组结合循证医学证据和

表 1 牛津大学循证医学中心证据等级和推荐强度分级标准(2009 版)

推荐级别	证据水平	内容
强烈推荐	1a	同质性随机对照试验的系统综述(包括 Meta 分析)
	1b	单一的随机对照试验(可信区间较窄)
	1c	全或无(未治疗前所有患者均死亡或部分死亡,治疗后仅部分死亡或全部存活)
中度推荐	2a	同质性队列研究的系统综述
	2b	单一的队列研究(包括低质量的随机对照试验,如随访率<80%)
	2c	“结局”研究:生态学研究
	3a	同质性病例对照研究的系统综述
	3b	单独的病例对照研究
弱推荐	4	病例系列(和低质量的队列和病例对照研究)
	5	没有严格评价的专家意见,或完全基于生理学和基础研究

专家意见的基础上,制订了 26 条推荐意见。第一

轮专家评价会于 2024 年 10 月 18 日在厦门召开,邀请了神经外科领域内的 17 名专家采用改进的德尔菲法对推荐意见进行评价。得分从 1 分(强烈不同意)到 10 分(强烈同意)。根据第一轮专家评价结果,专家组对推荐意见进行了修改,制订了新的 24 条推荐意见。第二轮专家评价会于 2025 年 3 月 22 日在线上召开,再次邀请神经外科领域内的 36 名专家对这 24 条推荐意见进行评价。2025 年 8 月 7 日在苏州定稿,定稿时只将专家评分>7 分的 24 条推荐意见写入共识(表 2),未达成一致的推荐意见未被列入。

6. 利益冲突声明:所有参与专家均声明不存在利益冲突。

二、EVD 和 LD 的使用范围

(一)脑实质内出血破入脑室/原发性脑室内出血

推荐意见 1:脑实质内出血破入脑室/原发性脑

表 2 本共识推荐意见汇总

序号	推荐意见
1	脑实质内出血破入脑室/原发性脑室内出血患者可实施 EVD 促进血性脑脊液清除,缓解继发性脑积水,改善预后。(2b, 中度推荐)
2	经 EVD 进行脑室内注射纤溶药物可加速脑室内血肿清除速度。(1a, 中度推荐)
3	双侧 EVD 能够加快广泛脑室铸型患者的血肿清除速度。(2b, 中度推荐)
4	动脉瘤性 SAH 合并急性脑积水在动脉瘤夹闭/栓塞术后可实施 EVD。(2a, 中度推荐)
5	动脉瘤夹闭/栓塞术前实施 EVD 建议使用压力控制性引流,避免引流过快,导致动脉瘤再破裂。(2b, 中度推荐)
6	动脉瘤夹闭/栓塞术后,LD 可减轻血管痉挛,但应注意诱发脑疝、感染、出血等相关风险。(1b, 中度推荐)
7	EVD 有助于控制颅内压增高,同时可监测脑室内颅内压。(2b, 中度推荐)
8	对于单纯系统性抗感染治疗效果不佳的颅内感染或合并脑积水的颅内感染可实施 EVD。(2b, 弱推荐)
9	LD 联合全身抗生素可用于治疗颅内感染。(2b, 中度推荐)
10	脑室内/鞘内联合静脉注射抗生素可用于治疗严重或多种耐药菌导致的颅内感染。(2b, 中度推荐)
11	创伤性或手术相关脑脊液漏接受非手术治疗超过 7 d 后无明显改善时,可考虑抗感染的同时实施 LD。(2a, 中度推荐)
12	建议 EVD 操作在规范场所实施,对于转运风险高或处于急救状态下的患者,在床旁实施 EVD 的获益相较风险是可以接受的。(2b, 中度推荐)
13	有条件的单位推荐使用抗生素浸渍导管实施 EVD,能降低颅内感染发生率。(2b, 中度推荐)
14	推荐实施 EVD 和 LD 时需进行皮下潜行以减少穿刺部位脑脊液漏、引流管移位、脱出及颅内感染的发生风险。(2b, 中度推荐)
15	EVD 和 LD 的每日引流量需根据病程、病情、颅内压进行调节,避免引流过度或不足。(5, 弱推荐)
16	推荐在 EVD 和 LD 留置治疗期间采取持续性引流方式。(1b, 中度推荐)
17	不推荐经 EVD 和 LD 频繁留取脑脊液样本,如确有需求,建议从远端三通连接管处采样,取样过程中需严格对三通连接处进行浸泡消毒,并全程遵循无菌操作规范,以降低医源性感染风险。(2b, 中度推荐)
18	推荐在病情允许下尽早拔除引流管,以降低颅内感染风险。(2b, 中度推荐)
19	推荐直接闭管 24 h,若临床症状、体征和影像学没有异常变化,颅内压没有明显升高,可拔除 EVD 引流管。(1b, 中度推荐)
20	实施 EVD 导致的脑出血,若血肿体积达到外科手术指征,可行外科手术清除。(2b, 中度推荐)
21	凝血或血小板聚集功能异常的患者谨慎进行 EVD 治疗。但当危及患者生命时,可在纠正凝血或血小板聚集功能后进行 EVD,也可使用立体定向等相关技术辅助,提高穿刺成功率,减少出血。(2b, 中度推荐)
22	实施 EVD 术后,对于有抗栓需求的患者,需评估抗栓治疗的风险与获益后,再行重启抗栓药物。(5, 弱推荐)
23	建议 EVD 留置前预防性给予抗生素治疗,不建议在 EVD 治疗期间长时间给予抗生素预防感染。(1b, 中度推荐)
24	若 EVD 或 LD 引流不畅时先排查体位和管路等机械因素,凝血凝块堵塞可在无菌下少量等渗盐水冲洗,常规处理无效且明确为血块所致者,可在严密监护条件下经引流管给予纤溶药物以恢复通畅。(2b, 中度推荐)

注:EVD 为脑室外引流;LD 为腰大池外引流;SAH 为蛛网膜下腔出血

室内出血患者可实施 EVD 促进血性脑脊液清除,缓解继发性脑积水,改善预后。(2b, 中度推荐)

推荐意见 2: 经 EVD 进行脑室内注射纤溶药物可加速脑室内血肿清除速度。(1a, 中度推荐)

推荐意见 3: 双侧 EVD 能够加快广泛脑室铸型患者的血肿清除速度。(2b, 中度推荐)

脑实质内出血破入脑室/原发性脑室内出血是造成脑脊液循环障碍和急性梗阻性脑积水的重要原因。EVD 是引流血性脑脊液、缓解脑积水的重要方式。早期放置 EVD 可改善患者神经功能并减轻脑出血周围的水肿^[1]。与单纯 EVD 相比,脑室内注射纤溶药物(主要为尿激酶)可提高血肿清除率、降低死亡率、改善功能预后^[2-3]。大剂量尿激酶(每侧 50 000 U)相比低剂量尿激酶(每侧 20 000 U)局部使用能显著缩短脑室内出血清除时间、减少尿激酶治疗次数、降低并发症发生率,并提高患者良好预后的比例^[4]。另一项 III 期随机、双盲、多中心临床试验(CLEAR III 研究)纳入了 500 余例合并脑室内出血并接受 EVD 治疗的患者。研究比较了经 EVD 给予阿替普酶(1 mg, 每 8 小时一次,最多 12 次)与生理盐水冲洗的疗效。结果显示,阿替普酶可显著促进脑室内血肿清除,但并未显著改善患者的神经功能预后,也未显著降低死亡率^[5]。尿激酶等药物在不同研究中剂量差异显著,目前尚无统一推荐剂量,脑室内溶栓仍需个体化评估,不能作为常规统一方案^[2]。对于广泛脑室铸型的患者,双侧 EVD 可能比单侧 EVD 清除血肿更快^[6]。与单纯 EVD 相比,EVD 联合 LD 具有良好的疗效,可能降低颅内感染和脑积水的发生率,同时改善患者预后^[7]。

(二)SAH

推荐意见 4: 动脉瘤性 SAH 合并急性脑积水在动脉瘤夹闭/栓塞术后可实施 EVD。(2a, 中度推荐)

推荐意见 5: 动脉瘤夹闭/栓塞术前实施 EVD 建议使用压力控制性引流,避免引流过快,导致动脉瘤再破裂。(2b, 中度推荐)

推荐意见 6: 动脉瘤夹闭/栓塞术后,LD 可减轻血管痉挛,但应注意诱发脑疝、感染、出血等相关风险。(1b, 中度推荐)

SAH 是常见的脑血管疾病,发病率和死亡率高。20%~30% 的 SAH 患者可发生急性脑积水引起意识障碍,可实施 EVD 治疗^[8]。入院时 Hunt-Hess 分级较高的患者留置 EVD 后,约有 30% 的患者临床症状明显改善,其分级可能下调^[9]。动脉瘤夹闭/栓塞术前留置 EVD 可能不会显著增加再出血风

险^[10]。但是,血管内治疗后留置 EVD 可能会增加抗血小板药物相关出血风险^[11]。对于尚未处理动脉瘤的患者,建议 EVD 保持低流量,可根据脑积水的严重程度和颅内压进行调节。有证据表明,过度引流会导致动脉瘤再次破裂的风险增加^[12]。LD 在治疗 SAH 方面也显示出良好的效果。LD 可显著降低 SAH 后的血管痉挛和迟发性脑缺血的发生率^[13-15],并改善早期临床预后和降低死亡率^[16-17]。对于栓塞治疗后的轻型动脉瘤性 SAH 患者,LD 优于 EVD^[18]。但 LD 有可能诱发脑疝,同时也存在引起颅内感染及颅内再出血等风险,建议引流前行风险和获益评估,控制引流速度为 5~10 ml/h,并严密观察^[19]。

(三)颅内压增高

推荐意见 7: EVD 有助于控制颅内压增高,同时可监测脑室内颅内压。(2b, 中度推荐)

EVD 是治疗各种病理状况引发颅内压增高的有效方法,主要包括创伤性脑损伤、SAH 和高血压性脑出血等疾病^[20-21]。EVD 可显著降低颅内压并改善脑灌注压^[21]。目前认为脑室型颅内压监测是颅内压监测的金标准,它在监测颅内压的同时还具有可以持续引流脑脊液、降低颅内压的优点^[22-23]。2019 西雅图国际严重创伤性脑损伤共识会议建议,进行颅内压监测时优先考虑选择脑室型颅内压监测,若已采用脑实质型颅内压监测,可考虑再行留置 EVD^[24]。但其缺点在于,当脑肿胀明显导致脑室受压时,狭小的脑室会导致脑室穿刺置管困难,还可能因多次穿刺增加颅内感染及脑出血等风险^[23, 25]。颅内压监测时需要夹闭引流管 15 min 才能准确监测,但 EVD 液压耦合型颅内压监测易受液体阻尼或堵管影响导致监测数值与实际有差异。监测过程中同时引流可能会低估患者颅内压,另外体位变动也会导致其监测不准确^[23]。

(四)颅内感染

推荐意见 8: 对于单纯系统性抗感染治疗效果不佳的颅内感染或合并脑积水的颅内感染可实施 EVD。(2b, 弱推荐)

推荐意见 9: LD 联合全身抗生素可用于治疗颅内感染。(2b, 中度推荐)

推荐意见 10: 脑室内/鞘内联合静脉注射抗生素可用于治疗严重或多重耐药菌导致的颅内感染。(2b, 中度推荐)

EVD 适合颅内感染合并脑积水及颅内压增高的患者。但并非所有颅内感染均需要 EVD。如果

颅内感染病原菌为敏感菌, 抗生素有效, 且未造成明显的脑积水及难以控制的颅内压增高, 一般不需要行 EVD 治疗。若单纯系统性抗感染治疗效果不佳, 可考虑同时行 EVD 治疗^[26]。若颅内压升高为脑脓肿所致, 常规药物治疗效果差, 或有形成脑疝危险时, 一般先行脓肿引流或切除而非单纯 EVD。但是当脓肿破裂导致脑脊液播散, 或者发生梗阻性脑积水时, 建议立即实施 EVD^[27]。LD 联合全身抗生素治疗颅内感染也是安全有效的^[18]。脑室内/鞘内给予抗生素治疗颅内感染的成功率很高, 但多限于应用在严重或多重耐药菌颅内感染^[27-29] (如耐药鲍曼不动杆菌感染)、李斯特菌或者真菌感染 (如隐球菌)^[30] 等。临床上常用于脑室内/鞘内注射的抗生素药物可参见相关指南^[26], 本共识不再另做推荐。抗生素的剂量及给药间隔建议可根据致病微生物的最小抑菌浓度进行调整, 还可以根据脑室大小及脑室引流量来调整^[26]。有关临床应用脑室内/鞘内注射抗生素的效果, 仍缺乏强有力的循证医学证据, 需按医疗相关规定谨慎应用, 并进一步加强研究。

(五) 创伤性或手术相关脑脊液漏

推荐意见 11: 创伤性或手术相关脑脊液漏接受非手术治疗超过 7 d 后无明显改善时, 可考虑抗感染的同时实施 LD。(2a, 中度推荐)

多数创伤性脑脊液漏可在伤后 2~10 d 内自行停止, 先行保守治疗观察, 如卧床休息、抬高床头、避免咳嗽擤鼻等。如果脑脊液漏持续 >7 d 未改善, 可考虑行脑脊液引流, 常选择间断或持续 LD, 从而缩短脑脊液漏时间, 促进漏口愈合^[31]。LD 是治疗创伤性脑脊液漏的有效方法, 优于传统腰椎穿刺, 具有更高的治愈率和更少的并发症^[32]。一项 Meta 分析显示, LD 组的脑脊液漏持续时间、颅内压恢复正常时间、脑脊液颜色廓清时间、住院时间、颅内感染发生率、并发症发生率均低于常规腰椎穿刺组。LD 组的治愈率也显著高于常规腰椎穿刺组^[32]。

三、EVD 和 LD 留置过程的管理

(一) 置管相关

推荐意见 12: 建议 EVD 操作在规范场所实施, 对于转运风险高或处于急救状态下的患者, 在床旁实施 EVD 的获益相较风险是可以接受的。(2b, 中度推荐)

由于病情危急、转运风险高, 很多中心采取床旁操作方式留置 EVD, 但床旁 EVD 是否增加患者风险尚存在争议。Kakarla 等^[33] 回顾性分析了 346 例床

旁 EVD 的患者, 发现引流管留置在同侧额角和三脑室的比例为 77%, 认为床旁留置 EVD 是安全的, 但该研究未与手术室留置 EVD 进行对比。2009 年, Gardner 等^[34] 研究发现, 在重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 留置 EVD 较手术室留置 EVD 并不增加患者出血风险。有文献报道, 移动导航装置、电动锥颅钻和虚拟现实技术等新技术可增加床旁 EVD 的安全性和准确性^[35-38]。一项纳入了 150 例接受 EVD 患者的回顾性研究发现, 在 ICU 留置 EVD 较手术室留置 EVD 手术并发症更多, 包括感染、出血和无效放置^[39]。美国神经重症协会推荐医师应根据患者病情和病房环境决定在床旁或是手术室留置 EVD^[40]。强调无菌操作, 评估风险与获益。

推荐意见 13: 有条件的单位推荐使用抗生素浸渍导管实施 EVD, 能降低颅内感染发生率。(2b, 中度推荐)

引流管材质包括硅胶、聚氯乙烯、聚氨酯。聚氨酯和聚氯乙烯质地较硬, 弹性差, 但价格低廉; 硅胶管柔软、有弹性且可弯折, 能降低置入、经导管治疗和拔除等操作过程中造成的组织损伤。克林霉素和利福平等抗生素浸渍的硅胶导管已被证实可显著降低脑脊液细菌培养阳性率, 并显著延迟 EVD 相关颅内细菌性感染发生的中位时间^[41]。实验室测试表明, 克林霉素和利福平抗生素浸渍导管均匀缓释可持续 28 d^[42]。2016 年第四版美国重型颅脑创伤管理指南推荐应用抗生素浸渍导管预防 EVD 相关的感染^[43]。2023 年美国 and 欧洲学者共同制订的 EVD 指南推荐硅胶导管可以浸渍抗生素 (如克林霉素、利福平或庆大霉素)^[44]。国内的相关共识也推荐应用抗生素浸渍的硅胶导管^[45]。

推荐意见 14: 推荐实施 EVD 和 LD 时需进行皮下潜行以减少穿刺部位脑脊液漏、引流管移位、脱出及颅内感染的发生风险。(2b, 中度推荐)

EVD 的留置常采用皮下潜行方式以减少颅内感染发生, 潜行距离至少为 5 cm。然而这种潜行操作是否能显著降低颅内感染风险仍存在争论和矛盾。一些研究表明, 较长的潜行距离 (>5 cm) 可降低感染风险^[46-47], 也有研究显示, 延长皮下潜行 EVD (皮下潜行距离 50~60 cm, 远端出口端位于下前胸壁上) 可降低并发颅内感染的风险^[48]。而另一些研究发现, 不同潜行距离长度之间没有显著差异^[49]。LD 经皮下隧道潜行 (距离 ≥5 cm) 可以减少穿刺部位脑脊液漏、引流管移位脱出及颅内感染的概率, 延长 LD 引流时间可达 2~3 周^[50]。

(二)留置过程

推荐意见 15: EVD 和 LD 的每日引流量需根据病程、病情、颅内压进行调节,避免引流过度或不足(5,弱推荐)

EVD 的脑脊液压力常控制在 10~20 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa),可通过悬挂引流管高度来调节。EVD 每日脑脊液引流量常控制在 200 ml 左右,引流速度在 10~15 ml/h^[51]。EVD 每日引流量需根据病程、病情、颅内压进行调节,避免引流过度或不足。对于 LD,对其流量和流速建议在参照 EVD 参数的基础上有所减少(5~10 ml/h),脑脊液经 LD 过快释放有导致颅内出血和脑疝的风险^[52],尤其是在脑水肿高峰期。

推荐意见 16: 推荐在 EVD 和 LD 留置治疗期间采取持续性引流方式。(1b,中度推荐)

脑脊液引流的方式主要有两种:间歇性引流和持续性引流。间歇性引流是一种“按需”引流策略。EVD 保持关闭状态,只有当患者出现症状或颅内压增加时才打开引流。对于重症患者,当颅内压>20 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 超过 5 min 时,建议释放脑脊液,当达到正常颅内压值时,建议夹闭 EVD^[8, 53]。头痛、恶心或呕吐以及手术切口脑脊液漏是开放 EVD 的指征。持续性引流是 EVD 一直保持打开状态。在 SAH 的情况下,持续性引流可以更好地清除血性脑脊液,减少血管痉挛的发生率^[54-55]。持续性引流和间歇性引流在血管痉挛发生率、脑室腹腔分流术依赖性和住院时间方面没有显著差异^[55]。在一项随机临床试验中,间歇性引流组的并发症(如导管堵塞、EVD 置换和出血)发生率高于持续性引流组,但在血管痉挛风险方面没有发现显著差异^[56]。更换体位,患者转运、搬动时,需夹闭引流管,避免逆流引起颅内感染。在 LD 留置期间,也推荐采取持续性引流方式,其有助于持续控制颅内压,减少血液积聚,降低脑积水风险,并且可以有效清除血性脑脊液,减轻脑血管痉挛和脑积水的发生。

推荐意见 17: 不推荐经 EVD 和 LD 频繁留取脑脊液样本,如确有需求,建议从远端三通连接管处采样,取样过程中需严格对三通连接处进行浸泡消毒,并全程遵循无菌操作规范,以降低医源性感染风险。(2b,中度推荐)

经 EVD 和 LD 留取脑脊液化验是常用的方法。比较 EVD 和 LD 的脑脊液成分,发现白细胞、蛋白质和葡萄糖水平差异均具有统计学意义,但趋势是相

似的^[57]。与 EVD 样本相比,腰椎穿刺所得的脑脊液样本对中枢神经系统感染的诊断准确率更高^[58]。经 EVD 留取脑脊液样本虽然方便快捷,但可能增加颅内感染风险。Williams 等^[59]前后对比分析了 382 例颅内感染患者,206 例患者(2005—2007 年)每日留取培养,176 例患者(2008—2009 年)每 3 天留取一次培养,结果显示,更改为每 3 天采样一次后,患者的脑脊液培养阳性率从 10% 降至 3%。Williamson 等^[60]在 2014 年构建了一个预测颅内感染风险的多变量逻辑回归模型,在该模型中,经 EVD 获取脑脊液样本可使颅内感染的相对可能性增加 8.3%。若确有采集样本需求,建议从远端三通连接管处采样^[61]。而抗生素浸渍 EVD 导管的使用,使得颅内感染率大幅度下降^[62]。综上所述,采样建议留取新鲜脑脊液,不建议从引流袋中留取。

(三)拔管

推荐意见 18: 推荐在病情允许下尽早拔除引流管,以降低颅内感染风险。(2b,中度推荐)

推荐意见 19: 推荐直接闭管 24 h,若临床症状、体征和影像学没有异常变化,颅内压没有明显升高,可拔除 EVD 引流管。(1b,中度推荐)

EVD 和 LD 留置相关感染的风险会随着放置时间的延长逐渐升高^[40, 46]。在临床允许的情况下,应尽早拔除引流管,一般建议颅内未感染的患者 EVD 和 LD 持续 7~10 d 则应拔除,不建议留置时间超过 12 d。如患者确实仍有引流需要,则应拔除原引流管并选定新部位重新置管^[63]。拔管前 24 h,应提前实施引流管夹闭试验,观察夹闭前后患者的意识、瞳孔和呼吸节律等变化,如有异常则暂缓拔管。拔管后检查管端完整性并复查头颅 CT。如已出现颅内感染,可适当延长引流管留置时间,给予静脉联合鞘内注射抗生素治疗。

在拔除 EVD 时,有两种常见的操作,一种是在 96 h 内逐步减少引流量直至达到目标颅内压后行闭管试验,另一种是直接闭管后观察 24 h。在此期间密切观察患者症状、体征及影像学改变,如出现颅内压增高,则打开引流,直至患者病情稳定后重新评估,必要时桥接分流手术。多项临床研究比较了拔管时逐步减少引流量与快速夹闭两种方法的优劣,发现两组再次置管率无明显差异,但逐步减少引流量组患者入住 ICU 及总住院时间更长^[53, 64]。美国一项包含 6 个医学中心的观察性研究发现,在 SAH 患者中,快速夹闭可降低脑室腹腔分流手术率、减少 ICU 转院时间和引流管留置相关并发

症^[65]。对于 SAH 患者,美国卒中协会并不推荐在拔管前逐步减少引流量的做法,认为它不会减少脑室腹腔分流的概率^[66]。

四、EVD 和 LD 的并发症及处理

(一) 出血

推荐意见 20: 实施 EVD 导致的脑出血,若血肿体积达到外科手术指征,可行外科手术清除。(2b, 中度推荐)

推荐意见 21: 凝血或血小板聚集功能异常的患者谨慎进行 EVD 治疗。但当危及患者生命时,可在纠正凝血或血小板聚集功能后进行 EVD,也可使用立体定向等相关技术辅助,提高穿刺成功率,减少出血。(2b, 中度推荐)

推荐意见 22: 实施 EVD 术后,对于有抗栓需求的患者,需评估抗栓治疗的风险与获益后,再行重启抗栓药物。(5, 弱推荐)

EVD 置入时穿刺部位的血管异常、置入的管腔直径过大,围手术期患者抗栓药物的使用、凝血功能异常、脑脊液过度引流可能会导致出血。尽管穿刺引发的出血在多数情况下都没有临床症状,然而出血超出控制范围则可能引起严重不良结局^[67]。虽然抗血小板药物会增加穿刺出血的风险,但其出血体积、出血率及症状性的出血之间无明显关联^[68-69],而且可通过在 EVD 前行 CT 及增强 CT 找到最优的穿刺点,避免重要的脑血管损伤,提高穿刺的准确性,减少 EVD 后穿刺道出血的发生^[70-72]。对于重启抗栓治疗的最佳时机,目前尚缺乏高级别循证医学证据。实施 EVD 后需评估抗栓治疗的风险与获益,重启抗栓治疗的具体时间可参考《抗栓药物治疗中颅内出血患者神经外科围手术期管理中国专家共识(2018 版)》的建议^[73]。对于血栓形成风险较高的患者,可使用肝素或低分子肝素进行桥接抗凝治疗。但也有研究证实,对于心脏机械瓣抗凝导致的脑出血,停用华法林 2 d 至 3 个月(平均 8 d)无血栓事件发生,停用一段时间后抗凝治疗也是安全的^[74]。

(二) 感染

推荐意见 23: 建议 EVD 留置前预防性给予抗生素治疗,不建议在 EVD 治疗期间长时程给予抗生素预防感染。(1b, 中度推荐)

EVD 相关感染的危险因素包括长住院时间和长 ICU 住院时间、急性生理与慢性健康评分(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II 评分较高以及 EVD 钻孔较大^[75-76]。1998 年 Poon

等^[77]前瞻性地 228 例接受 EVD 的患者随机分为围手术期给予预防性抗生素组以及带管期间均给予抗生素治疗组,发现后者能减少感染的发生,但增加耐药菌以及条件致病菌感染的概率。Alleyne 等^[78]回顾分析了 308 例行 EVD 的患者,其中,209 例患者带管期间均给予头孢呋辛,99 例仅围手术期给予预防性抗生素,发现两组感染率差异无统计学意义。另一项前瞻性研究发现,与仅围手术期给予预防性抗生素相比,带管期间长时程给予抗生素治疗并不减少 EVD 相关感染^[79]。美国神经重症协会推荐实施 EVD 前单次给予预防性抗生素,不建议在 EVD 治疗期间长时程给予预防性抗生素治疗^[40]。

(三) 管路堵塞

推荐意见 24: 若 EVD 或 LD 引流不畅时先排查体位和管路等机械因素,凝血凝块堵塞可在无菌下少量等渗盐水冲洗,常规处理无效且明确为血块所致者,可在严密监护条件下经引流管给予纤溶药物以恢复通畅。(2b, 中度推荐)

管路堵塞是 EVD 或 LD 留置的临床常见并发症,多由血凝块、细胞碎屑或组织碎片阻塞导管管腔,也可与管路打折、系统故障、导管移位、过度引流及脑室塌陷等因素有关。堵塞常表现为引流量减少或消失、脑脊液液柱搏动消失、颅内压波形变平或减弱。处理时应遵循“先排除机械因素、再处理管腔阻塞、最后考虑更换或特殊治疗”的原则。首先检查体位、管路走向和系统完整性,可短暂降低引流系统高度观察是否恢复引流,以判断是否为非固定性阻塞。若怀疑机械性故障,应更换引流系统。对怀疑由血凝块或碎屑引起的堵塞,可在严格无菌条件下、由有经验的医师使用少量(<2 ml)等渗盐水缓慢冲洗,通常先冲洗远端管路。如需冲洗近端,应高度警惕颅内压骤升风险,并强调使用最小液量。对于明确因脑室内血凝块导致反复堵管、常规处理无效的患者,可在严格适应证和监护条件下,经引流管给予溶栓药物(如尿激酶)以促进血块溶解、恢复引流通畅,但需警惕并严密监测再出血及感染等并发症风险^[80]。

本共识在制订过程中参考了最新研究进展及相关指南,并通过专家组多次讨论审阅而最终成稿,为临床医师提供参考。但临床实践过程中仍有诸多问题需要探究,期待未来开展更多的研究。本共识仅代表参与编写讨论专家的观点,不具备法律效力。随着相关研究进展及循证医学证据不断增

多,《神经外科重症患者脑脊液外引流管理专家共识》也将不断修改和完善。

本共识制订专家委员会名单

执笔专家:高国一(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科);田野(天津医科大学总医院神经外科);魏盈胜(天津医科大学总医院神经外科);安硕(天津医科大学总医院神经外科);高闯(天津医科大学总医院神经外科);黄金浩(天津医科大学总医院神经外科);刘轩慧(天津医科大学总医院神经外科);刘涛(首都医科大学宣武医院神经外科)

共识专家组(按姓氏汉语拼音排序):包义君(中国医科大学附属第四医院神经外科);陈红伟(航空总医院神经外科);冯光(河南省人民医院神经外科);冯军峰(上海交通大学医学院附属仁济医院神经外科);方文华(福建医科大学附属第一医院神经外科);高亮(上海冬雷脑科医院神经重症医学中心);郭冕(哈尔滨医科大学附属第二医院神经外科);韩大勇(哈尔滨医科大学附属第一医院神经外科);胡锦(复旦大学附属华山医院神经外科);胡荣(陆军军医大学西南医院神经外科);黄齐兵(山东大学齐鲁医院神经外科);黄贤键(深圳市第二人民医院神经外科);康德智(福建医科大学附属第一医院神经外科);李呈龙(山西省人民医院神经外科);李炜(保定市第一中心医院神经外科);林元相(福建医科大学附属第一医院神经外科);令狐海瑞(北京朝阳中西医结合急诊抢救医院脑病医学部);刘劲芳(中南大学湘雅医院神经外科);刘勇(鄂尔多斯市中心医院神经外科);钱涛(河北省人民医院神经外科);邱炳辉(南方医科大学南方医院神经外科);曲鑫(首都医科大学宣武医院神经外科);孙健(天津医科大学总医院神经外科);舒凯(华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科);谭国伟(厦门大学附属第一医院神经外科);田恒力(上海交通大学医学院附属第六人民医院神经外科);王凯杰(唐山市工人医院神经外科);王宁(首都医科大学宣武医院神经外科);王明光(临沂市人民医院神经外科);王清华(南方医科大学珠江医院神经外科);王嵩(天津市第一中心医院神经外科);王玉海(联勤保障部队第九〇四医院神经外科);吴雪海(复旦大学附属华山医院神经外科);熊剑(中国人民解放军北部战区总医院神经外科);杨朝华(四川大学华西医院神经外科);杨玄勇(南昌大学第一附属医院神经外科);张国斌(天津市环湖医院颅脑创伤抢救中心);张立平(兰州大学第二医院重症医学科);张明(河南省人民医院神经外科);张笑(中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院神经外科);张晓斌(中国人民解放军北部战区总医院神经外科);赵迪(河北医科大学第四医院神经外科);赵明月(中国人民解放军空军特色医学中心神经外科);赵鹏来(南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科);赵卫平(内蒙古自治区人民医院神经外科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Rao X, Zhang J, Yu K, et al. Effect of early external ventricular drainage on perihemorrhagic edema and functional outcome in patients with intraventricular hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2023, 175: e1059-e1068. DOI: 10.1016/j.wneu.2023.04.069.
- [2] Haldrup M, Miscov R, Mohamad N, et al. Treatment of intraventricular hemorrhage with external ventricular drainage and fibrinolysis: a comprehensive systematic review and meta-analysis of complications and outcome[J]. *World Neurosurg*, 2023, 174: 183-196.e6. DOI: 10.1016/j.wneu.2023.01.021.
- [3] Li Y, Zhang H, Wang X, et al. Neuroendoscopic surgery versus external ventricular drainage alone or with intraventricular fibrinolysis for intraventricular hemorrhage secondary to spontaneous supratentorial hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2013, 8(11): e80599. DOI: 10.1371/journal.pone.0080599.
- [4] He C, Yang G, Zhao M, et al. A clinical study of high-dose urokinase for the treatment of the patients with hypertension induced ventricular hemorrhage[J]. *Prog Brain Res*, 2021, 266: 349-355. DOI: 10.1016/bs.pbr.2021.06.017.
- [5] Hanley DF, Lane K, McBee N, et al. Thrombolytic removal of intraventricular haemorrhage in treatment of severe stroke: results of the randomised, multicentre, multiregion, placebo-controlled CLEAR III trial[J]. *Lancet*, 2017, 389(10069): 603-611. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32410-2.
- [6] Du B, Wang J, Zhong XL, et al. Single versus bilateral external ventricular drainage for intraventricular fibrinolysis using urokinase in severe ventricular haemorrhage[J]. *Brain Inj*, 2014, 28(11): 1413-1416. DOI: 10.3109/02699052.2014.916821.
- [7] Xia D, Jiang X, Li Z, et al. External ventricular drainage combined with continuous lumbar drainage in the treatment of ventricular hemorrhage[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2019, 15: 677-682. DOI: 10.2147/TCRM.S207750.
- [8] Capion T, Lilja-Cyron A, Juhler M, et al. Prompt closure versus gradual weaning of extraventricular drainage for hydrocephalus in adult patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage: a systematic review protocol with meta-analysis and trial sequential analysis[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(10): e029719. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-029719.
- [9] Mei L, Fengqun M, Qian H, et al. Exploration of efficacy and safety of interventions for intraventricular hemorrhage: a network meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2020, 136: 382-389.e6. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.10.177.
- [10] Yang C, Zhang Z, Liao R, et al. Relationship between preoperative external ventricular drainage and preoperative rebleeding in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a meta-analysis[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2023, 224: 107563. DOI: 10.1016/j.clineuro.2022.107563.
- [11] Zhu X. The hemorrhage risk of prophylactic external ventricular drain insertion in aneurysmal subarachnoid hemorrhage patients requiring endovascular aneurysm treatment: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurosurg Sci*, 2017, 61(1): 53-63. DOI: 10.23736/S0390-5616.16.03244-6.
- [12] van Lieshout JH, Pumplün I, Fischer I, et al. Volume of cerebrospinal fluid drainage as a predictor for pretreatment

- aneurysmal rebleeding[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128(6): 1778-1784. DOI: 10.3171/2017.2.JNS162748.
- [13] Panni P, Fugate JE, Rabinstein AA, et al. Lumbar drainage and delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review[J]. *J Neurosurg Sci*, 2017, 61(6):665-672. DOI: 10.23736/S0390-5616.16.03151-9.
- [14] Wolf S, Mielke D, Barner C, et al. Effectiveness of lumbar cerebrospinal fluid drain among patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2023, 80(8): 833-842. DOI: 10.1001/jamaneurol.2023.1792.
- [15] Klimo P, Kestle JR, MacDonald JD, et al. Marked reduction of cerebral vasospasm with lumbar drainage of cerebrospinal fluid after subarachnoid hemorrhage[J]. *J Neurosurg*, 2004, 100(2):215-224. DOI: 10.3171/jns.2004.100.2.0215.
- [16] Al-Tamimi YZ, Bhargava D, Feltbower RG, et al. Lumbar drainage of cerebrospinal fluid after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective, randomized, controlled trial (LUMAS)[J]. *Stroke*, 2012, 43(3):677-682. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.625731.
- [17] Lee KS, Chari A, Motiwal M, et al. Effectiveness of cerebrospinal fluid lumbar drainage among patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: an updated systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2024, 183:246-253.e12. DOI: 10.1016/j.wneu.2024.01.062.
- [18] Sun C, Du H, Yin L, et al. Choice for the removal of bloody cerebrospinal fluid in postcoiling aneurysmal subarachnoid hemorrhage: external ventricular drainage or lumbar drainage? [J]. *Turk Neurosurg*, 2014, 24(5):737-744. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.9837-13.2.
- [19] 中国医师协会神经外科医师分会神经重症专家委员会, 中华医学会神经外科学分会脑血管病学组, 中国医师协会神经介入专业委员会, 等. 重症动脉瘤性蛛网膜下腔出血管理专家共识(2023)[J]. *中国脑血管病杂志*, 2023, 20(2):126-144, 封3. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2023.02.009.
- [20] Badhiwala J, Lumba-Brown A, Hawryluk G, et al. External lumbar drainage following traumatic intracranial hypertension: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosurgery*, 2021, 89(3): 395-405. DOI: 10.1093/neuros/nyab181.
- [21] Tuettenberg J, Czabanka M, Horn P, et al. Clinical evaluation of the safety and efficacy of lumbar cerebrospinal fluid drainage for the treatment of refractory increased intracranial pressure[J]. *J Neurosurg*, 2009, 110(6): 1200-1208. DOI: 10.3171/2008.10.JNS08293.
- [22] de Moraes FM, Rocha E, Barros F, et al. Waveform morphology as a surrogate for ICP monitoring: a comparison between an invasive and a noninvasive method[J]. *Neurocrit Care*, 2022, 37(1): 219-227. DOI: 10.1007/s12028-022-01477-4.
- [23] Hawryluk G, Citerio G, Hutchinson P, et al. Intracranial pressure: current perspectives on physiology and monitoring [J]. *Intensive Care Med*, 2022, 48(10): 1471-1481. DOI: 10.1007/s00134-022-06786-y.
- [24] Chesnut R, Aguilera S, Buki A, et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC)[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(5):919-929. DOI: 10.1007/s00134-019-05900-x.
- [25] Helbok R, Olson DM, Le Roux PD, et al. Intracranial pressure and cerebral perfusion pressure monitoring in non-TBI patients: special considerations[J]. *Neurocrit Care*, 2014, 21 Suppl 2:S85-S94. DOI: 10.1007/s12028-014-0040-6.
- [26] Tunkel AR, Hasbun R, Bhimraj A, et al. 2017 Infectious Diseases Society of America's clinical practice guidelines for healthcare-associated ventriculitis and meningitis[J]. *Clin Infect Dis*, 2017, 64(6):e34-e65. DOI: 10.1093/cid/ciw861.
- [27] Bodilsen J, D'Alessandris QG, Humphreys H, et al. European society of clinical microbiology and infectious diseases guidelines on diagnosis and treatment of brain abscess in children and adults[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2024, 30(1): 66-89. DOI: 10.1016/j.cmi.2023.08.016.
- [28] Chen H, Guo X, Xie D, et al. A clinical study on the use of intraventricular polymyxin B supplemented by continuous external ventricular drainage in the treatment of drug-resistant gram-negative bacilli intracranial infection[J]. *Infect Drug Resist*, 2020, 13:2963-2970. DOI: 10.2147/IDR.S261510.
- [29] Chen L, Li X, Li D, et al. Efficacy and safety of intraventricular polymyxin B plus continuous ventricular drainage for the treatment of intracranial infection caused by drug-resistant *Acinetobacter baumannii*[J]. *Ann Palliat Med*, 2022, 11(2): 490-497. DOI: 10.21037/apm-21-3149.
- [30] El-Atoum M, Hargarten JC, Park YD, et al. Persistent neurological symptoms and elevated intracranial pressures in a previously healthy host with cryptococcal meningitis[J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1): 407. DOI: 10.1186/s12879-023-08349-y.
- [31] Bell RB, Dierks EJ, Homer L, et al. Management of cerebrospinal fluid leak associated with craniomaxillofacial trauma[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2004, 62(6):676-684. DOI: 10.1016/j.joms.2003.08.032.
- [32] Feng S, Lv X, Dai X. Systematic review and meta-analysis of the efficacy and safety of cerebrospinal fluid drainage and lumbar puncture in the treatment of cerebrospinal fluid leakage after craniocerebral injury[J]. *Ann Palliat Med*, 2023, 12(1):121-132. DOI: 10.21037/apm-22-1302.
- [33] Kakarla UK, Kim LJ, Chang SW, et al. Safety and accuracy of bedside external ventricular drain placement[J]. *Neurosurgery*, 2008, 63(1 Suppl 1):ONS162-166, discussion ONS166-167. DOI: 10.1227/01.neu.0000335031.23521.d0.
- [34] Gardner PA, Engh J, Atteberry D, et al. Hemorrhage rates after external ventricular drain placement[J]. *J Neurosurg*, 2009, 110(5):1021-1025. DOI: 10.3171/2008.9.JNS17661.
- [35] Sargut TA, Thomale UW, Schulz M, et al. Navigated bedside implantation of external ventricular drains with mobile health guidance: technical note and case series[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2024, 166(1): 76. DOI: 10.1007/s00701-024-05955-w.
- [36] Robertson FC, Sha RM, Amich JM, et al. Frameless neuronavigation with computer vision and real-time tracking for bedside external ventricular drain placement: a cadaveric study[J]. *J Neurosurg*, 2022, 136(5):1475-1484. DOI: 10.3171/2021.5.JNS211033.
- [37] Cabrilo I, Craven CL, Abuhusain H, et al. Neuronavigation-assisted bedside placement of bolt external ventricular drains in the intensive care setting: a technical note[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 163(4):1127-1133. DOI: 10.1007/s00701-020-04634-w.
- [38] Li Y, Chen X, Wang N, et al. A wearable mixed-reality holographic computer for guiding external ventricular drain

- insertion at the bedside[J]. *J Neurosurg*, 2019, 131(5): 1599-1606. DOI: 10.3171/2018.4.JNS18124.
- [39] Foreman PM, Hendrix P, Griessenauer CJ, et al. External ventricular drain placement in the intensive care unit versus operating room: evaluation of complications and accuracy[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2015, 128:94-100. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.09.026.
- [40] Fried HI, Nathan BR, Rowe AS, et al. The insertion and management of external ventricular drains: an evidence-based consensus statement: a statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society [J]. *Neurocrit Care*, 2016, 24(1): 61-81. DOI: 10.1007/s12028-015-0224-8.
- [41] Muttaiyah S, Ritchie S, John S, et al. Efficacy of antibiotic-impregnated external ventricular drain catheters [J]. *J Clin Neurosci*, 2010, 17(3):296-298. DOI: 10.1016/j.jocn.2009.06.016.
- [42] Bayston R, Grove N, Siegel J, et al. Prevention of hydrocephalus shunt catheter colonisation in vitro by impregnation with antimicrobials[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1989, 52(5): 605-609. DOI: 10.1136/jnnp.52.5.605.
- [43] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition [J]. *Neurosurgery*, 2017, 80(1): 6-15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.
- [44] Bertuccio A, Marasco S, Longhitano Y, et al. External ventricular drainage: a practical guide for neuro-anesthesiologists[J]. *Clin Pract*, 2023, 13(1):219-229. DOI: 10.3390/clinpract13010020.
- [45] 中华医学会创伤学分会颅脑创伤专业委员会. 颅脑创伤患者脑脊液管理中国专家共识[J]. *中华神经外科杂志*, 2019, 35(8): 760-764. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.08.002.
- [46] Omar MA, Mohd Haspani MS. The risk factors of external ventricular drainage-related infection at hospital kuala lumpur: an observational study[J]. *Malays J Med Sci*, 2010, 17(3):48-54.
- [47] Garg K, Verma SK, Singh PK, et al. Effect of external ventricular drain tunnel length on cerebrospinal fluid infection rates-a Bayesian network meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2022, 158: 268-278. e4. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.11.009.
- [48] Leung GK, Ng KB, Taw BB, et al. Extended subcutaneous tunnelling technique for external ventricular drainage[J]. *Br J Neurosurg*, 2007, 21(4): 359-364. DOI: 10.1080/02688690701392881.
- [49] Mohammadi E, Hanaei S, Azadnajafabad S, et al. The effect of external ventricular drain tunneling length on CSF infection rate in pediatric patients: a randomized, double-blind, 3-arm controlled trial[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2021, 27(5):525-532. DOI: 10.3171/2020.9.PEDS20748.
- [50] 中国医师协会神经外科医师分会神经重症专家委员会, 北京医学会神经外科学分会神经外科危重症学组. 神经外科中枢神经系统感染诊治中国专家共识(2021 版)[J]. *中华神经外科杂志*, 2021, 37(1): 2-15. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20200831-00480.
- [51] Woodward S, Addison C, Shah S, et al. Benchmarking best practice for external ventricular drainage[J]. *Br J Nurs*, 2002, 11(1):47-53. DOI: 10.12968/bjon.2002.11.1.12217.
- [52] Sugrue PA, Hsieh PC, Getch CC, et al. Acute symptomatic cerebellar tonsillar herniation following intraoperative lumbar drainage[J]. *J Neurosurg*, 2009, 110(4):800-803. DOI: 10.3171/2008.5.17568.
- [53] Palasz J, D'Antona L, Farrell S, et al. External ventricular drain management in subarachnoid haemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosurg Rev*, 2022, 45(1):365-373. DOI: 10.1007/s10143-021-01627-w.
- [54] Chung DY, Mayer SA, Rordorf GA. External ventricular drains after subarachnoid hemorrhage: is less more? [J]. *Neurocrit Care*, 2018, 28(2): 157-161. DOI: 10.1007/s12028-017-0443-2.
- [55] Liu H, Wang W, Cheng F, et al. External ventricular drains versus intraparenchymal intracranial pressure monitors in traumatic brain injury: a prospective observational study[J]. *World Neurosurg*, 2015, 83(5):794-800. DOI: 10.1016/j.wneu.2014.12.040.
- [56] Olson DM, Zomorodi M, Britz GW, et al. Continuous cerebral spinal fluid drainage associated with complications in patients admitted with subarachnoid hemorrhage[J]. *J Neurosurg*, 2013, 119(4):974-980. DOI: 10.3171/2013.6.JNS122403.
- [57] Podkovik S, Kashyap S, Wiginton J, et al. Comparison of ventricular and lumbar cerebrospinal fluid composition[J]. *Cureus*, 2020, 12(7):e9315. DOI: 10.7759/cureus.9315.
- [58] Finger G, Worm PV, Dos Santos SC, et al. Cerebrospinal fluid collected by lumbar puncture has a higher diagnostic accuracy than collected by ventriculostomy[J]. *World Neurosurg*, 2020, 138: e683-e689. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.03.045.
- [59] Williams TA, Leslie GD, Dobb GJ, et al. Decrease in proven ventriculitis by reducing the frequency of cerebrospinal fluid sampling from extraventricular drains[J]. *J Neurosurg*, 2011, 115(5):1040-1046. DOI: 10.3171/2011.6.JNS11167.
- [60] Williamson RA, Phillips-Bute BG, McDonagh DL, et al. Predictors of extraventricular drain-associated bacterial ventriculitis[J]. *J Crit Care*, 2014, 29(1):77-82. DOI: 10.1016/j.jcrc.2013.08.012.
- [61] Wong FW. Cerebrospinal fluid collection: a comparison of different collection sites on the external ventricular drain[J]. *Dynamics*, 2011, 22(3):19-24.
- [62] Abila AA, Zabramski JM, Jahnke HK, et al. Comparison of two antibiotic-impregnated ventricular catheters: a prospective sequential series trial[J]. *Neurosurgery*, 2011, 68(2): 437-442. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182039a14.
- [63] Costerus JM, Brouwer MC, Sprengers M, et al. Cranial computed tomography, lumbar puncture, and clinical deterioration in bacterial meningitis: a nationwide cohort study[J]. *Clin Infect Dis*, 2018, 67(6):920-926. DOI: 10.1093/cid/ciy200.
- [64] Klopfenstein JD, Kim LJ, Feiz-Erfan I, et al. Comparison of rapid and gradual weaning from external ventricular drainage in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective randomized trial[J]. *J Neurosurg*, 2004, 100(2):225-229. DOI: 10.3171/jns.2004.100.2.0225.
- [65] Chung DY, Thompson BB, Kumar MA, et al. Association of external ventricular drain wean strategy with shunt placement and length of stay in subarachnoid hemorrhage: a prospective multicenter study[J]. *Neurocrit Care*, 2022, 36(2):536-545. DOI: 10.1007/s12028-021-01343-9.
- [66] Connolly ES, Rabinstein AA, Carhuapoma JR, et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from

- the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2012, 43(6): 1711-1737. DOI: 10.1161/STR.0b013e3182587839.
- [67] Roa JA, Fakih R, Zanaty M, et al. Quantitative assessment of ventriculostomy-related hemorrhage: a volume-based classification system to predict new neurological symptoms [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2021, 20(2):198-205. DOI: 10.1093/ons/opaa319.
- [68] Roh JK, Rha SY, Lee CI, et al. Phase I clinical trial: pharmacokinetics of a novel anthracycline, DA-125 and metabolites. Single dose study[J]. *Int J Clin Pharmacol Ther*, 1998, 36(6):312-319.
- [69] Hudson JS, Prout BS, Nagahama Y, et al. External ventricular drain and hemorrhage in aneurysmal subarachnoid hemorrhage patients on dual antiplatelet therapy: a retrospective cohort study[J]. *Neurosurgery*, 2019, 84(2): 479-484. DOI: 10.1093/neuros/nyy127.
- [70] Robertson FC, Abd-El-Barr MM, Mukundan S, et al. Ventriculostomy-associated hemorrhage: a risk assessment by radiographic simulation[J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(3): 532-536. DOI: 10.3171/2016.8.JNS16538.
- [71] Beckett JS, Gaonkar B, Babayan D, et al. Autonomous trajectory planning for external ventricular drain placement [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2018, 15(4):433-439. DOI: 10.1093/ons/oxx285.
- [72] Raabe C, Fichtner J, Beck J, et al. Revisiting the rules for freehand ventriculostomy: a virtual reality analysis[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128(4):1250-1257. DOI: 10.3171/2016.11.JNS161765.
- [73] 中华医学会神经外科学分会, 中国神经外科重症管理协作组. 抗栓药物治疗中颅内出血患者神经外科围手术期管理中国专家共识(2018 版)[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(21):1640-1645. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.21.004.
- [74] Wijidicks EF, Schievink WI, Brown RD, et al. The dilemma of discontinuation of anticoagulation therapy for patients with intracranial hemorrhage and mechanical heart valves[J]. *Neurosurgery*, 1998, 42(4): 769-773. DOI: 10.1097/00006123-199804000-00053.
- [75] Gatos C, Fotakopoulos G, Chatzi M, et al. Investigation of risk factors for external ventricular drainage-associated central nervous system infections in patients undergoing neurosurgery[J]. *Med Int (Lond)*, 2023, 3(5): 44. DOI: 10.3892/mi.2023.104.
- [76] Zingale A, Ippolito S, Pappalardo P, et al. Infections and re-infections in long-term external ventricular drainage. A variation upon a theme[J]. *J Neurosurg Sci*, 1999, 43(2): 125-132; discussion 133.
- [77] Poon WS, Ng S, Wai S. CSF antibiotic prophylaxis for neurosurgical patients with ventriculostomy: a randomised study[J]. *Acta Neurochir Suppl*, 1998, 71: 146-148. DOI: 10.1007/978-3-7091-6475-4_43.
- [78] Alleyne CH, Hassan M, Zabramski JM. The efficacy and cost of prophylactic and perioperative antibiotics in patients with external ventricular drains[J]. *Neurosurgery*, 2000, 47(5): 1124-1127, discussion 1127-1129. DOI: 10.1097/00006123-200011000-00020.
- [79] Saini NS, Dewan Y, Grewal SS. Efficacy of periprocedural vs extended use of antibiotics in patients with external ventricular drains-a randomized trial[J]. *Indian Journal of Neurotrauma*, 2012, 9(1): 30-32. DOI: 10.1016/j.ijnt.2012.04.005.
- [80] Muralidharan R. External ventricular drains: Management and complications[J]. *Surg Neurol Int*, 2015, 6(Suppl 6): S271-S274. DOI: 10.4103/2152-7806.157620.

·读者·作者·编者·

关于参考文献著录格式要求

参考文献著录格式基本参照此行 GB/T7714-2015《信息与文献参考文献著录规则》,采用顺序编码制著录,依照文献在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字加方括号标出。将参考文献按引用先后顺序(用阿拉伯数字标出)全部排列于文末。参考文献中的作者,1~3 名全部列出,3 名以上只列前 3 名,后加“等”或其他与之相应的文字,如“et al.”。著录作者姓名时将姓放在前,名缩写放在姓后面。外文期刊名称用缩写,以《Index Medicus》中的格式为准;中文期刊用全名。每条参考文献均须著录起止页码。文献题名项后需标注文献类型标志项目。作者必须将参考文献与其原文核对无误。举例如下。

- [1] 孙宏斌,夏术阶,唐孝达.前列腺移行带和外周带差异基因表达研究[J]. *中华医学杂志*, 2005, 85(9):610-613. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2005.09.012.(期刊格式)
- [2] Collins FS, Varmus H. A new initiative on precision medicine[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(9):793-795. DOI: 10.1056/NEJMp1500523.(期刊格式)
- [3] 汪敏刚. 支气管哮喘[A]//戴自英. 实用内科学. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 1991:833-840.(专著中析出文献格式)
- [4] Sodeman WA Jr, Sodeman WA. Pathologic physiology: mechanisms of disease[M]. 8th ed. Philadelphia: Saunders, 1974:457-472.(书籍格式)

(本刊编辑部)