

长程皮下通道脑室外引流术在神经外科的可行性分析

罗凯 朱晟 卢科 吴声田 姚洁民 符黄德

【摘要】 目的 探讨长程皮下通道脑室外引流术(LTEVD)应用于神经外科的可行性。方法 纳入 2020 年 6 月至 2022 年 8 月在广西壮族自治区南宁市第二人民医院行脑室外引流术的 187 例患者,分别行 LTEVD(82 例)和短程皮下通道脑室外引流术(STEVD, 105 例),详细记录术后引流管留置时间,以及引流管移位、引流管堵塞、脑脊液漏、继发性颅内感染和引流管留置天数继发性颅内感染发生率。结果 LTEVD 组引流管留置时间长于 STEVD 组[23.00(14.00, 33.50) d 对 7.00(5.00, 10.00) d; $Z = -10.126$, $P = 0.000$],引流管留置天数继发性颅内感染发生率低于 STEVD 组[1.92‰(4/2087)对 16.35‰(13/795); $\chi^2 = 187.000$, $P = 0.000$]。结论 LTEVD 可显著延长引流管留置时间,引流管留置天数继发性颅内感染发生率可明确引流管留置时间对继发性颅内感染的影响。

【关键词】 神经外科手术; 引流术; 中枢神经系统感染; 脑脊液

Feasibility analysis of long-tunnelled external ventricular drainage in neurosurgery

LUO Kai, ZHU Sheng, LU Ke, WU Sheng-tian, YAO Jie-min, FU Huang-de

Department of Neurosurgery, The Second Nanning People's Hospital, Nanning 530031, Guangxi, China

Corresponding author: FU Huang-de (Email: qt000172@sr.gxmu.edu.cn)

【Abstract】 Objective To evaluate the feasibility of long-tunnelled external ventricular drainage (LTEVD) in neurosurgery. **Methods** A total of 187 patients who underwent external ventricular drainage in The Second Nanning People's Hospital from June 2020 to August 2022 were included. They were respectively treated with LTEVD (LTEVD group, $n = 82$) and short-tunnelled external ventricular drainage (STEVD group, $n = 105$). The indwelling time of postoperative drainage tube were recorded in detail. Drainage tube displacement, drainage tube blockage, cerebrospinal fluid leakage, and the incidence of secondary intracranial infection, as well as the incidence of secondary intracranial infection during drainage tube indwelling days. **Results** The comparison of safety between 2 groups showed that the drainage tube indwelling time in LTEVD group was significantly longer than that in STEVD group [23.00 (14.00, 33.50) d vs. 7.00 (5.00, 10.00) d; $Z = -10.126$, $P = 0.000$], and the secondary intracranial infection rate during drainage tube indwelling days was lower than that in STEVD group [1.92‰ (4/2087) vs. 16.35‰ (13/795); $\chi^2 = 187.000$, $P = 0.000$]. **Conclusions** LTEVD can significantly prolong the indwelling time of drainage tube, the incidence of secondary intracranial infection during drainage tube indwelling days can clarify the effect of drainage tube indwelling time on the incidence of secondary intracranial infection.

【Key words】 Neurosurgical procedures; Drainage; Central nervous system infections; Cerebrospinal fluid

This study was supported by Guangxi Zhuang Autonomous Region Health Commission Self-Raised Fund Project (No. Z20200724), and Guangxi Zhuang Autonomous Region Nanning Excellent Youth Science and Technology Innovation and Entrepreneurship Talent Cultivation Project (No. RC20210106).

Conflicts of interest: none declared

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2023.06.007

基金项目:广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题(项目编号:Z20200724);广西壮族自治区南宁市优秀青年科技创新创业人才培育项目(项目编号:RC20210106)

作者单位:530031 广西壮族自治区南宁市第二人民医院神经外科

通讯作者:符黄德,Email:qt000172@sr.gxmu.edu.cn

脑室外引流术是神经外科常用术式^[1],尤以短程皮下通道脑室外引流术(STEVD)应用最广泛,即引流管穿刺成功后沿皮下潜行 3~5 cm 再引出,但易导致继发性颅内感染、引流管移位或堵塞、脑脊液漏等并发症,其中继发性颅内感染最常见且临床治疗困难,其风险主要与引流管留置时间和脑脊液漏有关^[2-3]。Khanna 等^[4]发现脑室外引流管皮下潜行距离与继发性颅内感染发生率呈负相关,并首次提出长程皮下通道脑室外引流术(LTEVD),认为该术式可以安全延长引流管留置时间;但也有研究者认为,延长引流管皮下潜行距离仅可延迟颅内感染的发生,而对最终颅内感染发生率并无影响^[5]。鉴于此,广西壮族自治区南宁市第二人民医院对比分析 LTEVD 与 STEVD 对术后颅内感染发生率的影响,以为临床优化治疗方案提供指导。

对象与方法

一、研究对象

1. 纳入与排除标准 (1)脑室外引流术的指征均符合《神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018版)》^[6]标准,包括急性症状性脑积水或脑出血的脑脊液释放和外引流,如伴意识下降的脑出血和脑室内出血、动脉瘤性蛛网膜下腔出血或颅内占位效应致急性梗阻性脑积水;急性脑损伤的脑室内颅内压监测和治疗性脑脊液外引流;神经肿瘤围手术期小脑幕切迹疝预防及术前脑组织松弛;正常压力脑积水脑脊液压力测定及脑脊液释放试验;蛛网膜下腔出血的抗脑血管痉挛治疗;脑室炎、脑膜炎的抗生素治疗或其他疾病经脑室给药治疗。(2)年龄 ≥ 18 岁。(3)凡存在以下情况者不纳入本研究范畴:脑室铸型血肿;合并严重凝血功能障碍或血液系统疾病,严重感染性疾病如脓毒血症、败血症,以及恶性肿瘤、免疫系统疾病、代谢性疾病等;导管穿刺部位或周围皮肤感染;长期应用激素类药物;临床资料不完整。(4)本研究经广西壮族自治区南宁市第二人民医院医学伦理委员会审核批准(审批号:Y2022157),所有患者及其家属均对手术方式及并发症知情并签署知情同意书。

2. 一般资料 选择 2020 年 6 月至 2022 年 8 月在我院神经外科行脑室外引流术的患者共 187 例,男性 128 例,女性 59 例;年龄为 18~88 岁,中位年龄为 55(46,66)岁;既往合并高血压 102 例(54.55%)、糖尿病 17 例(9.09%)、高脂血症 20 例(10.70%),吸烟

表 1 LTEVD 组与 STEVD 组患者一般资料的比较

Table 1. Comparison of general data between LTEVD group and STEVD group

观察指标	LTEVD 组 (n=82)	STEVD 组 (n=105)	χ^2 或 Z 值	P 值
性别[例(%)]			2.645	0.104
男性	51(62.20)	77(73.33)		
女性	31(37.80)	28(26.67)		
年龄 [M(P_{25} , P_{75}),岁]	55.50 (47.00,66.00)	55.00 (44.50,65.50)	-0.320	0.749
高血压[例(%)]	40(48.78)	62(59.05)	1.958	0.162
糖尿病[例(%)]	8(9.76)	9(8.57)	0.078	0.780
高脂血症[例(%)]	8(9.76)	12(11.43)	0.135	0.713
吸烟[例(%)]	20(24.39)	30(28.57)	0.411	0.522
饮酒[例(%)]	32(39.02)	40(38.10)	0.017	0.897
入院时 GCS [M(P_{25} , P_{75}),评分]	7.00 (5.75,9.25)	6.00 (5.00,9.00)	-1.078	0.281

Mann-Whitney *U* test for comparison of age and GCS, and χ^2 test for comparison of others, 年龄和 GCS 评分的比较行 Mann-Whitney *U* 检验;其余指标的比较行 χ^2 检验。LTEVD, long-tunnelled external ventricular drainage, 长程皮下通道脑室外引流术;STEVD, short-tunnelled external ventricular drainage, 短程皮下通道脑室外引流术;GCS, Glasgow Coma Scale, Glasgow 昏迷量表

50 例(26.74%)、饮酒 72 例(38.50%);入院时 Glasgow 昏迷量表(GCS)评分 3~15 分,中位评分 7(5,9)分;临床诊断为脑出血 129 例(68.98%),颅脑创伤 41 例(21.93%),颅内感染 17 例(9.09%)。根据手术方式分为 LTEVD 组(82 例)和 STEVD(105 例),两组患者一般资料比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$, 表 1),均衡可比。

二、研究方法

1. 脑室外引流术 患者仰卧位,气管插管全身麻醉,分别行 LTEVD 和 STEVD。(1)LTEVD:头部向血肿非优势侧倾斜 45°,标记脑室额角或后角穿刺点以及穿刺点同侧耳后、锁骨上窝、上腹部,选取引流管为 43103 型 Medtronic 固定压分流管腹腔端导管[美敦力(上海)管理有限公司],引流管脑室端行脑室前角或枕角穿刺,脑室端穿刺成功后将引流管经头皮下、耳后、颈胸壁潜行至腹壁上方并戳口引出,引流管皮下潜行距离 > 30 cm,引流管末端多圈环绕并缝合固定于腹壁,无菌贴膜覆盖,并连接体外无菌引流袋。患者无发热、头痛、呕吐等颅内高压症状,意识好转或生命体征平稳;头部 CT 提示脑室内出血排出,脑脊液循环通畅,脑水肿消失,脑沟脑回清晰;引流脑脊液清亮、透明,白细胞计数、蛋白定量、葡萄糖和氯化物均于正常值范围,多次细

表 2 LTEVD 组与 STEVD 组患者引流管留置时间和引流管留置期间并发症的比较

Table 2. Comparison of drainage tube indwelling time and complications between LTEVD group and STEVD group

组别	例数	引流管留置时间[M(P ₂₅ , P ₇₅), d]	引流管移位[例(%)]	引流管堵塞[例(%)]	脑脊液漏[例(%)]
LTEVD 组	82	23.00(14.00, 33.50)	7(8.54)	3(3.66)	0(0.00)
STEVD 组	105	7.00(5.00, 10.00)	2(1.90)	5(4.76)	5(4.76)
Z 或 χ^2 值		-10.126	3.091*	0.000	2.391
P 值		0.000	0.079	0.995	0.122

*adjusted χ^2 value, 校正 χ^2 值。Mann-Whitney U test for comparison of drainage tube indwelling time, χ^2 test for comparison of others, 引流管留置时间的比较行 Mann-Whitney U 检验, 其余指标的比较行 χ^2 检验。LTEVD, long-tunnelled external ventricular drainage, 长程皮下通道脑室外引流术; STEVD, short-tunnelled external ventricular drainage, 短程皮下通道脑室外引流术

菌培养呈阴性,即可拔除引流管,若引流期间出现继发性颅内感染,则即刻拔管。(2)STEVD:采取 Kocher 点入路,标记 Kocher 点穿刺点后选取 F12 型一次性引流管(苏州鑫达医疗器材有限公司),引流管置入轨道垂直于颅骨或者指向对侧内眦,深度为 5~6 cm,脑室端穿刺成功后,引流管在头皮下潜行 3~5 cm,隧道出口以丝线缝合并固定,导管末端连接体外无菌引流袋,并在穿刺点和隧道出口覆盖无菌敷料,最后以无菌胶布固定。参照《神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版)》^[6]推荐的引流管留置时间 ≤ 2 周,拔除引流管指征为头部 CT 提示脑室内出血排出、脑脊液循环通畅,无需脑脊液各项指标完全正常,若引流期间出现继发性颅内感染,则即刻拔管。

2. 安全性评价 记录引流管留置时间和引流管留置期间并发症发生率,包括引流管移位、引流管堵塞、脑脊液漏、继发性颅内感染和引流管留置天数继发性颅内感染发生率。颅内感染的诊断参照《神经外科中枢神经系统感染诊治中国专家共识(2021 版)》^[7]:(1)存在颅内感染临床表现。(2)血常规白细胞计数 $> 10 \times 10^9/L$ 或中性粒细胞比例 $> 80\%$ 。(3)颅内压及脑脊液检查异常。(4)存在颅内感染影像学表现。(5)脑脊液、手术切口分泌物等病原学检测阳性。其中,(5)为病原学诊断,但因术后抗生素的应用,脑脊液细菌培养阳性率较低,因此临床综合考虑同时具备(1)~(4)即可诊断为颅内感染。引流管留置天数继发性颅内感染的诊断参照文献[8],计算其发生率,公式为引流管留置天数继发性颅内感染发生率(%) = 继发性颅内感染病例数/所有病例引流管留置总天数 $\times 1000\%$ 。

3. 统计分析方法 采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)

或率(%)表示,采用 χ^2 检验。Shapiro-Wilk 检验行正态性检验,呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距[M(P₂₅, P₇₅)]表示,行 Mann-Whitney U 检验。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

LTEVD 组引流管留置时间长于 STEVD 组且差异具有统计学意义($P = 0.000$, 表 2)。STEVD 组术后发生引流管移位 2 例(1.90%),经 CT 确认后立即拔除引流管,因家属不同意再次置管,予强化脱水治疗;引流管堵塞 5 例(4.76%),予生理盐水或尿激酶冲洗后引流管通畅;脑脊液漏 5 例(4.76%),重新缝合漏口,以无菌敷料加压并严密包扎,其中 1 例仍有脑脊液漏,拔除引流管。LTEVD 组术后发生引流管移位 7 例(8.54%),经 CT 确认后立即拔除引流管,因家属不同意再次置管,间断予腰椎穿刺术;引流管堵塞 3 例(3.66%),予生理盐水或尿激酶冲洗后引流管通畅。两组患者上述并发症发生率差异无统计学意义(均 $P > 0.05$, 表 2)。LTEVD 组 82 例患者中 17 例术前即存在颅内感染,故仅对余 65 例进行继发性颅内感染和引流管留置天数继发性颅内感染评估,其中 4 例(6.15%)发生继发性颅内感染,进一步计算引流管留置天数继发性颅内感染发生率为 1.92%(4/2087);STEVD 组有 13 例(12.38%)发生继发性颅内感染,引流管留置天数继发性颅内感染发生率为 16.35%(13/795),两组继发性颅内感染发生率比较差异无统计学意义($\chi^2 = 3.136$, $P = 0.077$),LTEVD 组引流管留置天数继发性颅内感染发生率低于 STEVD 组($\chi^2 = 187.000$, $P = 0.000$)。

讨 论

STEVD 是神经外科常用术式,用于引流血性和

炎性脑脊液、监测并控制颅内压、辅助脑室内局部用药等,引流管使颅内与外界环境之间形成开放通道,细菌可通过管腔或管壁外上行进入颅内,导致继发性颅内感染,严重者甚至危及生命^[9]。国外一项为期 6 个月的前瞻性多中心队列研究纳入 21 个神经外科中心 452 例行 STEVD 的患者,46 例(10.18%)术后继发颅内感染^[10]。国内流行病学调查显示,STEVD 术后继发性颅内感染发生率为 11.9%~12.3%^[11-12]。LTEVD 为引流管经脑室额角或枕角穿过皮下隧道至前侧腹壁引出,隧道出口位于上腹部,皮下通道 >30 厘米,因引流管皮下潜行一段无菌长距离,可延迟微生物上行进入颅内,从而降低颅内感染发生率^[13]。Collins 等^[14]采用 LTEVD 治疗 181 例患儿,包括脑室内出血(85 例)、颅内感染(48 例)、肿瘤相关脑积水(13 例)、高颅压临时性引流(31 例)和颅脑创伤(4 例),发现仅 5 例(2.76%)继发颅内感染,且可安全将脑室外引流时间延长至 42 天。Leung 等^[15]的回顾性研究共纳入 114 例行 LTEVD 的脑部疾病患者,引流管留置时间平均 20 天,最长者达 60 天;11 例术前即存在颅内感染,余 103 例中 7 例(6.80%)继发颅内感染。Saenz 等^[16]随机采用 LTEVD 和 STEVD 治疗 134 例脑部疾病患儿(每组各 67 例),对比分析两种术式术后并发症发生率,LTEVD 组继发性颅内感染[2.99%(2/67)对 22.39%(15/67), $P=0.002$]、脑脊液漏[8.96%(6/67)对 20.90%(14/67), $P=0.003$]、引流管堵塞[1.49%(1/67)对 10.45%(7/67), $P=0.006$]发生率均低于 STEVD 组,表明 LTEVD 安全性更佳。本研究结果显示,LTEVD 组继发性颅内感染发生率为 6.15%(4/65),虽相较 STEVD 组的 12.38%(13/105)差异未达统计学意义,但均于留置引流管 30 天以上方继发颅内感染,提示 LTEVD 可延迟继发性颅内感染时间。

脑脊液漏是颅内感染的重要危险因素^[17]。STEVD 的引流管皮下潜行距离短,隧道出口仍位于头皮下,引流管易发生滑动、移位并形成皮下隧道,使脑脊液沿皮下隧道流出,增加脑脊液漏风险^[18-19]。LTEVD 的引流管全程密闭式包埋在头皮下并经前胸壁至腹壁引出,皮下潜行距离较长,充分发挥皮肤肌肉组织的屏障作用,引流管外侧难以形成窦道,脑脊液外流阻力较大,脑脊液漏风险较低,且病原微生物难以逆行感染,故继发颅内感染的风险较低^[20]。在本研究中,LTEVD 组无一例出现脑脊液

漏;STEVD 组有 5 例出现脑脊液漏,其中 4 例继发颅内感染,提示颅内感染可能与脑脊液漏相关。

研究显示,脑室外引流管留置时间与继发性颅内感染发生率呈正相关,引流管留置时间过长是导致继发性颅内感染的重要危险因素之一^[21-22]。故应尽量缩短引流管留置时间,但是临床实践中部分患者术后 2 周内仍无法达到引流管拔除指征,只能延长引流管留置时间,从而增加继发性颅内感染风险。《神经外科中枢神经系统感染诊治中国专家共识(2021 版)》^[7]指出,STEVD 术后引流管留置时间 >5 天为继发性颅内感染的重要危险因素,此后每增加 1 天颅内感染发生率增加 1%。杨雪等^[23]发现,STEVD 引流管留置时间 >7 天是 STEVD 术后发生继发性颅内感染的重要危险因素($OR=3.771$, 95%CI: 1.340~5.549; $P=0.006$),并建议患者病情稳定后尽早拔管。LTEVD 的引流管因皮下潜行距离长,可延长引流管外定植病原微生物逆行进入颅内的时间,进而安全地延长引流管留置时间,充分发挥引流作用^[24]。Lin 等^[25]采用 LTEVD 治疗 6 例结核性脑膜炎合并脑积水患儿,4 例安全留置引流管 4~6 个月后拔管,2 例继续行脑室-腹腔分流术,4~6 个月拔管时所有患儿脑脊液白细胞计数和蛋白定量均恢复正常,影像学显示脑室形态改善,无一例继发颅内感染。解东成等^[26]回顾分析 15 例行 LTEVD 的重症结核性脑膜炎伴难治性脑积水患者的临床资料,引流管留置时间 59~335 天,平均 173.3 天,引流期间无一例继发颅内感染。George 等^[27]采用 LTEVD 治疗 6 例脑室炎和 9 例脑膜炎患者,脑脊液引流时间平均为 15.6 天,2 例继发感染,其中 1 例于引流第 44 天时继发颅内感染、1 例于引流第 17 天时继发手术切口感染;他们还提出,LTEVD 适用于脑脊液分流时间 >5 天的患者,并且引流管留置时间 >4 周时继发性感染发生率较低。本研究 LTEVD 组引流管留置时间长于 STEVD 组,但两组继发性颅内感染发生率并无明显差异。

为明确引流管留置时间对继发性颅内感染发生率的影响,引流管留置天数颅内感染发生率这一指标应运而生^[5]。Mead 等^[28]对 616 例颅内肿瘤患者留置 Ommaya 囊进行化疗,Ommaya 囊留置时间共 462 467 天,留置期间有 34 例(5.52%)继发颅内感染,Ommaya 囊留置天数继发性颅内感染发生率为 0.74 例/10 000 Ommaya 囊留置天数。Tahir 等^[5]的前瞻性研究共纳入 60 例脑部疾病患者,分别行 STEVD

(30 例)和 LTEVD(30 例),结果显示,LTEVD 组引流管留置时间长于 STEVD 组[(13.4 ± 7.2)天对(5.3 ± 2.7)天, $P < 0.001$],两组继发性颅内感染发生率[10.00%(3/30)对 3.33%(1/30), $P = 0.301$]和引流管留置天数继发性颅内感染发生率[7.46%(3/402)对 6.33%(1/158); $P > 0.05$]相当。本研究结果显示,LTEVD 组引流管留置时间长于 STEVD 组;进一步参照文献[8]方法计算引流管留置天数继发性颅内感染发生率,LTEVD 组为 1.92%(4/2087),短于 STEVD 组的 16.35%(13/795),提示 LTEVD 可显著延长引流管留置时间,且引流管留置天数继发性颅内感染发生率较低。

既往文献报道的 LTEVD 引流管常安装有单向阀门以预防脑脊液逆流,因单向阀门在皮下移动困难,还可减少引流管移位,但较易被凝血块、絮状物或脑组织碎屑等堵塞,因阀门为单向,无法脑室内给药,需手术取出引流管^[29]。本研究 LTEVD 组选取 Medtronic 脑室-腹腔分流管的腹腔段为引流管,将腹腔端裂隙部分截除,并制作 3 个侧孔,作为引流管脑室端,不含分流阀,可直接自脑室向腹壁外单管引流,因此拔管时无需手术取出,且可经引流管脑室内给药^[29],但 LTEVD 组引流管未安装单向阀门,患者转头时可能引起引流管移位,且引流管较 STEVD 组引流管细,故易堵塞引流管。本研究 LTEVD 组有 7 例(8.54%)出现引流管移位,3 例(3.66%)出现引流管堵塞,STEVD 组分别仅为 2 例(1.90%)和 5 例(4.76%),差异并未达到统计学意义。此外,STEVD 引流管的隧道出口位于头部,因头皮毛发生长旺盛,油脂分泌较多,敷料易脱落、移位,临床护理难度较大,且患儿头皮较薄,易形成皮下隧道,导致脑脊液漏;LTEVD 引流管自腹壁皮肤戳口引出,末端多圈环绕并缝合固定于腹壁,护理难度明显减轻,同时引流管末端出口外接密闭式引流袋,三通肝素帽距离人体较远,术后引流管护理、脑脊液取样、脑室内给药更简便。脑脊液相关操作远离头颈部,尤其对于气管切开患者,可显著降低医源性颅内感染风险。然而,本研究为单中心回顾性研究,样本量较小,安全性评价指标较少,手术过程由不同医师完成,可能导致选择偏倚,且未进行有效性评估。未来尚待前瞻性多中心大样本随机对照试验,并纳入更多安全性和有效性指标,如治疗前后脑脊液压力、Evans 指数等,进一步探讨 LTEVD 和 STEVD 的有效性和安全性。

综上所述,LTEVD 作为一种简单、有效的脑室外引流术,继发颅内感染的风险较低,引流管留置时间较长,脑脊液漏风险较低,且易于临床护理,特别是对于需长时间引流的颅内感染合并脑积水患者,值得推广应用。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Dakson A, Kameda - Smith M, Staudt MD, Lavergne P, Makarenko S, Eagles ME, Ghayur H, Guo RC, Althagafi A, Chainey J, Touchette CJ, Elliott C, Iorio - Morin C, Tso MK, Greene R, Bargone L, Christie SD. A nationwide prospective multicenter study of external ventricular drainage: accuracy, safety, and related complications[J]. J Neurosurg, 2021, 26:1-9.
- [2] Kononov AN, Grebenev FV, Rybakov VA, Pilipenko YV, Shekhtman OD, Okishev DN, Yershova ON, Eliava SS. External ventricular drainage complication risks and accuracy analysis [J]. World Neurosurg, 2021, 156:e276-282.
- [3] Piva S, Paolo AD, Galeotti L, Ceccherini F, Cordoni F, Signorini L, Togni T, Nicolò AD, Rasulo FA, Fagoni N, Latronico N, D'Avolio A. Daptomycin plasma and CSF levels in patients with healthcare - associated meningitis [J]. Neurocrit Care, 2019, 31:116-124.
- [4] Khanna RK, Rosenblum ML, Rock JP, Malik GM. Prolonged external ventricular drainage with percutaneous long - tunnel ventriculostomies[J]. J Neurosurg, 1995, 83:791-794.
- [5] Tahir MZ, Sobani ZA, Murtaza M, Enam SA. Long - tunneled versus short - tunneled external ventricular drainage: prospective experience from a developing country [J]. Asian J Neurosurg, 2016, 11:114-117.
- [6] Chinese Collaborative Group of Critical Care Management in Neurosurgery, Neurosurgery Branch, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on external drainage of cerebrospinal fluid in neurosurgery (2018 edition)[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2018, 98:1646-1649.[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. 神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版)[J]. 中华医学杂志, 2018, 98:1646-1649.]
- [7] Neurocritical Care Expert Committee, Neurosurgeon Branch, Chinese Medical Doctor Association; Neurosurgery Critical Care Group, Neurosurgery Branch, Beijing Medical Association. Chinese expert consensus on the diagnosis and treatment of central nervous system infection in neurosurgery (2021 edition) [J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2021, 37:2-15.[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, 37:2-15.]
- [8] Song L, Wei LL, Jiang WB, Shan XZ, Zhu H, Wan YD, Li JF, Pan XT. Ultrasound - guided placement of midline catheter reduces the incidence rate of catheter - related bloodstream infection[J]. Zhonghua Ji Zhen Yi Xue Za Zhi, 2021, 30:407-413.[宋蕾, 魏丽丽, 姜文彬, 单信芝, 朱华, 万有栋, 李吉峰, 潘新亭. 超声引导中导管置入可降低导管相关血流感染发生率[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30:407-413.]
- [9] Xu YQ, Qi M, Shang F, Yang K, Hong T, Qu X, Wang N. Preliminary exploration of metagenomic next - generation sequencing in the diagnosis of intracranial infection after neurosurgery[J]. Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2020, 20:682-687.[徐跃峤, 齐猛, 尚峰, 杨昆, 洪韬, 曲鑫, 王

- 宁. 宏基因组第二代测序技术在神经外科颅内感染病原学诊断中的应用初探[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2020, 20:682-687.]
- [10] Jamjoom AAB, Joannides AJ, Poon MTC, Chari A, Zaben M, Abdulla MAH, Roach J, Glancz LJ, Solth A, Duddy J, Brennan PM, Bayston R, Bulters DO, Mallucci CL, Jenkinson MD, Gray WP, Kandasamy J, Hutchinson PJ, Kolias AG, Ahmed AI; British Neurosurgical Trainee Research Collaborator. Prospective, multicentre study of external ventricular drainage-related infections in the UK and Ireland[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2018, 89:120-126.
- [11] Zhou YJ, Wu JN, Chen LJ, Zhao HY. Comparison of infection rate with tunneled vs standard external ventricular drainage: a prospective, randomized controlled trial [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 184:105416.
- [12] Zhang HB, Li Q, Zhu Z, Xia WD. Analysis of risk factors for intracranial infection secondary to simple external ventricular drainage[J]. *Zhongguo Yi Yao Ke Xue*, 2021, 11:149-153.[张海兵, 李青, 朱治, 夏卫东. 单纯脑室外引流继发颅内感染的危险因素分析[J]. 中国医药科学, 2021, 11:149-153.]
- [13] Garg K, Verma SK, Singh PK, Singh M, Chandra PS, Kale SS. 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.
- [14] Collins CDE, Hartley JC, Chakraborty A, Thompson DNP. Long subcutaneous tunnelling reduces infection rates in paediatric external ventricular drains[J]. *Childs Nerv Syst*, 2014, 30:1671-1678.
- [15] Leung GKK, Ng KB, Taw BBT, Fan YW. Extended subcutaneous tunnelling technique for external ventricular drainage[J]. *Br J Neurosurg*, 2007, 21:359-364.
- [16] Saenz A, Mengide JP, Argañaraz R, Mantese B. Long-tunneled versus short - tunneled external ventricular drain: a quasi - experimental study in a cohort of pediatric patients [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2023, 31:306-312.
- [17] Neurosurgery Branch, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on standardized management of cerebrospinal fluid leakage [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2022, 102:1057-1067.[中华医学会神经外科学分会. 脑脊液漏规范化管理中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2022, 102:1057-1067.]
- [18] Guo ZF, Zhao B, Wu DJ, Li DK, Sun JZ. Analysis on risk factors for intracranial infection after craniotomy for resection of skull base neoplasms[J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2021, 21:659-664.[郭致飞, 赵兵, 吴德俊, 李德坤, 孙锦章. 颅底肿瘤开颅手术后颅内感染相关危险因素分析[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2021, 21:659-664.]
- [19] Qiu BH, Bao Y, Qi ST. Discussion on prevention of external ventricular drainage-associated infection[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2019, 35:204-206.[邱炳辉, 包赞, 漆松涛. 脑室外引流相关感染预防的相关问题探讨[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35:204-206.]
- [20] Bi CL, Lan S, Luo XY, Liu JF. Clinical effect of long - tunneled external ventricular drain in treatment of intracranial infection with extensively drug - resistant acinetobacter baumannii after surgery for severe traumatic brain injury [J]. *Guo Ji Shen Jing Bing Xue Shen Jing Wai Ke Xue Za Zhi*, 2021, 48:4-8.[毕长龙, 兰松, 罗湘颖, 刘劲芳. 长程皮下通道脑室外引流技术在重型颅脑损伤术后泛耐药鲍曼不动杆菌颅内感染治疗中的应用研究[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2021, 48:4-8.]
- [21] Li SX, Sun XY. Application progress of extraventricular drainage in cerebral hemorrhage [J]. *Yi Xue Zong Shu*, 2020, 26:3439-3443.[李劭勋, 孙晓阳. 脑室外引流在脑出血中的应用进展[J]. 医学综述, 2020, 26:3439-3443.]
- [22] Pu J, Zhao YL, Gu YX, Hang CH, You YP, Wang MD, Qu Y, Lu H, Wang S; Chinese Neurosurgical Society. Chinese expert consensus on the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage-related hydrocephalus [J]. *Chin Neurosurg J*, 2023, 9:7.
- [23] Yang X, Chen TN, Chen Z, Zhang C, Zhang XY, Wei L, Liu M, Xian JS. Construction and validation of prediction model of intracranial infection after external ventricular drainage [J]. *Lu Jun Jun Yi Da Xue Xue Bao*, 2023, 45:265-271.[杨雪, 陈图南, 陈志, 张超, 张学应, 魏利, 刘苗, 鲜继淑. 脑室外引流术后患者颅内感染预测模型的构建及验证[J]. 陆军军医大学学报, 2023, 45:265-271.]
- [24] He G, Lin J, Ye J, Huang F, Yan C, Liu Z, Zhou X, Li Q, Zhang L. Long tunneled external ventricular drains with shunt valves: technical note [J]. *World Neurosurg*, 2022.[Epub ahead of print]
- [25] Lin J, Zhang N, Sheng HS, Wang MD, Yin B, Lin FC. Modified external ventricular drainage in pediatric tuberculous meningitis: is it possible to avoid ventriculoperitoneal shunt placement [J]? *Pediatr Neurosurg*, 2011, 47:108-112.
- [26] Xie DC, Chen HW, Wang SJ, Guo XC. Preliminary study on the treatment of severe tuberculous meningitis with refractory hydrocephalus by modified ventricular drainage [J]. *Zhongguo Gan Ran Kong Zhi Za Zhi*, 2021, 20:720-724.[解东成, 陈红伟, 王圣杰, 郭小川. 改良脑室外引流术治疗重症结核性脑膜炎并难治性脑积水的初步探讨[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20:720-724.]
- [27] George T, Moorthy RK, Rajshekhar V. Long tunnel external ventricular drain: an adjunct in the management of patients with infection associated hydrocephalus [J]. *Br J Neurosurg*, 2019, 33:659-663.
- [28] Mead PA, Safdieh JE, Nizza P, Tuma S, Sepkowitz KA. Ommaya reservoir infections: a 16 - year retrospective analysis [J]. *J Infect*, 2014, 68:225-230.
- [29] Li YH, Lin JH, Ye J, He GL, Yun RR, Huang FB, Li Q, Zhang L. Extra-long subcutaneous tunnel in external ventricular drains [J]. *Zhonghua Shen Jing Yi Xue Za Zhi*, 2020, 19:700-705.[李业海, 林建浩, 叶景, 何桂录, 俞瑞瑞, 黄佛宝, 李俏, 张良. 超长皮下隧道脑室外引流术的临床应用价值研究[J]. 中华神经医学杂志, 2020, 19:700-705.]

(收稿日期:2023-04-14)

(本文编辑:柏钰)