doi:10.11659/jjssx.06E020114

·临床研究·

成年脑室腹腔分流术后颅内感染的危险因素分析

杨 晗[1],韩宇涵[1],陈雨清[2],路 洋[1],张永康[1],于如同[1] (1.徐州医科大学附属医院神经外科,江苏 徐州 221002;2.徐州医科大学附属医院超声影像科,江苏 徐州 221002)

[摘 要] **目的** 探究成年脑积水患者脑室腹腔分流术后颅内感染的危险因素,为其早期预测和临床防治提供参考。**方法** 回顾性分析2014年1月至2019年6月徐州医科大学附属医院收治的282例接受脑室腹腔分流术的脑积水患者临床资料。记录患者颅内感染的发生率,分析引起感染的病原菌。采用单因素及多因素Logistic回归分析发生颅内感染的危险因素。**结果** 本研究中颅内感染患者37例,感染率为13.1%;脑脊液细菌培养中革兰氏阳性菌为57.1%,革兰氏阴性菌为38.8%。单因素分析显示,年龄、脑积水病因、格拉斯哥昏迷(GCS)评分、高血糖、气管切开史、腹部手术史、切口脑脊液漏、置管时间是成年脑积水患者脑室腹腔分流术后发生颅内感染的影响因素($P<0.05$);多因素Logistic回归分析结果显示,自发性脑出血、高血糖、切口脑脊液漏、置管时间<3个月是成年脑积水患者脑室腹腔分流术后发生颅内感染的独立危险因素。**结论** 自发性脑出血、高血糖、切口脑脊液漏、置管时间<3个月与颅内感染发生率显著相关,对伴有以上危险因素的患者应予以高度重视,积极控制干预,以降低颅内感染发生率。

[关键词] 脑积水;脑室腹腔分流术;颅内感染;危险因素

[中图分类号] R639 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-06-22

Risk factors analysis of intracranial infection after ventriculoperitoneal shunt in adults

YANG Han[1],HAN Yu-han[1],CHEN Yu-qing[2],LU Yang[1],ZHANG Yong-kang[1],YU Ru-tong[1] (1.Department of Neurosurgery,Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University,Xuzhou Jiangsu 221002,China;2.Department of Ultrasound Imaging,Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University,Xuzhou Jiangsu 221002,China)

Abstract: Objective To investigate the risk factors of intracranial infection after ventriculoperitoneal shunt in adults with hydrocephalus, and to provide reference for early prediction and clinical prevention. **Methods** The clinical data of 282 patients with hydrocephalus who received ventriculoperitoneal shunt in the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from January 2014 to June 2019 were analyzed retrospectively. The incidence of intracranial infection was recorded and the pathogenic bacteria causing the infection were analyzed. Univariate and multivariate Logistic regression were used to analyze the risk factors for intracranial infection. **Results** There were 37 patients with intracranial infection, and the incidence was 13.1%. Gram-positive bacteria and Gram-negative bacteria in CSF culture were 57.1% and 38.8% respectively. Univariate analysis showed that the age, etiology of hydrocephalus, Glasgow coma scale (GCS) score, hyperglycemia, history of tracheotomy, history of abdominal surgery, leakage of incision cerebrospinal fluid, and catheterization time were the influencing factors of intracranial infection after ventriculoperitoneal shunt in adults with hydrocephalus ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that spontaneous intracerebral hemorrhage, hyperglycemia, leakage of incision cerebrospinal fluid, and catheterization time <3 months were the independent risk factors for intracranial infection after ventriculoperitoneal shunt in adults with hydrocephalus. **Conclusion** Spontaneous intracerebral hemorrhage, hyperglycemia, leakage of incision cerebrospinal fluid, and catheterization time <3 months are significantly related to the incidence of intracranial infection. Patients with the above risk factors should be attached great importance to actively control and intervene to reduce the incidence of intracranial infection.

Keywords: hydrocephalus; ventriculoperitoneal shunt; intracranial infection; risk factors

脑积水是一种常见的神经外科疾病,与儿童先天性脑积水不同,成年脑积水的主要原因为颅脑损伤、动脉瘤性蛛网膜下腔出血、颅内肿瘤等,由蛛网膜颗粒无法正常吸收或脑脊液循环梗阻引起,表现为慢性颅内高压,对患者的进一步康复与功能恢复具有重要影响[1]。脑室腹腔分流术(ventriculoperitoneal shunt,VPS)是目前治疗成年脑积水常见且简单有效的方法,但同时也是并发症发生率较高的神经外科手术之一[2]。其中,并发分流术后感染尤为常见。有研究表明,国外脑室腹腔分流术后感染率为1.5%~21%,国内为6%~19%,患者术后与感染相关的病死率高达30%[3-4]。高感染率和病死率不仅增加了患者的治疗

[基金项目] 国家自然科学基金(81772665)

[通信作者] 于如同,E-mail:yu.rutong@163.com

费用,还加大了临床治疗的难度,严重威胁患者的生命安全。研究人员不断探究相关因素,制定诊疗指南,提出保护措施与标准化分流导管置入方案,以降低感染发生率[5]。但既往研究主要集中在分流术后感染的诊断和治疗上,对感染影响因素之间及内部潜在联系研究不多,也缺乏对脑室腹腔分流术后颅内感染的可预防性危险因素分析,难以做到早期风险预测与防范[6]。本研究通过分析成年脑积水患者经脑室腹腔分流术治疗后发生颅内感染的原因和病原学特征,探究感染发生的危险因素,为控制感染提供科学依据,以期进一步降低感染率,改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2014年1月至2019年6月徐州医科大学附属医院收治的282例接受脑室腹腔分流术的成年脑积水患者临床资料。纳入标准:①影像学检查确诊为脑积水,行脑室腹腔分流术治疗;②年龄为18~80岁;③术程顺利,分流通畅。排除标准:①临床资料不完整;②术前颅内感染;③脑疝致双侧瞳孔散大;④器官严重损伤或有重大心肺疾病;⑤术后短时间死亡或放弃治疗;⑥有其他分流手术或改道史;⑦因机械功能障碍导致断流、脱落等。本研究经医院伦理委员会批准,患者或授权家属签署手术知情同意书。

1.2 方法

参照中华人民共和国卫生部《医院感染诊断标准(试行)》及相关文献确定诊断标准[7-8]:①出现持续发热、脑膜刺激征阳性等颅内感染症状与体征;②脑脊液外观浑浊,白细胞$>10\times10^6$/L,蛋白定量>450 mg/L,糖与氯化物定量降低,血液中白细胞$>10\times10^9$/L;③病原菌培养呈阳性可确诊为颅内感染,但阴性也不能排除感染的可能,需结合其他标准分析后作出诊断。回顾性分析患者的完整病史、实验室结果、影像学检查等临床资料,结合文献[9]和临床经验,对可能影响脑室腹腔分流术后颅内感染的因素进行筛选,包括年龄、性别、BMI、脑积水病因、格拉斯哥昏迷(Glasgow coma scale,GCS)评分、高血糖、高血压、腹部手术史、气管切开史、切口脑脊液漏、手术顺序、手术时间、分流管压力类型、置管时间。所有数据由双人审查核对。

1.3 观察指标及统计学分析

记录患者颅内感染的发生率,分析病原菌分布特征。使用SPSS 22.0软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,计数资料如术前基本信息、脑积水病因、共病情况等感染相关因素以率(%)表示,采用χ^2检验,将单因素分析有统计学意义的指标应用多因素Logistic回归分析,明确导致颅内感染的独立危险因素。

2 结果

2.1 脑室腹腔分流术后患者发生颅内感染情况

本研究282例患者中发生颅内感染37例,其中男22例(22/154,59.5%),女15例(15/128,40.5%),总感染率为13.1%。研究期内死亡6例,其余患者入院后首选三代头孢与万古霉素或美罗培南进行抗炎治疗,然后根据药敏试验结果选用抗生素;选择去除感染的分流导管行脑室穿刺外引流,待脑脊液复查后达到无菌状态,再重新置管,经过治疗后均恢复正常。患者住院时间为(23±3.4)d,从入院到行分流术治疗时间为(11±2.7)d。

2.2 脑室腹腔分流术后颅内感染患者病原菌分布

在37例颅内感染患者的脑脊液细菌培养结果中,8例(23.5%)存在多菌感染,1例混有革兰氏阳性细菌和阴性细菌,共分离出49株病原菌。其中,革兰氏阳性菌28株(57.1%),主要为表皮葡萄球菌9株(18.4%)和凝固酶原阴性葡萄球菌7株(14.3%);革兰氏阴性菌19株(38.8%),主要为鲍曼不动杆菌6株(12.2%);真菌2株(4.1%),见表1。

表1 脑室腹腔分流术后颅内感染患者病原菌构成比

病原菌	株数(株)	构成比(%)
革兰氏阳性菌	28	57.1
表皮葡萄球菌	9	18.4
凝固酶原阴性葡萄球菌	7	14.3
金黄色葡萄球菌	6	12.2
溶血葡萄球菌	4	8.2
肠球菌属	2	4.1
革兰氏阴性菌	19	38.8
鲍曼不动杆菌	6	12.2
肺炎克雷伯杆菌	4	8.2
大肠埃希菌	3	6.1
铜绿假单胞菌	3	6.1
脑膜炎奈瑟菌	2	4.1
嗜麦芽假单胞菌	1	2.0
真菌菌属	2	4.1

2.3 发生颅内感染的单因素分析

单因素分析结果显示,年龄、脑积水病因、GCS评分、高血糖、气管切开史、腹部手术史、切口脑脊液漏、置管时间是发生颅内感染的影响因素($P<0.05$);而性别、BMI、高血压、手术顺序、手术时间、分流管压力类型与颅内感染的发生无相关性,见表2。

表 2 发生颅内感染的单因素分析

影响因素		颅内感染		χ^2	P
		无(n=245)	有(n=37)		
年龄(岁)		51.61±15.47	61.68±12.52	3.774	0.000
性别(例)	男	132	22	0.404	0.525
	女	113	15		
BMI(例)	<18.5 kg/m^2	12	3	2.816	0.245
	18.5~24 kg/m^2	188	31		
	>24 kg/m^2	45	3		
脑积水病因(例)	自发性脑出血	59	16	9.652	0.022
	颅脑损伤	85	14		
	脑肿瘤	61	6		
	其他	40	1		
GCS 评分(例)	≥13 分	97	4	13.329	0.001
	9~12 分	113	22		
	≤8 分	35	11		
高血糖(例)	无	201	16	27.281	0.000
	有	44	21		
高血压(例)	无	127	14	2.520	0.112
	有	118	23		
气管切开史(例)	无	172	16	10.515	0.001
	有	73	21		
腹部手术史(例)	无	186	20	7.806	0.005
	有	59	17		
切口脑脊液漏(例)	无	197	18	17.900	0.000
	有	48	19		
手术顺序(例)	本室第 1 台	120	16	0.424	0.515
	非本室第 1 台	125	21		
手术时间(例)	<1.0 h	36	2	2.710	0.258
	1.0~1.5 h	118	18		
	>1.5 h	91	17		
分流管压力类型(例)	固定压力管	80	10	0.468	0.494
	可调节压力管	165	27		
置管时间(例)	<3 个月	74	28	28.789	0.000
	≥3 个月	171	9		

2.4 发生颅内感染的多因素 Logistic 回归分析

多因素 Logistic 回归分析结果显示,自发性脑出血、高血糖、切口脑脊液漏、置管时间 <3 个月是成年脑积水患者脑室腹腔分流术后发生颅内感染的独立危险因素,见表 3。

表 3 脑室腹腔分流术后颅内感染的多因素 Logistic 回归分析

影响因素	系数	标准误	*Wald*	*P*	*OR*	95% *CI*
自发性脑出血	−0.578	0.273	4.483	0.034	0.561	0.332~0.961
高血糖	1.277	0.467	7.200	0.007	3.584	1.413~9.112
切口脑脊液漏	1.173	0.434	7.289	0.007	3.231	1.383~7.571
置管时间 <3 个月	−1.541	0.510	9.142	0.002	0.214	0.080~0.584

3 讨论

成年脑积水主要由蛛网膜颗粒吸收障碍、循环通路梗阻后引起,以交通性脑积水常见。有研究表明,80% 的成年脑积水患者需行分流治疗[10]。但脑室腹腔分流术后发生的颅内感染也是当前面临的重大挑战。由于导管的置入,中枢神经系统感染情况更加复杂,诊疗也更加困难。Al-Schameri 等[11]报道,颅内感染后患者的病死率是未感染者的 2.74 倍。也有研究指出,颅内感染患者术后 2 年内的分流重置率超过 40%,病死率是未感染者的 1.95 倍[12]。因此,准确分析颅内感染的影响因素,掌握易感人群特征,对于降低颅内感染发生率具有重要的临床意义。

分流导管的置管时间延长,脑室腹腔分流术后发生颅内感染的概率增加,这是被广泛接受的共识,然而分流时间与发生感染的具体关系,还有待进一步研究。有文献报道,分流时间与感染并非呈线性关系,而是在特定时间节点,感染率增加[10]。有研究显示,大多数的分流感染发生于术后 3 个月内,在本研究中,75.7% 的感染发生于术后 3 个月内,与相关文献报道一致[13]。病原学研究也发现,脑室腹腔分流术后感染的病原菌与感染发生时间密切相关[8]。因此,本研究将置管时间以 3 个月为界进行研究。脑脊液细菌培养结果表明,3 个月内感染的病原菌为低毒力共生菌群,以

表皮葡萄球菌和金黄色葡萄球菌多见;3 个月之后的感染可见革兰氏阴性菌,如鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯杆菌等。本研究结果显示,患者术后 3 个月内发生感染 28 例(75.7%),以革兰氏阳性菌为主;3 个月之后发生感染 9 例(24.3%),以革兰氏阴性菌为主。本研究认为,3 个月内的感染多与手术过程有关,由于术中无菌操作不够规范、术野暴露时间长、帽状腱膜层及皮肤缝合不紧密,导致外界病原菌进入人体,黏附在分流管周围,不断繁殖成微菌落,而后分泌黏多糖,形成黏液囊(生物膜),从而降低抗生素疗效并干扰机体免疫应答,后期得以继续增殖与扩散逃逸[14]。而 3 个月之后的感染则受患者抵抗力下降、长期卧床、外界卫生条件差等影响,在分流导管延伸区域的病原菌逆行感染、手术切口处的污染和患处皮肤长时间受压破溃,都与术后颅内感染风险增加有关[15]。

本研究发现,不同患者发生颅内感染的风险具有明显的个体差异,老年患者由于器官组织功能逐渐减退,机体免疫下降明显,同时合并慢性基础疾病,如慢阻肺、轻中度心肌梗塞等,手术耐受力不佳,在其他因素同等的情况下,术后更容易诱发感染。术前 GCS 评分是判断患者损伤状况的重要指标。GCS 评分较低的患者,多病情危重,昏迷程度高,因而相应的手术时间变长,手术部位暴露在空气、各种器械下的机会增多;同时伴有意识障碍,存在呕吐、误吸以及侵入性操作等危险因素,造成正常生理功能受损或抑制,使得发生颅内感染的风险加大[16]。由于长期卧床、呼吸肌功能紊乱、气道分泌物增加等,此类患者通常预后质量差。另外,气管切开也会增加术后颅内感染的风险[17]。本研究结果表明,在成年脑积水患者中,因颅脑损伤所致脑积水占 35.1%,自发性脑出血占 26.6%,以中重度昏迷患者多见。为维持患者呼吸道畅通,改善肺通气条件,临床上常采取气管切开治疗,以提高脑组织的持续供氧量。但是,侵入性的气管切开会破坏上呼吸道黏膜的保护屏障,致使机体防御功能受损。同时,上呼吸道直接与外界相通,加重上呼吸道黏膜的损伤,易受到大量病原菌的侵袭,增加颅内感染的风险。另外,本研究还发现,腹部手术史与术后颅内感染的发生有关。分流导管阻塞是分流术后失败的常见原因,除分流导管本身的因素外,腹腔端堵塞同样不可忽视。腹腔大网膜组织内含有吞噬细胞,具有重要的防御功能。当腹腔器官有炎症或异物时,大网膜的游离端会向病灶处移动,进行包裹病灶及限制蔓延。当接受胃肠造瘘术、阑尾切除术、膀胱扩大术等腹部手术后,可发生腹膜粘连,以及大网膜不能将其完全包裹导致弥漫性腹膜炎。因此,置入分流导管的患者,术后出现逆行感染的风险增加[18]。

本研究得出,高血糖是脑室腹腔分流术后感染的重要因素,主要发生于老年患者。老年人长期高血糖状态可导致微循环和神经系统病变,还可导致皮肤损裂,天然的抗菌屏障作用减弱;体内蛋白质合成减少、分解加快,抗体和补体产生不足,单核细胞和中性粒细胞吞噬及杀伤病原菌的能力下降,也有利于病原菌增殖,造成切口愈合延迟或者难以正常愈合。因此,高血糖患者颅内感染率明显升高,感染反过来又加重高血糖状态,形成恶性循环[1,19]。另有研究报道,术后切口脑脊液漏是发生颅内感染的高危因素,分流术后切口脑脊液漏的患者发生颅内感染的风险将增加 6.12 倍[20]。本研究中术后切口脑脊液漏患者颅内感染率高达 28.4%,考虑原因多为:①治疗原发性疾病的过程中,颅腔完整结构遭到破坏,无法发挥正常密闭保护作用,蛛网膜下腔以外的屏障保护作用削弱甚至消失;②硬脑膜缺损过大或缝合不严密,头皮帽状腱膜层缝合不紧密或切口张力大;③频繁咳嗽、呕吐等导致颅内压力增高。因此,颅内与外界相通,病原菌易侵入而发生感染[21]。

目前,关于脑室腹腔分流术后感染的研究不少,但与脑积水病因有关的感染因素研究有限。本研究结果表明,自发性脑出血是发生颅内感染的独立危险因素。结合文献资料,本研究认为:①自发性颅内出血后,脑组织水肿、变性,造成缺血缺氧,释放多种细胞毒性成分,引起继发性的损伤,加重颅脑功能障碍,导致患者住院周期延长;进行气管插管或切开、留置尿管等侵入性操作,加速破坏机体防御屏障;另外,坏死的脑组织、术后残留物都是病原菌增殖的良好培养基,也是术后感染率升高的主要原因[22]。②进行颅内血肿清除手术时,血脑屏障、脑膜、颅骨与头皮的屏障作用受到物理性破坏,造成颅内与外界相通。伴有颅脑损伤的患者通常病情重,术后营养状况不佳,存在头皮手术切口愈合不良,甚至切口脑脊液漏。有研究报道,既往开颅手术的患者颅内感染风险会增加 1.7 倍,既往开颅手术或行 2 次以上分流改道的患者术后感染率约为 30%[23]。

临床工作中,对已培养出致病菌的患者,应尽早进行静脉抗炎并拔除分流导管。抗生素首选万古霉素与三代头孢或美罗培南,考虑腹腔源性感染时,也可加用抗厌氧菌治疗。早期选用大剂量、容易通过血脑屏障的广谱抗生素,然后根据药敏结果调整抗生素,必要时行腰椎穿刺置管或脑室外分流。在培养结果为阴性后,应继续以抗生素治疗,然后根据病情变化再行分流治疗。本研究认为,早期预防较后期治疗更为重要,预

防措施可采用以下方式:①入院全面评估病情及分流适应证,对于昏迷卧床、反复发热、营养不良、免疫力低下等患者,需综合评估后选择治疗方案;②术前积极纠正不利因素,如贫血、高血糖、低蛋白等;③强化无菌观念,采用标准的外科操作,减少导管与皮缘接触,同时限制手术室人员流动、缩短手术时间以及严密缝合避免脑脊液漏,有研究报道,使用双手套、抗生素浸渍导管能有效降低感染率[24];④术后做好分流区域的清洁及皮肤保护,及时处理异常情况[25]。

综上所述,对于成年脑积水患者,脑室腹腔分流术后发生颅内感染受到多种因素的影响,对伴有危险因素的患者,应积极采取风险防控措施,尽可能减少颅内感染的发生。

[参考文献]

[1] Yang YN, Zhang J, Gu Z, et al. The risk of intracranial infection in adults with hydrocephalus after ventriculoperitoneal shunt surgery: a retrospective study[J]. Int Wound J, 2020, 17(3): 722 - 728. doi: 10.1111/iwj.13331.

[2] Rao KSM, Chidambaram B. Shunt infections: a review and analysis of a personal series[J]. Childs Nerv Syst, 2018, 34(10): 1915 - 1924. doi: 10.1007/s00381 - 018 - 3890 - y.

[3] Jorgensen J, Williams C, Sarang-Sieminski A. Hydrocephalus and ventriculoperitoneal shunts: modes of failure and opportunities for improvement[J]. Crit Rev Biomed Eng, 2016, 44(1 - 2): 91 - 97. doi: 10.1615/CritRevBiomedEng.2016017149.

[4] Korinek AM, Fulla-Oller L, Boch AL, et al. Morbidity of ventricular cerebrospinal fluid shunt surgery in adults: an 8-year study[J]. Neurosurgery, 2011, 68(4): 985 - 994. doi: 10.1227/NEU.0b013e318208f360.

[5] Woo PY, Wong HT, Pu JK, et al. Primary ventriculoperitoneal shunting outcomes: a multicentre clinical audit for shunt infection and its risk factors[J]. Hong Kong Med, 2016, 22(5): 410 - 419. doi: 10.12809/hkmj154735.

[6] Omrani O, O'Connor J, Hartley J, et al. Effect of introduction of a standardised peri-operative protocol on CSF shunt infection rate: a single-centre cohort study of 809 procedures[J]. Childs Nerv Syst, 2018, 34(12): 2407 - 2414. doi: 10.1007/s00381 - 018 - 3953 - 0.

[7] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(5): 314 - 320. doi: 10.3760/j: issn: 0376 - 2491.2001.05.027.

[8] 张 娜, 张风江, 程根阳. 脑室腹腔分流术患者反复感染的病原学分析与临床治疗研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(6): 1354 - 1356. doi: 10.11816/cn.ni.2015 - 135838.

[9] 王建军, 孙 炜, 周剑云, 等. 脑室腹腔分流术后感染相关因素及术中管理[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(11): 1077 - 1080. doi: 10.3969/j.issn.1006 - 9771.2014.11.021.

[10] Jeyaselvasenthilkumar TP, Ramesh VG, Sekar C, et al. A study to formulate a strategy to prevent ventriculoperitoneal shunt infection[J]. IJNS, 2015, 4(2): 74 - 79. doi: 10.1055/s - 0035 - 1558960.

[11] Al-Schameri AR, Hamed J, Baltsavias G, et al. Ventriculoatrial shunts in adults, incidence of infection, and significant risk factors: a single-center experience[J]. World Neurosurg, 2016, 10(94): 345 - 351. doi: 10.1016/j.wneu.2016.07.002.

[12] Reddy GK, Bollam P, Caldito G. Ventriculoperitoneal shunt surgery and the risk of shunt infection in patients with hydrocephalus: long-term single institution experience[J]. World Neurosurg, 2012, 78(1 - 2): 155 - 163. doi: 10.1016/j.wneu.2011.10.034.

[13] 李 冰. 脑室腹腔分流术后感染因素及手术操作改良[J]. 中华实验和临床感染病杂志, 2017, 11(3): 297 - 301. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674 - 1358.2017.03.019.

[14] Gutierrez-Murgas Y, Snowden JN. Ventricular shunt infections: immunopathogenesis and clinical management[J]. J Neuroimmunol, 2014, 276(1 - 2): 1 - 8. doi: 10.1016/j.jneuroim.2014.08.006.

[15] 龙 飞, 秦坤明, 廖声涛, 等. 颅后窝肿瘤术后颅内感染的相关因素分析[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2018, 23(12): 536 - 538. doi: 10.11850/j.issn.1009 - 122X.2018.12.003.

[16] 沈云龙, 刘加令, 漆松涛, 等. 脑室出血外引流术后继发颅内感染危险因素分析[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2015, 41(12): 705 - 709. doi: 10.3969/j.issn.1002 - 0152.2015.12.001.

[17] 李 妍, 曾 萍. 重型颅脑损伤患者气管切开术后肺部感染原因分析及对策[J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(2): 438 - 440. doi: 10.11816/cn.ni.2014 - 124601.

[18] 高海滨, 周剑云, 王利清, 等. 脑室腹腔分流手术患者围手术期感染的相关原因与防治措施[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(12): 15 - 16. doi: 10.13704/j.cnki.jyyx.2019.12.006.

[19] 毕永峰, 高 薇, 叶 明, 等. 脑室腹腔分流术术后并发症及相关因素分析[J]. 广东医学, 2018, 39(22): 3380 - 3382. doi: 10.3969/j.issn.1001 - 9448.2018.22.019.

[20] Shi ZH, Xu M, Wang YZ, et al. Post-craniotomy intracranial infection in patients with brain tumors: a retrospective analysis of 5723 consecutive patients[J]. Br J Neurosurg, 2017, 31(1): 5 - 9. doi: 10.1080/02688697.2016.1253827.

[21] Jeelani NU, Kulkarni AV, Desilva P, et al. Postoperative cerebrospinal fluid wound leakage as a predictor of shunt infection: a prospective analysis of 205 cases[J]. Neurosurg Pediatr, 2009, 4(2): 166 - 169. doi: 10.3171/2009.3.PEDS08458.

[22] Sun T, You C, Ma L, et al. Comparison of ventriculoperitoneal shunt to lumboperitoneal shunt in the treatment of post-hemorrhagic hydrocephalus: a prospective, monocentric, non-randomized controlled trial[J]. Medicine, 2020, 99(27): 520 - 528. doi: 10.1097/MD.0000000000020528.

[23] 张小燕, 张培华, 胡成旺, 等. 创伤性颅脑损伤患者颅内感染因素分析及干预措施[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(23): 3594 - 3597. doi: 10.11816/cn.ni.2018 - 173958.

[24] Pirotte BJ, Lubansu A, Bruneau M, et al. Sterile surgical technique for shunt placement reduces the shunt infection rate in children: preliminary analysis of a prospective protocol in 115 consecutive procedures[J]. Childs Nerv Syst, 2007, 23(11): 1251 - 1261. doi: 10.1007/s00381 - 007 - 0415 - 5.

[25] Wu X, Liu Q, Jiang X, et al. Prevention options for ventriculoperitoneal shunt infections: a retrospective analysis during a five-year period[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(10): 19775 - 19780.

(编辑:贺绍梅)