

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.05.024
网络首发 https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250423.1415.003(2025-04-23)

开颅术后中枢神经系统感染的危险因素分析*

刘佳微¹,达哇卓玛²,冶 挺¹,赵晓宇¹,刘 迪¹,马四清^{3△}
(青海省人民医院:1.控制感染科;2.科教处;3.重症医学科,西宁 810007)

[摘要] **目的** 探讨神经外科开颅术后中枢神经系统感染(CNSI)的阳性率和危险因素,为临床预防和控制医院感染提供科学依据。**方法** 收集 2019—2021 年 1 432 例在该院神经外科接受开颅手术患者的临床资料,分析神经外科开颅术后 CNSI 的阳性率;采用单因素分析和多因素 logistic 回归分析影响 CNSI 发生的危险因素。**结果** 1 432 例患者 CNSI 阳性率为 12.92%,脑脊液标本细菌培养 CNSI 阳性率为 2.88%。单因素分析显示,高血压、住院时间、术前住院时间、重症监护室(ICU)治疗、美国麻醉医师协会(ASA)分级、手术时间、是否输血、是否出现脑脊液漏、是否术后使用激素是发生 CNSI 的影响因素。多因素 logistic 回归分析显示,高血压($OR=1.475$)、住院时间 ≥ 30 d($OR=2.498$)、ICU 治疗($OR=2.381$)、手术时间 ≥ 3 h($OR=1.572$)、脑脊液漏($OR=3.062$)是 CNSI 发生的独立危险因素。**结论** 神经外科开颅术后 CNSI 的阳性率较高,相关危险因素较多,医务人员应该针对危险因素采取相关措施,持续开展监测,为临床治疗提供依据。

[关键词] 神经外科;中枢神经系统感染;危险因素;医院感染
[中图法分类号] R651 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)05-1176-04

Analysis of risk factors for central nervous system infection after craniotomy*
LIU Jiawei¹,Dawazhuoma²,YE Ting¹,ZHAO Xiaoyu¹,LIU Di¹,MA Siqing^{3△}
(1. Department of Infection Control;2. Department of Scientific and Education;
3. Intensive Care Unit, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining, Qinghai 810007, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the incidence and risk factors of central nervous system infection (CNSI) after craniotomy. **Methods** Clinical data from 1 432 patients who underwent craniotomy in the neurosurgery department of the hospital from 2019 to 2021 were retrospectively collected, and the positive rates of CNSI after craniotomy in neurosurgery were analyzed. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were adopted to identify the risk factors affecting the occurrence of CNSI. **Results** The positive rate of CNSI in 1 432 patients was 12.92%, and the positive rate of bacterial culture in cerebrospinal fluid samples was 2.88%. Univariate analysis showed that hypertension, length of hospital stay, preoperative length of hospital stay, intensive care unit (ICU) treatment, American Society of Anesthesiologists (ASA) grading, surgery time ≥ 3 h, blood transfusion, cerebrospinal fluid leakage, and postoperative hormone use were influencing factors for the occurrence of CNSI. Multivariate logistic regression analysis showed that hypertension ($OR=1.475$), length of hospital stay higher than 30 days ($OR=2.498$), length of ICU treatment ($OR=2.381$), length of surgery ($OR=1.572$) higher than 3 hours and cerebrospinal fluid leakage ($OR=3.062$) were independent risk factors for the occurrence of CNSI. **Conclusion** The positive rate of CNSI after craniotomy is relatively high, and there are many related risk factors. Medical staff should take relevant measures to address the risk factors, continuously carry out targeted monitoring, and provide a basis for clinical treatment.

[Key words] neurosurgery; central nervous system infection; risk factor; hospital infection

神经外科中枢神经系统感染(central nervous system infection,CNSI)是指继发于神经外科疾病或需要由神经外科处理的颅内和椎管内的感染,包括神经外科术后硬膜外脓肿、硬膜下积脓、脑膜炎、脑室炎及脑脓肿、颅脑创伤引起的颅内感染、脑室和腰大池外引流术分流及植入物相关的脑膜炎或脑室炎等^[1]。CNSI 是神经外科患者手术后常见的医院感染类型和手术并发症,使患者住院费用升高^[2],甚至导致患者死亡率升高^[3],近期研究显示 CNSI 死亡率达 8%^[4]。现有的研究结果显示,CNSI 的阳性率为 4.6%~25.0%^[5-6],但不同医院、不同疾病、不同手术方式及不同诊断标准的术后 CNSI 阳性率不尽相同。本研究

* 基金项目:青海省人民医院内科科研项目(2023-qhsrmyy-31)。△ 通信作者,E-mail:siqing177@sina.com。

采取回顾性调查研究方法分析 2019—2021 年在本院神经外科诊治的 1 432 例神经外科开颅术后患者的相关资料,探讨开颅术后 CNSI 发生的危险因素,为开颅术后 CNSI 的防控提供证据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性、观察性研究,选取 2019—2021 年本院收治的 1 432 例开颅术后患者为研究对象。依据我国原卫生部 2001 年 1 月 3 日发布的《医院感染诊断标准(试行)》^[7]中 CNSI 诊断标准对患者进行诊断。纳入标准:入院后接受神经外科开颅手术;年龄≥18 岁;住院时间≥48 h;临床病历检验资料完整。排除标准:入院前已经诊断 CNSI;已处于其他部位感染期或潜伏期;年龄<18 岁;住院时间<48 h;住院期间开颅手术次数≥2 次。本研究已通过本院伦理委员会的审批[审批号:科研伦理(2023)-276]。

1.2 方法

采用自制调查表收集患者住院资料,包含患者的基本情况,临床诊疗资料及检验结果,参照《神经外科中枢神经系统感染诊治中国专家共识(2021 版)》^[1]纳入 CNSI 的危险因素包括:(1)基础疾病(糖尿病/高血压/高血脂);(2)美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级;(3)手术时机;(4)术前住院时间;(5)手术部位;(6)手术切口等级;(7)手术时间;(8)是否置入永久植入物;(9)是否输血;(10)是否置入引流管;(11)引流管放置时间;(12)是否发生脑脊液漏;(13)是否术后使用激素;(14)是否在重症监护室(intensive care unit,ICU)治疗。

1.3 统计学处理

使用 Epidata 进行数据录入建立数据库,应用 SPSS22.0 软件对数据进行分析。计数资料用例数或百分数数表示,组间比较采用 χ^2 检验;影响因素分析采用单因素及多因素非条件 logistic 回归分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 术后 CNSI 阳性率

1 432 例患者中 CNSI 阳性共 185 例,CNSI 阳性率为 12.92%,且不同年份 CNSI 阳性率比较,差异有统计学意义($P<0.001$),呈现上升趋势。见表 1。

表 1 不同年份神经外科开颅术后 CNSI 阳性率的比较			
年份	手术例数(<i>n</i>)	CNSI 阳性(<i>n</i>)	CNSI 阳性率(%)
2019 年	496	44	8.87
2020 年	462	59	12.77
2021 年	474	82	17.30
χ^2			15.319
<i>P</i>			<0.001

2.2 术后脑脊液标本检测 CNSI 阳性情况

开颅术后脑脊液标本检测 CNSI 阳性率为 2.88%(4/139),但不同年份之间差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 2 不同年份神经外科开颅术后脑脊液标本检测 CNSI 阳性率的比较

年份	手术例数(<i>n</i>)	脑脊液标本送检数(<i>n</i>)	CNSI 阳性(<i>n</i>)	阳性率(%)
2019 年	496	38	1	2.63
2020 年	462	46	0	0
2021 年	474	55	3	5.45
<i>P</i>				0.307

2.3 影响 CNSI 发生的单因素分析

将 185 例 CNSI 阳性的患者分为感染组,其余 1 247 例患者分为非感染组。单因素分析结果显示,感染组与非感染组患者的性别、年龄、BMI、糖尿病、高血脂患者所占比例等差异均无统计学意义($P>0.05$);而高血压患者所占比例、住院时间、术前住院时间、ICU 治疗、ASA 分级、手术时间、是否输血、是否出现脑脊液漏、是否术后使用激素情况比较,差异有统计学差异($P<0.05$),见表 3。

表 3 神经外科开颅术后发生 CNSI 的单因素分析(*n*)

项目	非感染组(<i>n</i> =1 247)	感染组(<i>n</i> =185)	χ^2	<i>P</i>
性别			0.590	0.443
男	864	123		
女	383	62		
年龄(岁)			2.596	0.107
<60	922	147		
≥60	325	38		
BMI(kg/m ²)			0.888	0.346
<24	757	119		
≥24	490	66		
糖尿病			2.426	0.119
未患病	1 171	179		
患病	76	6		
高血压			7.851	0.005
未患病	832	104		
患病	415	81		
高血脂			2.519	0.112
未患病	1 179	180		
患病	68	5		
住院时间(d)			62.043	<0.001
≤30	803	63		
>30	444	122		
术前住院时间(d)			9.382	0.009

续表 3 神经外科开颅术后发生 CNSI 的单因素分析(<i>n</i>)				
项目	非感染组 (<i>n</i> =1 247)	感染组 (<i>n</i> =185)	χ^2	<i>P</i>
≤3	730	113	33.799	<0.001
4~6	204	15		
≥7	313	57		
ICU 治疗			12.423	0.014
是	906	171		
否	341	14		
ASA 分级			0.883	0.347
1 级	6	1		
2 级	161	12		
3 级	483	60	2.153	0.142
4 级	470	88		
5 级	127	24		
手术时机			26.750	<0.001
急诊	764	120		
择期	483	65		
手术部位			1.780	0.182
幕上	943	149		
幕下	304	36		
手术时间(h)			1.731	0.188
<3	806	83		
≥3	441	102		
手术切口等级			9.836	0.002
I 类	1 083	154		
非 I 类	164	31		
永久植入物			2.529	0.112
是	921	145		
否	326	40		
输血			0.001	0.975
是	136	35		
否	1 111	150		
出血量(mL)			12.049	0.001
<1 000	1 213	176		
≥1 000	34	9		
留置引流管			12.702	<0.001
是	1 187	176		
否	60	9		
脑脊液漏				
是	16	9		
否	1 231	176		
术后激素使用				
是	198	49		
否	1 049	136		

2.4 影响 CNSI 发生的多因素分析

结合单因素分析结果,以是否感染为因变量,上述有意义的影响因素作为自变量纳入多因素非条件 logistic 逐步回归中,结果显示高血压、住院时间>30 d、ICU 治疗、手术时间≥3 h、脑脊液漏为神经外科开颅术后发生 CNSI 的危险因素,见表 4。

表 4 神经外科开颅术后影响 CNSI 发生的多因素非条件 logistic 回归分析

影响因素	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
高血压	0.389	0.167	5.389	0.020	1.475	1.062~2.047
住院时间>30 d	0.915	0.175	27.440	<0.001	2.498	1.773~3.518
ICU 治疗	0.939	0.304	9.541	0.007	2.381	1.263~4.487
手术时间≥3 h	0.452	0.170	7.004	0.008	1.572	1.123~2.196
脑脊液漏	1.143	0.446	6.567	0.014	3.062	1.253~7.482

3 讨 论

本研究是根据《医院感染监测规范:WS/T 312—2009》^[8]中的要求开展神经外科综合性监测,采用主动监测的方法,持续地对 CNSI 发生情况进行跟踪观察与记录。研究共纳入 1 432 例神经外科术后患者,CNSI 阳性 185 例,阳性率为 12.92%,高于 ZHAN 等^[9]和张蕾等^[10]的研究结果。由于本院收治的多为急危重重症患者,手术难度较大,是导致阳性率较高的原因。脑脊液的病原学鉴定是临床治疗 CNSI 的重要依据^[11],由于脑脊液标本的获取有赖于有创的腰椎穿刺,脑室外引流等操作,且脑脊液的细菌学培养阳性率较低,多低于 40%^[12],本研究脑脊液标本培养的阳性率为 2.88%,比谭细兰等^[5]的脑脊液标本培养阳性率(29.7%)低,提示需要掌握脑脊液标本的送检指征,进一步加强脑脊液标本的规范采集和转运^[13],腰椎穿刺操作严格执行无菌操作^[14],提高标本的送检率和阳性率,做到早诊断早治疗。

鉴于 CNSI 的高阳性率,探讨开颅术后 CNSI 的高危因素具有重要的临床意义。多因素分析结果显示,高血压是 CNSI 的危险因素,中枢神经系统是高血压的主要靶器官,可能通过加速动脉粥样硬化或启动在小动脉和微动脉产生有卒中倾向的一系列改变,从而直接损伤脑组织,因此高血压患者术后 CNSI 阳性率高。手术时间是开颅术后发生 CNSI 的影响因素,原因为开颅手术创伤大,发生 CNSI 后患者病情加重导致治疗时间的延长;另一方面随着神经外科手术精确度提高,疑难手术的开展势必延长手术时间,手术时间越长,术区直接暴露于空气的时间也就越长,感染机会越高^[15];同时手术时间越长,术中出血量也增多,术中需要进行输血,输血也成为 CNSI 发生的危险因素,术中输血导致低体温,同时增加了手术创伤应激反应,造成机体免疫力下降,进一步增加 CNSI 的发生风险^[16]。因此,完善手术流程,明确手术入路和病

灶的解剖位置,加强术者的操作培训,术中运用神经导航定位等,避免术区过长时间的暴露和术中出血,减少手术时间,可以降低 CNSI 的阳性率。ICU 主要用于抢救急症和危重症患者,并为其提供延续性生命支持,还为发生器官功能障碍的患者进行治疗和支持,ICU 患者由于接受手术等侵入性操作,使用大量抗菌药物,导致免疫力低下,发生医院感染的比例高于其他病房,王云等^[17]研究显示住 ICU 时间>14 d 是住院患者发生医院感染的独立危险因素,患者入住 ICU 后应每天进行评估,尽早从 ICU 转出,减少医院感染的发生的可能。研究显示,脑脊液漏是发生 CNSI 的危险因素,神经外科术后的脑脊液漏主要包括脑脊液耳漏、鼻漏和切口漏,脑脊液漏持续时间与 CNSI 的发生风险呈正相关^[18]。胡少冬^[19]研究结果显示,发生脑脊液漏后 CNSI 的阳性率为 10.58%,手术及外伤对脑组织的损伤会使颅内压升高,造成脑脊液漏,导致逆行感染^[20];ASA 分级可对手术患者的体格、全身情况进行分级,用于评价患者耐受手术和麻醉的风险及风险大小,研究显示,ASA 分级可以作为术后死亡的影响因素^[21]。糖皮质激素作为辅助治疗方法,与合适的、能通过血脑屏障的抗菌药物联合治疗,可起到降温、防止脑膜粘连和减轻脑水肿等作用,可用于预防脑疝^[22],但过量或长期使用会导致机体免疫抑制,感染部位扩散,阻碍创口愈合,因此强调糖皮质激素的合理使用,掌握治疗时间,剂量和疗程,才能发挥积极作用^[23]。

以上研究结果说明术后并发 CNSI 并不是某一个因素导致的,而是由多个因素共同影响而发生的,因此,在手术前、中、后采取相应的干预措施,可以减少或避免术后 CNSI 发生,降低术后死亡及并发症的发生率。本课题组将继续关注神经外科术后患者 CNSI 的感染发生情况,针对危险因素开展集束化的干预措施,同时开展目标监测,定期总结分析 CNSI 的发生情况。

参考文献

- [1] 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.
- [2] O'KEEFFE A B, LAWRENCE T, BOJANIC S. Oxford craniotomy infections database: a cost analysis of craniotomy infection[J]. Br J Neurosurg, 2012,26(2):265-269.
- [3] HERNÁNDEZ ORTIZ O H, GARCÍA GARCÍA H I, MUÑOZ RAMÍREZ F, et al. Development of a prediction rule for diagnosing postoperative meningitis: a cross-sectional study[J]. J Neurosurg, 2018,128(1):262-271.
- [4] CHANG J B, WU H, WANG H, et al. Prevalence and antibiotic resistance of bacteria isolated from the cerebrospinal fluid of neurosurgical patients at Peking Union Medical College Hospital[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2018,7(1):41.
- [5] 谭细兰,向倩如,安敏,等. 影响神经外科手术后中枢神经系统感染发生的危险因素分析[J]. 中华神经医学杂志, 2021,20(7):705-710.
- [6] 张朝阳,吴金泽,冯妍,等. 神经外科术后颅内感染的病原体变迁及耐药性分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2022,22(4):425-431.
- [7] 原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):61-67.
- [8] 原中华人民共和国卫生部. 医院感染监测规范: WS/T 312-2009[S]. 北京:人民卫生出版社, 2009.
- [9] ZHAN R, ZHU Y, SHEN Y, et al. Post-operative central nervous system infections after cranial surgery in China: incidence, causative agents, and risk factors in 1 470 patients[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2014, 33(5): 861-866.
- [10] 张蕾,富小凤,贾佳. 神经外科手术后中枢神经系统感染经济负担研究[J]. 中国感染控制杂志, 2022,21(10):1000-1005.
- [11] 倪琪,董伟,陈思超,等. 中枢性神经系统感染患者血生化及脑脊液相关指标水平[J]. 中华医院感染学杂志, 2020,30(23):3617-3621.
- [12] ZHANG Y, CUI P, ZHANG H C, et al. Clinical application and evaluation of metagenomic next-generation sequencing in suspected adult central nervous system infection[J]. J Transl Med, 2020,18(1):199.
- [13] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 临床微生物学检验标本的采集和转运: WS/T640-2018[S]. 北京:人民卫生出版社, 2018.
- [14] STRAUSS E, THORPE K E, HOLROYD-LEDUC J. How do I perform a lumbar puncture and analyze the results to diagnose bacterial meningitis? [J]. JAMA, 2006, 296(16): 2012-2022.
- [15] 周航,王飞,李建萍,等. 神经外科手术患者医院感染特点与影响因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2018,28(19):2969-2972.
- [16] 张丹梅,袁丽,朱琪. 开颅手术后颅内感染风险预测模型构建及效果评价[J]. 中国感染控制杂志, 2022,21(5):439-446. (下转第 1186 页)