

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20222122

· 论 著 ·

## 某三甲医院开颅手术手术部位感染影响因素及预测模型的建立

陈音汁, 周明川, 钟 贞, 侯章梅, 刘小艳, 周玉兰, 贺 容

(重庆市人民医院医院感染控制处, 重庆 401147)

**[摘 要]** **目的** 探讨开颅手术手术部位感染(SSI)情况及影响因素, 提出干预措施, 并建立预测模型。**方法** 回顾性调查 2020 年某三甲医院神经外科开颅手术患者, 分析开颅手术 SSI 影响因素, 建立预测模型, 使用 2021 年上半年数据进行模型验证。**结果** 203 例开颅手术患者中 SSI 发病率为 17.73%, 多因素 logistic 回归分析显示 5 项因素是开颅手术 SSI 的独立影响因素: 围手术期使用 H<sub>2</sub> 受体阻断剂、使用糖皮质激素、合理使用抗菌药物, 患有糖尿病, 手术时间 ≥180 min。建立 SSI 风险预测模型(AUC = 0.818), 其评分截点值为 3.5, ≥3.5 分时 SSI 发病率高, 验证准确率为 85.19%, 验证效果好( $\chi^2 = 24.279, P < 0.001$ )。**结论** 开颅手术患者 SSI 发病率较高, 围手术期合理应用抗菌药物和保护性使用 H<sub>2</sub> 受体阻断剂能降低 SSI; 手术时间长、患有糖尿病和围手术期使用糖皮质激素是 SSI 独立的危险因素。以其 SSI 独立影响因素建立的开颅手术 SSI 风险预测模型, 预测准确率高。

**[关 键 词]** 开颅手术; 手术部位感染; 影响因素; logistic 回归分析; 预测模型

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Influencing factors and establishment of prediction model for surgical site infection following craniotomy in a tertiary first-class hospital

CHEN Yin-zhi, ZHOU Ming-chuan, ZHONG Zhen, HOU Zhang-mei, LIU Xiao-yan, ZHOU Yu-lan, HE Rong (Department of Healthcare-associated Infection Control, Chongqing General Hospital, Chongqing 401147, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the occurrence and influencing factors of surgical site infection (SSI) following craniotomy, put forward intervention measures and establish a risk prediction model. **Methods** Patients undergoing craniotomy in a tertiary first-class hospital in 2020 were surveyed retrospectively, influencing factors for SSI following craniotomy were analyzed, risk prediction model was established, and the model was verified with the data in the first half of 2021. **Results** Incidence of SSI among 203 cases of craniotomy was 17.73%, multivariate logistic regression analysis showed that 5 factors were independent factors influencing SSI following craniotomy: peri-operative use of H<sub>2</sub> receptor blockers and glucocorticoids, rational use of antimicrobial agents, diabetes mellitus, and operation time ≥180 minutes. The SSI risk prediction model (AUC = 0.818) was established, and the cut-off point value of the score was 3.5, incidence of SSI was high when score ≥3.5, the verified accuracy rate was 85.19%, and the verification effect was good( $\chi^2 = 24.279, P < 0.001$ ). **Conclusion** Patients undergoing craniotomy have a higher incidence of SSI, peri-operative use of antimicrobial agents and protective use of H<sub>2</sub> receptor blockers can reduce SSI; long operation time, diabetes mellitus and peri-operative use of glucocorticoids are independent risk factors for SSI. The risk prediction model of SSI in craniotomy based on its independent influencing factors has high prediction accuracy.

**[Key words]** craniotomy; surgical site infection; influencing factor; logistic regression analysis; prediction model

[收稿日期] 2021-11-10

[作者简介] 陈音汁(1988-), 女(汉族), 重庆市人, 医师, 主要从事医院感染防控、妇幼保健和传染病防控研究。

[通信作者] 贺容 E-mail: 1105346995@qq.com

开颅手术后手术部位感染(surgical site infection, SSI)是颅脑手术后较严重的并发症,是指发生在手术切口及器官腔隙的感染,是中低收入国家最多见和高发的卫生保健相关感染(healthcare-associated infection, HAI)<sup>[1]</sup>。目前国内外开颅手术 SSI 发病率为 0.15%~12.5%<sup>[2-5]</sup>。因手术部位重要,操作复杂,手术时间较长,且血脑屏障不利于抗菌药物发挥作用等因素,开颅手术后发生 SSI 的风险增大<sup>[6-7]</sup>。开颅手术 SSI 易导致严重后果,造成医疗费用增加,住院时间延长,再次入院和再次手术可能性增加,甚至危及生命<sup>[4,8]</sup>,尤其是开颅手术 SSI 中的脑室感染,病死率及致残率均很高,是神经外科最危险的并发症之一<sup>[9]</sup>,术后中枢神经系统感染归因病死率达 15%~30%<sup>[7]</sup>。研究开颅手术 SSI 的发生情况及其影响因素,建立开颅手术 SSI 预测模型,筛选出 SSI 高危患者提前进行精准干预,具有重要意义。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 2020 年 1 月—2021 年 6 月入住某三级医院神经外科的所有经皮或经鼻内镜开颅手术的患者,根据纳入与排除标准筛选符合条件的患者,将 2020 年的患者纳入建模组,2021 年 1—6 月的患者纳入验证组。所有研究对象于出院后电话追踪随访,根据是否发生 SSI 分为感染组和未感染组。纳入标准:(1)所有患者均接受完整检查,病例资料完整,并在住院期间进行了开颅手术;(2)患者开颅手术后住院时间>2 d。排除标准:(1)开颅患者因个人原因,未接受完整检查,病例资料不完整;(2)患者开颅手术后住院时间≤2 d。本研究已通过该医院伦理委员会审批。

### 1.2 方法

1.2.1 数据收集 采用回顾性调查方法,从东华医生工作站、杏林医院感染实时监测系统、手术麻醉系统,以及出院后电话随访中收集患者信息,包括基本信息、手术信息、围手术期使用药物情况及感染情况。

1.2.2 SSI 诊断标准 切口分类参照《抗菌药物临床应用指导原则(2015 年版)》<sup>[10]</sup>,开颅手术 SSI 的诊断参照卫生部颁布的《医院感染诊断标准(试行)》<sup>[11]</sup>进行。

1.2.3 监测方法 每周通过信息系统及临床查房收集信息,采用统一开颅手术情况登记表登记信息,严格按照《医院感染诊断标准(试行)》进行诊断,医院感染专职人员持续追踪患者是否存在 SSI,并与临床主管医生沟通确定感染情况。患者出院 1、3、6、12 个月继续电话随访患者手术部位情况。

1.2.4 质量控制 所有数据采用 Epidata 3.0 双人双录入,确保数据准确。

1.3 统计分析 应用 SPSS 19.0 对数据进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。采用  $\chi^2$  检验(数值较小时选择 Fisher's 确切概率检验)、 $t$  检验进行比较,采用 logistic 回归(前进法)对感染影响因素进行分析,按照回归模型建立预警模型,采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积(area under the curve, AUC)计算模型拟合度,通过约登指数计算评分截断值,采用 2021 年上半年的数据验证预测模型的准确性。

## 2 结果

2.1 一般资料 建模组共纳入 203 例开颅手术患者,其中女性 89 例,男性 114 例,年龄(54.29±18.03)岁,发生 SSI 36 例次,发病率为 17.73%,其中表浅手术切口感染 5 例(13.89%),深部手术切口感染 4 例(11.11%),器官腔隙感染 27 例(75.00%)。感染时间发生在术后(7.90±6.01)d,住院日中位数为 20.00(14.50, 30.00)d,手术时长为(213.51±128.12)min,手术后住院日数为(22.03±17.73)d,其中 SSI 组患者术后住院日数长于非 SSI 组患者术后住院日数[(35.57±28.68)d VS (19.11±12.67)d,  $t = 3.371, P > 0.05$ ]。

2.2 开颅手术 SSI 单因素分析 对建模组患者的资料进行单因素分析,结果显示年龄大、患有糖尿病(既往已诊断)、急诊手术,手术等级高、术后引流、手术时间≥180 min、再次手术、术中输血、围手术期使用糖皮质激素是开颅手术 SSI 的危险因素,使用腔镜进行手术、围手术期合理使用抗菌药物和使用 H<sub>2</sub>受体阻断剂是开颅手术 SSI 的保护因素(均  $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 建模组开颅手术患者 SSI 危险因素单因素分析

Table 1 Univariate analysis on risk factors for SSI in craniotomy patients in modeling group

因素	SSI 组 (n = 36)		非 SSI 组 (n = 167)		$\chi^2$	P	因素	SSI 组 (n = 36)		非 SSI 组 (n = 167)		$\chi^2$	P	
	例数	比率 (%)	例数	比率 (%)				例数	比率 (%)	例数	比率 (%)			
基本情况						手术情况								
性别					0.674	0.412	手术类别					6.166	0.046	
男性	114	18	50.00	96	57.49	急诊	54	14	38.89	40	23.95			
女性	89	18	50.00	71	42.51	限期	38	9	25.00	29	17.37			
年龄(岁)					7.287	0.026	择期	111	13	36.11	98	58.68		
<18	8	4	11.12	4	2.40	手术植入物						0.647	0.508	
18~	116	16	44.44	100	59.88	有	159	30	83.33	129	77.25			
>60	79	16	44.44	63	37.72	无	44	6	16.67	38	22.75			
社区感染					1.557	0.212	手术部位					4.192	0.123	
是	46	11	30.56	35	20.96	经鼻腔	35	2	5.56	33	19.76			
否	157	25	69.44	132	79.04	额顶部	134	27	75.00	107	64.07			
ASA 评分					0.616	0.735	后颅凹	34	7	19.44	27	16.17		
I~II	70	12	33.33	58	34.73	手术等级						6.48	0.039	
III	97	16	44.44	81	48.50	二级手术	22	0	0.00	22	13.17			
IV~V	36	8	22.23	28	16.77	三级手术	67	16	44.44	51	30.54			
糖尿病					14.095	<0.001	四级手术	114	20	55.56	94	56.29		
有	18	9	25.00	9	5.39	切口等级						1.153	0.283	
无	185	27	75.00	158	94.61	I 类	168	32	88.88	136	81.44			
术前高血糖 <sup>#</sup>					0.426	0.514	II 类	35	4	11.12	31	18.56		
有	64	13	36.11	51	30.54	使用腔镜						4.327	0.038	
无	139	23	63.89	116	69.46	是	43	3	8.33	40	23.95			
用药情况							否	160	33	91.67	127	76.05		
使用抗菌药物					4.258	0.047	术后引流情况					14.81	0.001	
是	185	36	100.00	149	89.22	脑室引流	46	10	27.78	36	21.56			
否	18	0	0.00	18	10.78	腰大池引流	26	11	30.55	15	8.98			
围手术期合理使用抗菌药物 <sup>△</sup>					30.751	<0.001	无引流	131	15	41.67	116	69.46		
是	179	22	61.11	157	94.01	手术时长(min)						7.364	0.007	
否	24	14	38.89	10	5.99	<180	98	10	27.78	88	52.69			
围手术期使用 H <sub>2</sub> 受体阻断剂					4.466	0.035	≥180	105	26	72.22	79	47.31		
是	28	1	2.78	27	16.17	手术疾病分类						3.357	0.340	
否	175	35	97.22	140	83.83	脑血管事件	51	12	33.33	39	23.35			
围手术期使用糖皮质激素 <sup>*</sup>					9.374	0.002	脑挫伤	23	2	5.56	21	12.58		
是	33	12	33.33	21	12.57	肿瘤	98	15	41.67	83	49.70			
否	170	24	66.67	146	87.43	其他	31	7	19.44	24	14.37			
							再次手术					10.936	0.001	
							是	17	8	22.22	9	5.39		
							否	186	28	77.78	158	94.61		
							术前住院时间(d)					0.951	0.329	
							<7	174	29	80.56	145	86.83		
							≥7	29	7	19.44	22	13.17		
							输血					4.103	0.043	
							是	29	9	25.00	20	11.98		
							否	174	27	75.00	147	88.02		

注: ASA 评分为美国麻醉医师协会对麻醉手术患者的评分; # 为空腹血糖 ≥ 6.5 mmol/L; △ 为按照《2015 年抗菌药物临床应用指导原则》要求, 选择开颅手术预防性使用抗菌药物种类、给药时间、方法及计量, 均合格记为围手术期合理使用抗菌药物; \* 为手术前后 7 d, 使用糖皮质激素 1 次以上。

2.3 SSI 多因素 logistic 回归分析 将建模组所有单因素分析差异具有统计学意义的因素纳入多因素分析,使用二分类多因素 logistic 回归分析,显示 5 个因素是开颅手术 SSI 的独立影响因素,其中围手术期使用 H<sub>2</sub> 受体阻断剂[OR = 0.092, 95% CI(0.010~0.859)]和合理使用抗菌药物[OR = 0.102, 95% CI

(0.036~0.293)]是 SSI 的独立保护因素(均 P < 0.05);患有糖尿病[OR = 6.460, 95% CI(1.895~22.024)],围手术期使用糖皮质激素[OR = 4.021, 95% CI(1.497~10.800)]及手术时间 ≥ 180 min [OR = 3.298, 95% CI(1.274~8.538)]是 SSI 的独立危险因素(均 P < 0.05)。见表 2。

表 2 建模组开颅手术患者 SSI 危险因素多因素 logistic 分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis on risk factors for SSI in craniotomy patients in modeling group

变量	β	SE	Waldχ <sup>2</sup>	P	OR	95%CI
患有糖尿病	1.866	0.626	8.887	0.003	6.460	1.895~22.024
围手术期合理使用抗菌药物	-2.280	0.538	17.991	<0.001	0.102	0.036~0.293
手术时间 ≥ 180 min	1.193	0.485	6.044	0.014	3.298	1.274~8.538
围手术期使用糖皮质激素	1.391	0.504	7.616	0.006	4.021	1.497~10.800
围手术期使用 H <sub>2</sub> 受体阻断剂	-2.383	1.139	4.381	0.036	0.092	0.010~0.859

2.4 ROC 曲线分析结果 根据建模组患者多因素 logistic 分析结果建立开颅手术 SSI 风险预测模型,按照未使用 H<sub>2</sub> 受体阻断剂(2 分),围手术期未规范使用抗菌药物(2 分),手术时间 ≥ 180 min(1 分),患有糖尿病(1 分),术前使用糖皮质激素(1 分)进行评分,总分越高,SSI 发生风险越高,计算出风险评估模型的 ROC 曲线分析图(AUC = 0.818, P < 0.001)。见图 1。按照约登指数最大值,计算出模型截断值为 3.5,提示按照此模型评分,开颅手术患者评分 ≥ 3.5 分时为 SSI 高危人群。

验证,准确率为 85.19%[(156 + 5)/189],总体验证结果较好(χ<sup>2</sup> = 24.279, P < 0.001)。见表 3。

表 3 开颅手术 SSI 风险预测模型验证结果(例)

Table 3 Verification results of SSI risk prediction model (No. of cases)

模型验证结果	实际情况		合计
	感染	未感染	
风险评分 < 3.5 分	0	156	156
风险评分 ≥ 3.5 分	5	28	33
合计	5	184	189

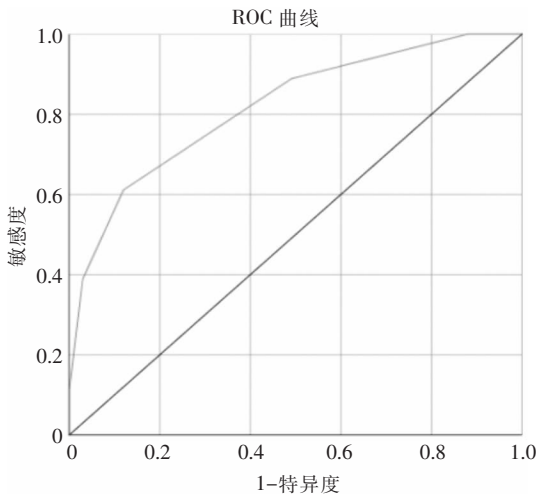


图 1 SSI 风险预测模型 ROC 曲线图

Figure 1 ROC curve of SSI risk prediction model

2.5 模型验证结果 验证组共纳入 189 例开颅手术患者,感染 5 例,采用开颅手术 SSI 风险预测模型

### 3 讨论

开颅手术主要用于治疗颅脑外伤、颅内肿瘤、颅内出血及脑室外装置植入等<sup>[12]</sup>,开颅手术破坏颅脑结构,细菌有机会侵入相对无菌的颅脑内,因脑脊液中抗体及吞噬细胞较少,手术时间长等因素,易发生 SSI<sup>[13]</sup>。若发生感染,常表现为浅表手术切口感染,深部手术切口感染以及脑膜炎、脑室炎、硬膜下、硬膜外及脑实质脓肿等器官腔隙感染<sup>[13]</sup>。开颅手术后中枢系统感染,纳入 SSI 的器官腔隙感染,此类感染发生部位重要,且血脑屏障影响抗菌药物穿透性,导致感染危险性大,治疗难度高<sup>[9,13]</sup>。同时因为脑脊液培养获得病原体难,临床不易早期诊断,如何能预警及筛选出高危人群,采取针对性预防与控制措施就极其重要<sup>[7]</sup>。

研究<sup>[2-5]</sup>发现,新型冠状病毒流行期间,严格佩戴口罩及进行手卫生能降低神经外科 SSI。但本研究发现开颅手术 SSI 发病率较高,可能与本院神经外科患者急诊手术较多、患者基础情况复杂、手术难度较大,手术时间较长有关。因此,横向对比需标准化<sup>[14]</sup>。

近年来,神经外科手术不断发展,尤其是神经内镜手术技术发展迅速,人工材料大量应用,神经手术倾向精细化及准确化,开颅范围小,可使用人工吸收材料,减少引流,减轻手术创伤<sup>[15-16]</sup>。但因神经内镜手术多经鼻进颅,可能存在手术切口等级由 I 类切口变为 II 类切口,手术部位消毒较头皮难等情况导致的 SSI<sup>[15]</sup>,但本研究发现手术部位未增加 SSI 的风险,腔镜手术降低 SSI 发病率( $P < 0.05$ ),可能与腔镜手术对应疾病紧急度和严重度较低有关。

本研究单因素发现,年龄大、患有糖尿病,以及手术相关因素如急诊手术、手术等级高、术后引流、术中输血、再次手术的开颅手术患者 SSI 发病率较高,与国内外相关研究<sup>[4,13-14,17-19]</sup>结果基本一致。其中神经外科手术因手术部位易因发生水肿导致颅内压增高,形成脑疝危及生命,因此,适当降低颅内压非常重要。术后长时间引流可导致颅内与外界相通,易引起 SSI<sup>[6,13,17]</sup>。该院多采用人工可吸收材料代替术后脑室引流及腰大池引流,调查发现此类患者感染发病率较低,人工可吸收材料可降低 SSI 发病率,且植入物也未升高 SSI 发病率( $P > 0.05$ ),与其他研究<sup>[13]</sup>有一定出入。抗菌药物作为 SSI 预防和治疗措施,按照《抗菌药物临床应用指导原则(2015 年版)》<sup>[10]</sup>,统计围手术期合理使用抗菌药物情况,包含手术药物种类选择、术前用药时间(切皮前 0.5~2 h 使用),手术时间 $> 3$  h 及出血量 $> 1\ 500$  mL 追加一剂,发现围手术期合理使用抗菌药物是 SSI 的保护因素,与国内外人和动物的相关研究<sup>[1,20]</sup>结果一致。另外,本研究发现未使用抗菌药物反而降低 SSI 感染风险( $P < 0.05$ ),与类似研究<sup>[21]</sup>结果相反,可能与本研究未使用抗菌药物的患者多为医生术前评估为感染风险较小的患者有关。另外,围手术期使用糖皮质激素是 SSI 的危险因素,与相关研究<sup>[13]</sup>结果一致,提示围手术期应谨慎使用糖皮质激素。 $H_2$ 受体阻断剂对胃黏膜有保护作用,可以降低应激性溃疡,从而降低危重患者细菌从胃入血,降低医院感染风险<sup>[22]</sup>,本研究也验证了使用  $H_2$ 受体阻断剂是开颅手术患者 SSI 的独立保护因素,因此开颅手术患者可预防性使用  $H_2$ 受体阻断剂。

本研究多因素 logistic 回归模型建立后发现单

因素有意义的因素中,如急诊手术、手术等级、术中输血、术后引流、使用腔镜、再次手术在多因素分析模型中不是独立危险因素,可能与各因素相互作用有关,如手术等级高、难度越大、出血量越多则需要输血、创面大,水肿程度高导致必须引流,同时手术难度大,则多开颅进行手术,再次手术风险高。而手术时间 $> 180$  min、围手术期合理使用抗菌药物、使用糖皮质激素及  $H_2$ 受体阻断剂是多因素 logistic 回归模型的独立影响因素,因手术时间越长,手术部位在空气中暴露时间越长,致病菌侵入手术部位危险度越高,同时牵引时间越长,加重了脑组织损伤,较多研究<sup>[13,15,17-18,23]</sup>发现开颅手术 SSI 感染与手术时间有关;糖皮质激素可以降低手术部位水肿,预防脑疝,但因糖皮质激素干扰炎症反应,导致 SSI 风险增大<sup>[13]</sup>。

通过对多因素 logistic 研究结果中有意义的独立影响因素赋值建立风险预测模型的方法较多应用于医学研究<sup>[6,15,24]</sup>。本研究通过上述方法,建立开颅手术 SSI 风险预测模型,并以截点值 3.5 分作为判定 SSI 高危与否,此模型能很好地预测开颅手术 SSI,准确率达 85.19%。

早期预测手术部位是否感染,对高危患者实施精准化感染控制非常重要<sup>[24]</sup>。在国内,开颅手术 SSI 影响因素调查较多,关于风险预测模型研究较少。本研究建立的高效且易推广的临床预测模型,可应用于各级医疗机构,能很好的筛选出开颅手术高危患者,从而可采取针对性措施,降低开颅手术患者 SSI 的发生。但本研究采用回顾性的调查法,有一定的局限性,有些因素的缺失导致了影响因素分析的不全面及干预措施的不完整,如身体质量指数(BMI)、吸烟与否、备皮及术中温度管理、术后是否早期洗头,需要更进一步前瞻性调查。另外,本研究因时间原因,模型验证组的开颅手术患者追踪仅满 6 个月,未达到《外科手术部位感染预防与控制技术指南》等植入物手术应追踪 1 年<sup>[1,25]</sup>的要求,但开颅手术患者中若有感染征象,多数患者会再次入院从而被动监测预警,且国外研究<sup>[4]</sup>建议开颅手术追踪 50 d,能发现绝大多数 SSI 且不浪费人力资源。

综上所述,开颅手术 SSI 在不同地区及医院的发生情况及影响因素存有差异。本研究根据影响因素分析结果,提出开颅手术 SSI 的预防措施:(1)围手术期合理使用抗菌药物,患者一般情况较好、手术难度低时,可不使用抗菌药物;(2)预防性使用  $H_2$ 受体阻断剂,保护胃黏膜,可降低开颅手术 SSI 感染;

(3)围手术期谨慎使用糖皮质激素。另外,建立了简单、有效的开颅手术 SSI 风险预测模型筛选高危患者,以便采取针对性的预防措施,降低开颅手术 SSI。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] 中华医学会外科学分会外科感染与重症医学学组,中国医师协会外科医师分会肠瘘外科医师专业委员会. 中国手术部位感染预防指南[J]. 中华胃肠外科杂志, 2019, 22(4): 301-314.  
Chinese Society of Surgical Infection and Intensive Care, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association, Chinese College of Gastrointestinal Fistula Surgeons, Chinese College of Surgeons, Chinese Medical Doctor Association. Chinese guideline for the prevention of surgical site infection[J]. Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery, 2019, 22(4): 301-314.
- [2] Wang J, Yang Y, Lv W, et al. Gentamycin irrigation significantly reduces 28-day surgical site infection after emergency neurosurgery[J]. Br J Neurosurg, 2021: 1-5. DOI: 10.1080/02688697.2021.1902472. Epub ahead of print.
- [3] Chacón-Quesada T, Rohde V, von der Brélie C. Less surgical site infections in neurosurgery during COVID-19 times-one potential benefit of the pandemic? [J]. Neurosurg Rev, 2021, 44(6): 3421-3425.
- [4] Grundy TJ, Davies BM, Patel HC. When should we measure surgical site infection in patients undergoing a craniotomy? A consideration of the current practice [J]. Br J Neurosurg, 2020, 34(6): 621-625.
- [5] 李兰兰, 杜明梅, 覃金爱. 某三级甲等医院神经外科不同类型手术医院感染情况 [J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(11): 971-975.  
Li LL, Du MM, Qin JA. Healthcare-associated infection after different types of neurosurgical operations in a tertiary first-class hospital [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(11): 971-975.
- [6] 韩静静, 王坚苗. 神经外科清洁切口开颅术后手术部位感染发病率及危险因素的前瞻性研究 [J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(1): 42-47.  
Han JJ, Wang JM. Prospective study on the incidence and risk factors of surgical site infection after clean incision craniotomy of neurosurgery [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(1): 42-47.
- [7] Lamagni T, Elgohari S, Wloch C, et al. National surgical site infection (SSI) surveillance: response to Jenks et al [J]. J Hosp Infect, 2017, 97(1): 99-100.
- [8] Fattahi A, Jahanbakhshi A, Taheri M, et al. Our experience with using a uniform prophylactic protocol in neurosurgery: surgical-site infection did not occur in 272 operations [J]. Br J Neurosurg, 2018, 32(4): 396-399.
- [9] Guan F, Peng WC, Huang H, et al. Application of neuroendoscopic surgical techniques in the assessment and treatment of cerebral ventricular infection [J]. Neural Regen Res, 2019, 14(12): 2095-2103.
- [10] 国家卫生计生委办公厅. 抗菌药物临床应用指导原则(2015年版) [EB/OL]. (2015-08-27) [2022-03-16]. [http://www.gov.cn/xinwen/2015-08/27/content\\_2920799.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-08/27/content_2920799.htm).  
General Office of national Health and Family Planning Commission. Guidelines for clinical Application of Antibiotics (2015 Edition) [EB/OL]. (2015-08-27) [2022-03-16]. [http://www.gov.cn/xinwen/2015-08/27/content\\_2920799.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-08/27/content_2920799.htm).
- [11] 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.  
Ministry of Health of People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections (proposed) [J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314-320.
- [12] Ottenhausen M, Bodhinayake I, Evins AI, et al. Expanding the borders: the evolution of neurosurgical approaches [J]. Neurosurg Focus, 2014, 36(4): E11.
- [13] 胡潇云, 吕鑫, 王颢, 等. 536 例开颅手术患者手术部位感染影响因素的 Logistic 回归分析 [J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(8): 1175-1179.  
Hu XY, Lv X, Wang X, et al. Logistic regression analysis of risk factors for surgical site infection in 536 cases of craniotomy [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(8): 1175-1179.
- [14] 魏诗晴, 熊薇, 徐敏, 等. 标准化感染比在开颅手术患者手术部位感染监测中的应用 [J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(18): 4242-4244.  
Wei SQ, Xiong W, Xu M, et al. Application of standardized infection ratio in surveillance of surgical site infections in patients undergoing craniotomy [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(18): 4242-4244.
- [15] 曾彦超, 易凤琼. 神经内镜下经鼻蝶窦垂体瘤切除术手术部位感染的影响因素 [J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(7): 577-580.  
Zeng YC, Yi FQ. Influencing factors for surgical site infection following neuroendoscopic transsphenoidal pituitary adenoma resection [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(7): 577-580.
- [16] Tomita Y, Kurozumi K, Terasaka T, et al. A case of an adrenocorticotrophic hormone-producing pituitary adenoma removed via electromagnetic-guided neuroendoscopy [J]. No Shinkei Geka, 2016, 44(6): 473-479.
- [17] 孙建平, 王峰, 谷晓玉, 等. 开颅患者术后颅内感染的病原学特点及影响因素分析 [J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(2): 218-221.  
Sun JP, Wang F, Gu XY, et al. Etiological characteristics and influencing factors for intracranial infections in patients after craniotomy [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 28

(2): 218 - 221.

- [18] 黄伟莉, 任明军, 彭根英, 等. 经鼻蝶窦入路垂体瘤切除术后颅内感染病原学及其影响因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(6): 876 - 880.
- Huang WL, Ren MJ, Peng GY, et al. Etiological characteristics and influencing factors for postoperative intracranial infection in nasal transsphenoidal pituitary tumor resection patients [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2021, 31(6): 876 - 880.
- [19] Rubeli SL, D'Alonzo D, Mueller B, et al. Implementation of an infection prevention bundle is associated with reduced surgical site infections in cranial neurosurgery[J]. Neurosurg Focus, 2019, 47(2): E3.
- [20] Välikki KJ, Thomson KH, Grönthal TSC, et al. Antimicrobial prophylaxis is considered sufficient to preserve an acceptable surgical site infection rate in clean orthopaedic and neurosurgeries in dogs[J]. Acta Vet Scand, 2020, 62(1): 53.
- [21] 邱政, 郑绍俭, 张晓东, 等. 开颅手术患者术后颅内感染病原学特点及危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(20): 4693 - 4696.
- Qiu Z, Zheng SJ, Zhang XD, et al. Characteristics and risk factors of intracranial infections after craniotomy[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(20): 4693 - 4696.
- [22] Huang HB, Jiang W, Wang CY, et al. Stress ulcer prophylaxis in intensive care unit patients receiving enteral nutrition: a systematic review and Meta-analysis[J]. Crit Care, 2018, 22(1): 20.
- [23] Bekelis K, Coy S, Simmons N. Operative duration and risk of surgical site infection in neurosurgery[J]. World Neurosurg, 2016, 94: 551 - 555. e6.

- [24] 张新芸, 华冰清, 高山, 等. 多发性骨髓瘤化疗医院感染风险预测模型的建立及应用价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(9): 1396 - 1400.
- Zhang XY, Hua BQ, Gao S, et al. Establishment of prediction model of risk for nosocomial infection in multiple myeloma patients undergoing chemotherapy and its application value [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2021, 31(9): 1396 - 1400.
- [25] 中华人民共和国中央人民政府. 关于外科手术部位感染预防控制指南(试行)通知[EB/OL]. [2021 - 12 - 20]. [http://www.gov.cn/gzdt/2010-12/14/content\\_1765450.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2010-12/14/content_1765450.htm).
- The Central People's Government of the People's Republic of China. Notice on guidelines for prevention and control of surgical site infection (Trial)[EB/OL]. [2021 - 12 - 20]. [http://www.gov.cn/gzdt/2010-12/14/content\\_1765450.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2010-12/14/content_1765450.htm).

(本文编辑:文细毛)

**本文引用格式:**陈音汁,周明川,钟贞,等. 某三甲医院开颅手术手术部位感染影响因素及预测模型的建立[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(5): 455 - 461. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222122.

**Cite this article as:** CHEN Yin-zhi, ZHOU Ming-chuan, ZHONG Zhen, et al. Influencing factors and establishment of prediction model for surgical site infection following craniotomy in a tertiary first-class hospital[J]. Chin J Infect Control, 2022, 21(5): 455 - 461. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222122.