

· 论著 ·

钛网颅骨成形术后并发症发生情况及其影响因素研究



扫描二维码
查看原文

张一鸣¹, 张挺², 王飞², 张保中², 袁磊²

【摘要】 目的 分析钛网颅骨成形术后并发症发生情况及其影响因素。方法 选取2017年1月至2020年9月在中国人民解放军火箭军特色医学中心神经外科行钛网颅骨成形术的患者74例, 通过医院病历系统及电话随访的方式获取患者的临床资料, 包括一般资料、并发症发生情况及因并发症导致的钛网摘除情况。钛网颅骨成形术后患者发生并发症及钛网摘除的影响因素分析采用多因素Logistic回归分析。**结果** 本组患者钛网颅骨成形术后随访6~22个月, 发生感染5例、帽状腱膜下积液3例、钛网暴露3例、排异反应1例、钛网移位1例、运动性失语1例, 并发症发生率为18.9% (14/74)。本组患者因感染导致钛网摘除3例、因排异反应导致钛网摘除1例, 钛网摘除发生率为5.4% (4/74)。多因素Logistic回归分析结果显示, 年龄是钛网颅骨成形术后患者发生并发症 [OR=1.916, 95%CI (1.047, 3.507)] 和钛网摘除 [OR=1.141, 95%CI (1.108, 1.280)] 的独立影响因素 (P<0.05)。**结论** 本组患者钛网颅骨成形术后并发症发生率为18.9%, 钛网摘除发生率为5.4%。而年龄是钛网颅骨成形术后患者发生并发症和钛网摘除的独立影响因素。

【关键词】 颅骨成形术; 钛网; 并发症; 钛网摘除; 影响因素分析

【中图分类号】 R 651.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.215

张一鸣, 张挺, 王飞, 等. 钛网颅骨成形术后并发症发生情况及其影响因素研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30 (10): 65-69. [www.syxnf.net]

ZHANG Y M, ZHANG T, WANG F, et al. Complications after cranioplasty with titanium mesh and their influencing factors [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30 (10): 65-69.

Complications after Cranioplasty with Titanium Mesh and Their Influencing Factors ZHANG Yiming¹, ZHANG Ting², WANG Fei², ZHANG Baozhong², YUAN Lei²

1. Department of Neurosurgery, Xuanwu Hospital Capital Medical University, Beijing 100053, China

2. Department of Neurosurgery, PLA Rocket Force Characteristic Medical Center, Beijing 100088, China

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目 (82001317)

1.100053北京市, 首都医科大学宣武医院神经外科 2.100088北京市, 中国人民解放军火箭军特色医学中心神经外科

通信作者: 袁磊, E-mail: 1065331060@qq.com

10.1016/j.jcin.2011.02.011.

[4] HIRSH J, RASCHKE R. Heparin and low-molecular-weight heparin: the seventh ACCP conference on antithrombotic and thrombolytic therapy [J]. Chest, 2004, 126 (3 Suppl): 188S-203S. DOI: 10.1378/chest.126.3_suppl.188S.

[5] 郭军, 杨庭树, 盖鲁粤, 等. 冠状动脉介入治疗术后严重出血并发的危险因素分析 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2007, 9 (11): 723-725.

[6] 热依古丽·努尔, 木拉提·热夏提, 热娜古丽·努尔. 慢性肾功能衰竭和牙周病相互关系的临床观察 [J]. 新疆医学, 2007, 37 (1): 91-92. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5183.2007.01.060.

[7] 王立飞, 岳峰, 陈新, 等. 晚期肾功能衰竭患者牙周状况的观察 [J]. 口腔医学, 2003, 23 (6): 342-343. DOI: 10.3969/j.issn.1003-9872.2003.06.009.

[8] 沈文, 杨靛洪, 黄晓, 等. 肾功能不全对非瓣膜性心房颤动发生及其血栓与出血事件的影响 [J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2015, 29 (3): 254-256.

[9] 谢璇, 王暴魁, 任可. 慢性肾功能不全并发上消化道出血原因分析及防治 [J]. 中国误诊学杂志, 2011, 11 (30): 7412-7413.

[10] 陈帅, 宁彬. STEMI患者急诊PCI术中在ACT监测下应用比伐芦定或肝素的安全性及其影响因素分析 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13 (4): 464-468. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2021.04.19.

[11] 田少鑫, 黄炫生, 李明星, 等. 预防冠状动脉支架植入术后低分子肝素皮下出血的前瞻性临床研究 [J]. 当代护士 (下旬刊), 2021, 28 (10): 57-60. DOI: 10.19793/j.cnki.1006-6411.2021.30.017.

[12] 刘娜, 陈颂歌, 时贤君, 等. 互动性健康教育为基础的饮食指导对口服阿司匹林致上消化道出血的冠心病经皮冠状动脉介入治疗术后患者疾病认知及再出血风险的影响 [J]. 中国药物与临床, 2022, 22 (2): 171-174. DOI: 10.11655/zgywylc2022.02.022.

(收稿日期: 2022-04-27; 修回日期: 2022-07-27)

(本文编辑: 张浩)

Corresponding author: YUAN Lei, E-mail: 1065331060@qq.com

【 Abstract 】 Objective To analyze the complications after cranioplasty with titanium mesh and their influencing factors. **Methods** A total of 74 patients underwent cranioplasty with titanium mesh in the Department of Neurosurgery, PLA Rocket Force Characteristic Medical Center from January 2017 to September 2020 were selected. The clinical data of patients were obtained by hospital medical record system and telephone follow-up, including general information, complications and titanium mesh removal due to complications. Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of complications and titanium mesh removal of patients after cranioplasty with titanium mesh. **Results** The patients were followed up for 6–22 months after cranioplasty with titanium mesh, there were 5 cases of infection, 3 cases of subgaleal effusion, 3 cases of titanium exposure, 1 case of rejection, 1 case of titanium dislocation and 1 case of motor aphasia, the complication rate was 18.9% (14/74). Titanium mesh removal was found in 3 cases of infection and 1 case of rejection, the titanium mesh removal rate was 5.4% (4/74). Multivariate Logistic regression analysis results showed that age was an independent influencing factor for complications [OR=1.916, 95%CI (1.047, 3.507)] and titanium mesh removal [OR=1.141, 95%CI (1.108, 1.280)] of patients after cranioplasty with titanium mesh ($P < 0.05$). **Conclusion** The complication rate and titanium mesh removal rate of patients after cranioplasty with titanium mesh was 18.9% and 5.4%, respectively. Age is an independent influencing factor for complications and titanium mesh removal of patients after cranioplasty with titanium mesh.

【 Key words 】 Cranioplasty; Titanium mesh; Complications; Titanium mesh removal; Root cause analysis

颅骨成形术是一项颅骨缺损修复手术,其目的是美容复原、稳定颅内压、保护脑组织及改善神经功能,目前临床上颅骨成形术的修补材料繁多,其中聚甲基丙烯酸甲酯、钛、陶瓷和碳纤维加固聚合物应用普遍,但每种修补材料各有优缺点,而使用哪种修补材料很大程度上受到外科医生偏好的影响。据报道,在澳大利亚、英国和德国,颅骨成形术的主要修补材料为钛,在美国为聚甲基丙烯酸甲酯,在新加坡和韩国为聚醚醚酮,在法国和意大利为羟磷灰石^[1]。在各种人工修补材料中,钛因生物惰性强、韧性高、质轻和生产成本低廉等优势而被作为中大面积颅骨成形术的首选修补材料。钛网颅骨成形术的技术并不复杂,但并发症较多,其中比较棘手的并发症为感染,严重者甚至导致钛网摘除^[2]。虽然颅骨成形术后并发症很常见,但其预防措施尚未统一。本研究旨在分析钛网颅骨成形术后并发症发生情况,并探讨其影响因素,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性选取2017年1月至2020年9月在中国人民解放军火箭军特色医学中心神经外科行钛网颅骨成形术的患者74例。纳入标准:行单侧或双侧颅骨成形术;修补材料为定制的三维钛网。排除标准:修补材料为手工塑形钛网;随访时间<6个月。本研究通过中国人民解放军火箭军特色医学中心医学伦理委员会审核通过(编号:LW2022076)。

1.2 手术方法 颅骨成形术需要在脑肿胀彻底消退、去骨瓣减压术后至少3个月、手术局部无感染征象时进行,具体操作如下:沿原切口切开头皮,仔细分离脑组织表面覆盖的软组织层,切勿损伤脑组织及血管,尽量做到无脑脊液漏出。暴露足够宽的骨窗边缘,彻底止血后,采用大量抗生素盐水充分冲洗术野;正确放置钛

网,严密覆盖颅骨缺损处,然后给予适当数量的钛钉将钛网牢牢固定于骨窗四周的颅骨上。为进一步固定钛网及降低帽状腱膜下积液的发生风险,术者可采用桥接式硬脑膜悬吊法^[3],即先用小号圆针带1号丝线穿过硬脑膜,打结并将一根7号丝线固定于硬脑膜表面,再将7号丝线穿过钛网小孔,在钛网外表面打结、固定。根据颅骨缺损面积大小,桥接悬吊固定5~12个针;钛网外放置引流管,该引流管于术后48 h内拔除。

1.3 观察指标 通过医院病历系统及电话随访的方式获取患者的临床资料,内容包括一般资料(年龄、性别、颅骨去除原因、颅骨去除至成形时间、颅骨缺损面积及有无脑室腹腔引流、糖尿病)、并发症(包括感染、帽状腱膜下积液、排异反应、钛网移位、钛网暴露、神经功能损伤)发生情况及因并发症导致的钛网摘除情况。

1.4 统计学方法 采用SPSS 19.0统计学软件进行数据处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用成组 t 检验;计数资料以相对数表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher's确切概率法。钛网颅骨成形术后患者发生并发症及钛网摘除的影响因素分析采用多因素Logistic回归分析。双侧检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 并发症发生情况 本组患者钛网颅骨成形术后随访6~22个月,发生感染5例、帽状腱膜下积液3例、钛网暴露3例、排异反应1例、钛网移位1例、运动性失语1例,并发症发生率为18.9% (14/74)。本组患者因感染导致钛网摘除3例、因排异反应导致钛网摘除1例,钛网摘除发生率为5.4% (4/74)。

2.2 钛网颅骨成形术后患者发生并发症的影响因素 发生并发症与未发生并发症患者性别、颅骨去除原因、

颅骨去除至成形时间、颅骨缺损面积及脑室腹腔引流者占比比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 发生并发症患者年龄大于未发生并发症患者, 糖尿病发生率高于未发生并发症患者, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表1。将钛网颅骨成形术后患者是否发生并发症作为因变量 (赋值: 否=0, 是=1), 将除性别 (本组男女比例差异较大, 且性别不是主要影响因素, 故未纳入) 以外的其他指标作为自变量, 进行多因素Logistic回归分析, 结果显示, 年龄是钛网颅骨成形术后患者发生并发症的独立影响因素 ($P<0.05$), 见表2。

表1 发生并发症与未发生并发症患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between patients with or without complications

变量	未发生并发症 (n=60)	发生并发症 (n=14)	$\chi^2(t)$ 值	P值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	31.2 ± 10.0	56.6 ± 11.2	-8.397 ^a	<0.001
性别 [n (%)]			0.416	0.447
男	50 (83.3)	10/14		
女	10 (16.7)	4/14		
颅骨去除原因 [n (%)]			1.912	0.752
颅脑外伤	34 (56.7)	8/14		
高血压脑出血	16 (26.7)	3/14		
颅内肿瘤	7 (11.7)	2/14		
感染	2 (3.3)	0		
脑梗死	1 (1.7)	1/14		
颅骨去除至成形时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	188.6 ± 54.6	192.3 ± 49.3	-0.248 ^a	0.807
颅骨缺损面积 ($\bar{x} \pm s$, cm ²)	66.3 ± 13.0	68.0 ± 13.0	0.422 ^a	0.674
脑室腹腔引流 [n (%)]			0.032	0.611
有	5 (8.3)	2/14		
无	55 (91.7)	12/14		
糖尿病 [n (%)]			11.848	<0.001
有	7 (11.7)	8/14		
无	53 (88.3)	6/14		

注: ^a表示t值

2.3 钛网颅骨成形术后患者发生钛网摘除的影响因素
发生钛网摘除患者与未发生钛网摘除患者颅骨去除原因、颅骨去除至成形时间、颅骨缺损面积、脑室腹腔引流者占比、糖尿病发生率比较, 差异无统计学意义

($P>0.05$); 发生钛网摘除患者年龄大于未发生钛网摘除患者, 女性占比高于未发生钛网摘除患者, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表3。将钛网颅骨成形术后患者是否发生钛网摘除作为因变量 (赋值: 否=0, 是=1), 将除性别 (本组男女比例差异较大, 且性别不是主要影响因素, 故未纳入) 以外的其他指标作为自变量, 进行多因素Logistic回归分析, 结果显示, 年龄是钛网颅骨成形术后患者发生钛网摘除的独立影响因素 ($P<0.05$), 见表4。

3 讨论

3.1 颅骨成形术 颅骨成形术是神经外科的常见手术, 其目的是修补缺损的颅骨, 进而稳定颅内压、保护脑组织, 同时兼具美容功效。颅骨成形术的术野位置浅、无须牵开脑组织, 故其技术难度不高, 手术风险较低。既往文献报道, 颅骨成形术后并发症发生率为0~55% [2, 4-6], 主要包括术中并发症和术后并发症, 前者又可分为手术暴露过程中的并发症 (包括出血、皮瓣“纽扣洞”、硬脑膜撕裂和脑脊液漏、静脉窦损伤) 和自体骨移植并发症 (包括全厚度颅盖骨移植、移植骨碎裂、硬脑膜或脑损伤、胸膜撕裂); 后者又可分为术后早期并发症 (包括皮下血肿或积液、切口裂开、皮瓣坏死、移植物感染) 和术后晚期并发症 (包括持续脑脊液漏、移植物暴露、轮廓缺陷、移植物重吸收、移植物失去固定、热敏感、移植物移位、移植物可触及、排异反应、颞部下陷、脱发、皮肤褪色)。

3.2 钛网颅骨成形术后并发症 本研究结果显示, 感染是钛网颅骨成形术后最常见的并发症 (发生率为6.8%)。KWIECIEN等 [7] 研究报道, 钛网颅骨成形术后感染发生率为9.7%。除感染外, 本研究还发现3例 (发生率为4.1%) 患者于钛网颅骨成形术后出现钛网暴露。移植物暴露是行钛网颅骨成形术患者较特殊的并发症, 一般发生于术后7 d~7年 [8-9]。有文献报道, 放疗是钛网暴露的重要影响因素 [10], 尤其是颅内恶性肿瘤患者, 究其原因主要为放疗可损伤局部软组织、钛网的坚韧质地及薄而锋利的边缘共同作用所致。3例患者发生钛网暴露的时间分别为术后半个月、8个月和1年,

表2 钛网颅骨成形术后患者发生并发症影响因素的多因素Logistic回归分析

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of complications of patients after cranioplasty with titanium mesh

变量	赋值	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR (95%CI)
年龄	实测值	0.650	0.308	4.451	0.035	1.916 (1.047, 3.507)
颅骨去除原因	颅脑外伤=1, 高血压脑出血=2, 颅内肿瘤=3, 感染=4, 脑梗死=5	-3.160	1.895	2.779	0.095	0.042 (0.001, 1.742)
颅骨去除至成形时间	实测值	0.044	0.027	2.721	0.099	1.045 (0.992, 1.102)
颅骨缺损面积	实测值	-0.042	0.055	0.590	0.443	0.959 (0.861, 1.068)
脑室腹腔引流	无=0, 有=1	-3.571	4.022	0.788	0.375	0.028 (<0.001, 74.665)
糖尿病	无=0, 有=1	-3.171	2.453	1.670	0.196	0.042 (<0.001, 5.142)

其中1例患者为了避免术中伤及深部脑组织，形成的皮瓣局部过于菲薄，进而出现“钮扣洞”^[11]，即便术中取邻近皮下组织填补并将破损皮肤缝合，患者仍于术后半个月出现钛网暴露。本组钛网暴露的3例患者有一些共同点，即覆盖钛网的软组织层过于薄弱且张力较高。MAQBOOL等^[10]研究也发现，软组织萎缩是钛网暴露的危险因素（OR=10.71，P=0.04）。史建涛等^[9]总结钛网暴露的原因为皮瓣自身缺陷、钛网自身缺陷和手术操作不当。WANG等^[12]对56例皮肤变薄的患者进行脂肪移植术，成功率为71.4%。因此，术中保留适当的皮瓣厚度及围术期防止皮瓣营养缺失和感染是预防钛网暴露的关键。本组患者术中采用了桥接式硬脑膜悬吊法^[3]，既减轻了缝线对硬脑膜的损伤，又加强了与钛

网的联系，减少了术后钛网下积液的发生，3例患者发生的帽状腱膜下积液均为自限性、非出血性积液，无钛网下血肿发生。钛网移位为术中固定钛网的钛钉距离骨窗边缘过近，钛钉滑脱导致钛网松动引起的。临床上常见的钛网颅骨成形术后神经功能障碍有癫痫和咀嚼无力，或单纯脑挫裂伤而不引起神经功能障碍^[5-6]，运动性失语未见报道。但本组患者出现1例运动性失语，该患者为外伤导致的左额颞骨瓣去除，行钛网颅骨成形术过程中因脑组织表面出血而被迫电凝止血，进而可能损伤了Broca区的供血动脉和/或回流静脉。此外，本组患者还出现1例排异反应，排异反应是由异物植入引起的，无法预防。

综上，在钛网颅骨成形术中应严格按照疏松结缔组织生理间隙分离脑组织，皮瓣保持合适厚度以减少术后钛网暴露，同时防止分离过深导致硬脑膜、脑组织及血管损伤。

3.3 钛网颅骨成形术后并发症的影响因素 TALWAR等^[13]进行的荟萃分析结果显示，去骨瓣术后同期行颅骨成形术和延期行颅骨成形术的患者感染发生率比较，差异无统计学意义（P>0.05）。BADER等^[14]研究发现，颅骨去除至成形时间延长与植入物再摘除有关〔OR=1.005，95%CI（1.000，1.010）〕。但HILL等^[4]研究未发现手术时机对颅骨成形术后并发症有影响，本研究结果与之一致。另外，颅骨去除原因也会影响手术时机的选择，外伤患者可能会尽早接受自体骨瓣以获得结构支撑和美观，而脑血管病患者可能会在康复期间等待个性化的人工植入物^[15]。本研究结果显示，颅骨去除原因与钛网颅骨成形术后患者发生并发症及钛网摘除无关。近年来随着技术发展，钛网越来越多地应用于中大型颅骨缺损修补术中^[7, 16]。而本研究结果显示，颅骨缺损面积与钛网颅骨成形术后患者发生并发症及钛网摘除无关。本研究结果显示，年龄是钛网颅骨成形术后患者发生并发症及钛网摘除的独立影响因素，与BADER等^[14]研究结果一致，分析其原因可能与高龄患者身体状况和耐受程度差、合并症多等有关^[15, 17-18]。

表3 有无钛网摘除患者一般资料比较

Table 3 Comparison of general data of patients with or without titanium mesh removal

变量	未发生钛网摘除 (n=70)	发生钛网摘除 (n=4)	t (χ ²) 值	P值
年龄 (x̄ ± s, 岁)	34.8 ± 13.6	56.2 ± 11.1	-3.095	0.003
性别 [n (%)]			-	0.020
男	59 (84.3)	1/4		
女	11 (15.7)	3/4		
颅骨去除原因 [n (%)]			4.433*	0.077
颅脑外伤	40 (57.1)	2/4		
高血压脑出血	18 (25.7)	1/4		
颅内肿瘤	9 (12.9)	0		
感染	2 (2.9)	0		
脑梗死	1 (1.4)	1/4		
颅骨去除至成形时间 (x̄ ± s, d)	189.7 ± 54.8	182.2 ± 5.4	0.270	0.788
颅骨缺损面积 (x̄ ± s, cm ²)	66.2 ± 13.0	74.8 ± 10.8	-1.298	0.198
脑室腹腔引流 [n (%)]			-	1.000
有	7 (10.0)	0		
无	63 (90.0)	4/4		
糖尿病 [n (%)]			-	0.181
有	13 (18.6)	2/4		
无	57 (81.4)	2/4		

注：-表示采用Fisher's确切概率法，*表示χ²值

表4 钛网颅骨成形术后患者发生钛网摘除影响因素的多因素Logistic回归分析

Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of titanium mesh removal of patients after cranioplasty with titanium mesh removal

变量	赋值	β	SE	Wald χ ² 值	P值	OR (95%CI)
年龄	实测值	0.132	0.058	5.124	0.024	1.141 (1.018, 1.280)
颅骨去除原因	颅脑外伤=1, 高血压脑出血=2, 颅内肿瘤=3, 感染=4, 脑梗死=5	0.069	0.635	0.012	0.913	1.072 (0.309, 3.719)
颅骨去除至成形时间	实测值	-0.007	0.013	0.275	0.600	0.993 (0.967, 1.109)
颅骨缺损面积	实测值	0.087	0.050	2.950	0.086	1.090 (0.988, 1.204)
脑室腹腔引流	无=0, 有=1	-18.086	12 828.331	<0.001	0.999	-
糖尿病	无=0, 有=1	-0.628	1.558	0.163	0.687	0.534 (0.025, 11.310)

注：-表示数据太大，无法展示

因此, 高龄患者行钛网颅骨成形术后需要对其进行密切随访及预防性使用抗生素, 以减少并发症的发生。

综上所述, 本组患者钛网颅骨成形术后并发症发生率为18.9%, 钛网摘除发生率为5.4%。而年龄是钛网颅骨成形术后患者发生并发症和钛网摘除的独立影响因素。但本研究为单中心、回顾性研究, 存在一定选择偏倚, 所得结论仍有待大样本量、多中心的前瞻性研究进一步证实。

作者贡献: 王飞进行文章的构思与设计; 张挺进行研究的实施与可行性分析; 袁磊进行数据收集、整理、分析, 并对文章整体负责、监督管理; 张一鸣进行结果分析与解释, 负责撰写、修订论文; 张保中负责文章的质量控制及审核。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] SIRACUSA V, MAIMONE G, ANTONELLI V.State-of-art of standard and innovative materials used in cranioplasty [J]. *Polymers (Basel)*, 2021, 13 (9): 1452-1467.DOI: 10.3390/polym13091452.
- [2] ROH H, KIM J, KIM J H, et al.Analysis of complications after cranioplasty with a customized three-dimensional titanium mesh plate [J]. *World Neurosurg*, 2019, 123: e39-44.DOI: 10.1016/j.wneu.2018.10.227.
- [3] 朱卿, 陈爱林, 王中勇, 等.桥接式硬脑膜悬吊法在三维塑形钛板颅骨修补成形术中的应用 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2016, 30 (6): 712-715.
- [4] HILL C S, LUOMA A M, WILSON S R, et al.Titanium cranioplasty and the prediction of complications [J]. *Br J Neurosurg*, 2012, 26 (6): 832-837.DOI: 10.3109/02688697.2012.692839.
- [5] 徐洪兵, 王永进, 徐红青, 等.钛网颅骨成形术后并发症原因分析及应对方法 [J]. *中国临床神经外科杂志*, 2018, 23 (6): 425-426.DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2018.06.014.
- [6] 王志明, 殷尚炯, 曹藏柱, 等.塑形钛网颅骨成形术后并发症的原因及防治 [J]. *中国临床神经外科杂志*, 2016, 21 (11): 698-699.DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2016.11.015.
- [7] KWIECIEN G J, RUEDA S, COUTO R A, et al.Long-term outcomes of cranioplasty: titanium mesh is not a long-term solution in high-risk patients [J]. *Ann Plast Surg*, 2018, 81 (4): 416-422.DOI: 10.1097/SAP.0000000000001559.
- [8] ZHU S H, CHEN Y S, LIN F H, et al.Complications following titanium cranioplasty compared with nontitanium implants cranioplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Neurosci*, 2021, 84: 66-74.DOI: 10.1016/j.jocn.2020.12.009.
- [9] 史建涛, 左成海, 孟辉, 等.颅骨成形术后钛网外露原因分析及防治 [J]. *中国临床神经外科杂志*, 2018, 23 (9): 618-619. DOI: 10.13798/j.issn.1009-153X.2018.09.015.
- [10] MAQBOOL T, BINHAMMER A, BINHAMMER P, et al.Risk factors for titanium mesh implant exposure following cranioplasty [J]. *J Craniofac Surg*, 2018, 29 (5): 1181-1186.DOI: 10.1097/SCS.00000000000004479.
- [11] CHAMPEAUX C, FROELICH S, CAUDRON Y.Titanium three-dimensional printed cranioplasty for fronto-nasal bone defect [J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30 (6): 1802-1805.DOI: 10.1097/SCS.00000000000005493.
- [12] WANG W T, VINCENT A, BAHRAMI A, et al.Progressive scalp thinning over mesh cranioplasty and the role of lipotransfer [J]. *Laryngoscope*, 2020, 130 (8): 1926-1931.DOI: 10.1002/lary.28463.
- [13] TALWAR A A, BHAT D K, HEIMAN A J, et al.Outcomes of immediate titanium cranioplasty following post-craniotomy infection [J]. *J Craniofac Surg*, 2020, 31 (5): 1404-1407.DOI: 10.1097/SCS.00000000000006488.
- [14] BADER E R, KOBETS A J, AMMAR A, et al.Factors predicting complications following cranioplasty [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2022, 50 (2): 134-139.DOI: 10.1016/j.jcms.2021.08.001.
- [15] ALKHAIBARY A, ALHARBI A, ALNEFAIE N, et al.Cranioplasty: a comprehensive review of the history, materials, surgical aspects, and complications [J]. *World Neurosurg*, 2020, 139: 445-452.DOI: 10.1016/j.wneu.2020.04.211.
- [16] 柳清洋.电脑塑形钛网在颅骨修补术中的应用 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2011, 19 (8): 1363, 1365.DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2011.08.076.
- [17] SAHOO N K, TOMAR K, THAKRAL A, et al.Complications of cranioplasty [J]. *J Craniofac Surg*, 2018, 29 (5): 1344-1348. DOI: 10.1097/SCS.00000000000004478.
- [18] 李祥.颅骨成形术常见并发症及其治疗 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2011, 19 (12): 2103.DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2011.12.054.

(收稿日期: 2022-04-26; 修回日期: 2022-07-04)

(本文编辑: 谢武英)