

# 数字化塑形钛网在颅骨修补术中的应用

张磊 陈悦达 梁恩和 姚鑫

**【摘要】** 回顾分析数字化塑形二维或三维钛网修补颅骨缺损患者临床疗效。结果显示,86 例患者中 82 例术后达 I 期愈合,术后并发症包括钛网外露(1 例)、皮下积液(2 例)、轻微咬合疼痛(1 例)、切口瘢痕增生明显致外观欠佳(1 例)。提示数字化塑形钛网修补颅骨缺损可最大程度地恢复缺损外形、降低手术风险、减少并发症,且临床疗效满意。

**【关键词】** 钛; 颅骨切开术

## The application of computer-aided designated titanium mesh in repairing skull defects

ZHANG Lei<sup>1</sup>, CHEN Yue-da<sup>2</sup>, LIANG En-he<sup>2</sup>, YAO Xin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grade 2012, Graduate School, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

<sup>2</sup>Department of Neurosurgery, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300060, China

Corresponding author: YAO Xin (Email: yx9798@126.com)

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical value of repairing skull defects with titanium alloy-mesh of computer-aided design. **Methods** A retrospective analysis was done on clinical data of 86 cases with skull defects who underwent repairing using titanium mesh with two-dimensional or three-dimensional computer-aided design. **Results** All the incisions achieved primary healing other than one case conducting reoperation due to exposed titanium mesh. Two cases got subcutaneous exudate, one obtained painful mastication and one experienced proliferation of scalp scar. **Conclusions** With the computer-aided designated titanium mesh, relevant operation can resume the original state to maximum extent, lower surgical risk, decrease post-operational complications and then obtain satisfying clinical effect.

**【Key words】** Titanium; Craniotomy

颅骨缺损是神经外科手术较常见的问题,大多系重型颅脑创伤或高血压性脑出血行去骨瓣减压术后所致;需经颅骨修补术恢复颅腔生理完整性,以为颅腔内容物提供支持和保护,改善并恢复神经功能,亦是出于患者对外观容貌和日后生活质量的需要。目前,临床应用较广泛的颅骨修补材料是钛网<sup>[1]</sup>,尤其是二维和三维钛网应用较为普遍。天津市环湖医院近年采用数字化塑形钛网对 86 例颅骨缺损患者行颅骨修补术,取得较好效果。

## 资料与方法

### 一、一般资料

选择 2011 年 5 月-2013 年 12 月在天津市环湖医

院神经外科施行颅骨修补术的 86 例颅骨缺损患者,46 例应用二维钛网、40 例应用三维钛网进行数字化塑形。男性 56 例,女性 30 例;年龄 19~63 岁,平均(37.40±12.50)岁。颅骨修补术前主要表现为头痛、头晕、易疲劳、记忆力减退等颅骨缺损综合征(31 例),失语(6 例),偏瘫(8 例),局灶性癫痫(9 例),伴不同程度脑积水(18 例),部分病例无明显症状与体征(32 例)。颅骨缺损原因为颅脑创伤(49 例)、脑出血(24 例),以及脑肿瘤(11 例)和颅骨肿瘤(2 例)术后;缺损部位分别位于额颞顶部(35 例)、颞顶部(16 例)、额部(11 例)、额颞部(10 例)、顶部(9 例)和枕部(5 例);缺损面积 4 cm×5 cm~14 cm×16 cm,平均为 11 cm×13 cm。其中 7 例患者于手术同期行颅骨修补术(颅骨肿瘤 2 例、脑肿瘤破坏颅骨 4 例、粉碎性骨折 1 例),其余 79 例分别于术后(3~6 个月 57 例、>6 个月 22 例)行颅骨修补术。

### 二、治疗方法

1. 钛网的数字化塑形 所有患者术前均行头部

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2015.01.015

作者单位:300070 天津医科大学研究生院 2012 级(张磊);  
300060 天津市环湖医院神经外科(陈悦达,梁恩和,姚鑫)

通讯作者:姚鑫(Email:yx9798@126.com)

CT 薄层扫描(层厚 2 mm)以三维重建颅骨形态,经计算机进行数据拟合后提交给颅骨修复体制作公司,医用计算机软件进行图形辅助设计;对比患者健侧生理曲度模拟颅骨自然形态,采用无模多点成形对二维或三维钛网塑形,为患者制备个性化钛合金颅骨,成形后的钛网经磨边和金属表面处理,送手术室消毒备用。凡累及颞肌的颅骨缺损,应避免颞肌作为边缘提取时的部分数据,如此制备的钛板修复体才能更好地植入颞肌,不会造成过分卡压而影响咬合。

2. 手术方法 所有患者均于全身麻醉下以覆盖法修补颅骨缺损,均于颞肌下植入钛网。其中 7 例手术同期行颅骨修补术患者,手术切口依据需要设计在发际内;其余 79 例行Ⅱ期颅骨修补术的患者则依原切口入路或按骨窗位置适当扩大切口,分离皮瓣与硬脑膜之间的粘连,初次手术未缝合硬脑膜的患者,分离时应注意保留脑组织表面假硬膜(软组织或人工硬脑膜),颅骨修补涉及颞区且钛网植入颞肌下的患者,可自原切口向帽状腱膜下隙注射生理盐水以利于皮瓣分离,分离颞肌、显露骨窗、剥离骨窗周围骨膜至缺损边缘约 1 cm。术中注意保护硬脑膜完整性,术区彻底止血,反复温生理盐水冲洗创面,数字化塑形钛网浸泡于碘伏中消毒备用,置于骨窗,嵌合满意后取配套钛钉固定。植入钛网时,其边缘超过骨窗 0.50~1.00 cm 即可,各钛钉之间距离以 3~4 cm 为宜;缺损中心的硬脑膜以 7-0 丝线固定于钛网上,以减少钛网下残腔,防止术后皮瓣下积血、积液;有肌瓣者需将其游离缘缝合固定在钛网上,起到重塑肌肉之作用,避免术后患侧咀嚼肌疼痛和肌肉萎缩;钛网外皮瓣下置入负压引流管,逐层缝合。术后常规预防感染,定期换药,术后 24~48 h 拔除引流管、7~10 d 拆线。

## 结 果

本组 86 例患者均顺利完成手术。4 例术后发生与颅骨修补术相关的并发症,其中 1 例出现轻微咀嚼功能障碍、咬合不全,考虑与颞肌未分离完全有关,经针灸治疗康复,1 年后随访未见明显严重后果;2 例术后 2 周出现皮下积液,1 例术后 1 个月自行吸收、1 例经两次穿刺引流(间隔 1 周)加压包扎后积液减少并于术后 1.50 个月完全吸收;1 例术后 4 个月因钛钉松动、钛网边缘翘起而致慢性切割且钛网

外露,手术切口连续换药 1 个月仍未愈合,遂于术后 5 个月取出钛网消毒,再次手术重新固定,术后随访 6 个月未发生相关并发症。其余 82 例患者术后均达 I 期愈合,术后随访 6 个月,1 例因切口瘢痕组织增生使软组织不对称、毛发生长,对双额部修补外观不甚满意;其余病例外观均满意且功能恢复良好,钛网无移位、头部正侧位观曲度良好,无脑脊液漏、头皮凹陷、排斥反应或感染,以及皮下积液和边缘磨穿头皮等并发症发生。疗效评价显示,31 例颅骨缺损综合征患者中 7 例症状完全消失、18 例术后症状显著缓解、6 例无明显改善;9 例局灶性癫痫患者中 6 例术后配合抗癫痫药物治疗未再发作、3 例术后癫痫症状和发作频率无明显改善;18 例伴脑积水患者中 10 例于术后 1 年行侧脑室-腹腔分流术,其中 8 例脑积水症状不同程度改善;8 例偏瘫患者中仅有 1 例症状部分改善,余 7 例无改善;6 例失语患者言语功能均无改善。

## 讨 论

颅骨缺损是颅脑创伤、脑卒中、脑肿瘤或颅骨肿瘤术后常见后遗症之一。颅骨缺损后脑组织因失去正常颅骨保护而产生一系列不良影响:(1)引起一系列神经症状,如头痛、头晕、记忆力减退、易激惹,对颅骨缺损区存在恐惧心理等,称为颅脑缺损综合征<sup>[2]</sup>。(2)由于脑脊液动力学紊乱,引起脑组织葡萄糖储备能力下降。(3)颅内压随体位改变而变化,可因生理性平衡障碍而致脑组织血液循环障碍<sup>[3]</sup>。(4)软组织和硬脑膜粘连造成脑组织囊性变、扩张膨出、脑穿通畸形等。(5)诱发癫痫发作。(6)对患者外观和心理产生不良影响。因此,尽早恢复颅腔完整性是解决上述问题的先决条件。

目前,单纯颅骨修补术对患者功能性症状、精神障碍和外伤性癫痫等临床症状与体征的治疗效果尚难以预测。我们的临床体会中,手术适应证应遵循以下原则:(1)颅骨缺损直径>3 cm。(2)缺损部位影响美观。(3)因颅骨缺损引起的长期头痛、头晕等症状难以缓解。(4)脑膜-脑瘢痕形成致癫痫发作患者需同时切除致痫灶。(5)有严重精神心理负担且已影响正常工作和生活者。目前主张在无禁忌证的情况下,以术后约 6 个月时行颅骨修补术为宜<sup>[2]</sup>。因为颅骨损伤后 6 个月时患者神经功能逐渐恢复,此时行颅骨修补术可使局部脑血流量增加 15%~

30%。缺损早期施行手术,由于皮肤与脑组织之间肉芽组织尚未完全形成<sup>[4]</sup>,一旦遭到机械性破坏,易引起局部渗血;若缺损时间过长方施行手术,由于局部皮肤收缩紧张,勉强缝合影响切口愈合,甚至造成缺血、坏死。此外,对于原手术切口感染的患者须待伤口完全愈合 6~12 个月再行修补<sup>[5]</sup>。因此,凡颅内或术区无感染、减张窗压力不高、脑组织塌陷良好且神经功能恢复良好的患者均可于颅骨缺损约 6 个月时行修补术<sup>[6]</sup>,单纯颅骨凹陷骨折、颅骨良性肿瘤均可行 I 期修补术,而脑积水则需经脑室-腹腔分流术后<sup>[7]</sup>再行颅骨修补术。

颅骨修补材料种类繁多,如自体颅骨外板、肋骨和髂骨,亦曾使用过有机玻璃、硅橡胶等材料,由于存在诸多难以克服的缺点,已基本淘汰,而生物组织工程化骨用于修复大面积颅骨缺损尚有一定距离,目前以钛网为临床最常用材料<sup>[8]</sup>。自 1965 年钛合金被首次用于颅骨成形术以来,临床实践表明其为较理想的颅骨修补材料,生物相容性良好、理化性质稳定;耐腐蚀、无老化、不易变形;组织反应性小且生物孔大而致密,植入人体后利于液体引流和肉芽组织附着生长,皮瓣与钛网覆盖组织之间产生新的侧支循环使其与自身组织相融<sup>[9]</sup>。此外,钛网强度高、板材薄、质地轻、比重小、易于塑形,尤其对额眶部皮肤较薄、外观要求较高的部位,塑形效果理想,抗击打能力强;术中操作安全简便,配以专用钛钉固定牢靠;术前高温消毒简便易行;钛网不含铁原子,磁场内不磁化,故术后不影响正常 X 线、CT 或 MRI 等重要检查。传统钛网的缺点为:采用手工塑形,由于颅骨缺损区面积、形态、生理曲度等各不相同,术中需反复比对缺损区,通过目测进行手工塑形和裁剪,故精确度较低且与骨窗吻合度较差;裁剪后则破坏钛网之完整性,改变其力学性质,使强度和稳定性均降低,而且术中手工塑形易引起钛网边缘毛刺和上翘,处理不当尚可诱发一系列并发症;由于钛网与颅骨表面贴合度差使钛钉数目增加,增加手术创伤;一些特殊部位,特别是前额部、眶上缘和颞窝手工塑形难度较大、要求较高,颅骨成形后双侧对称性欠佳,满意度较差。

近年来,随着数字化塑形技术的进步,配合先进的影像学检查设备,上述不足均得到改善,为颅骨缺损患者的个体化治疗提供了支持。数字化塑形钛网实现了与缺损部位的精确结合,可制作各种符合人体不同部位要求的成形钛板,使生理解剖形

态上的一致性达到最大化,与缺损骨窗吻合度更佳,贴合更紧密,外形美观对称,术中无需再行手工裁剪,使手术操作难度和术后并发症降低<sup>[10]</sup>、节省耗材。钛网与缺损骨窗的吻合度较高,不存在毛刺和上翘现象,对周围组织损伤较小,同时受力均匀,减少钛钉数目,降低医疗费用。关于选择数字化二维或三维钛网进行颅骨修补,在很大程度上取决于缺损面积和缺损部位的要求:二维钛网硬度大,适合较大面积的颅骨缺损;三维钛网可以满足在固定时再次塑形,不受缺损位置的限制,适用于中等大小的颅骨缺损。一般认为,颅骨缺损面积为 4 cm × 4 cm ~ 12 cm × 12 cm 患者选择三维钛网,术中塑形容易且不受缺损位置的限制<sup>[11]</sup>;颅骨缺损面积为 12 cm × 12 cm 以上者,尽量选择二维钛网。我们的体会是:对于顶部或枕部受外力对抗机会相对较大的缺损部位,可选择二维钛网以提高强度,撞击后不易变形、安全可靠;而额部、眶上部或颞窝等生理曲度较大部位则以三维钛网为宜,可不受缺损部位的限制并与颅骨缺损部位形态匹配良好。

虽然,颅骨修补术操作相对简单,但其并发症处理十分棘手。临床常见并发症包括皮下积液、局部感染、术后出血、钛网外露、术后癫痫症状加重、颞肌萎缩、咬合不全和钛钉松动等。对于上述这些并发症的预防,应注意以下问题:(1)严格遵循无菌操作原则,围手术期合理应用预防性抗生素。(2)对于皮肤菲薄、血运较差的缺损部位,术中操作须小心分离皮瓣,若出现硬脑膜破损应积极修补并严格皮下止血。(3)术中分离皮瓣时应保证皮瓣血供充足,翻转皮瓣时背面垫无菌纱布以防止皮瓣静脉血栓形成。(4)额颞部是缺氧、缺血性损伤最为敏感的部位,术中应用电刀或电凝时产热,以及剥离皮瓣时硬脑膜损伤均可增加术后癫痫发作频率,故应避免术中过度操作以免引起术后癫痫发作。(5)术中须按原解剖层次植入钛网,对于涉及颞肌缺损术式,主张行颞肌下修补,本组 30 例涉及颞骨缺损患者均于颞肌下植入钛网,如此能够达到颅骨解剖修复,同时避免脑组织受压和双侧外观不对称。(6)积极悬吊硬脑膜,对颅骨缺损较大者可将中央硬脑膜或软组织悬吊于钛网网孔上,以消除硬脑膜与头皮之间的死腔,降低术后皮下积液和硬膜外血肿发生率,但操作时松紧要适度。(7)颞肌缝合固定在钛网上,起到重塑颞肌的作用,避免术后患侧肌肉萎缩、皮下组织塌陷,影响美观。(8)钛钉须固定牢靠,务必

使钛板边缘与颅骨紧密贴合,否则易引起钛板翘起、移位而致钛板外露。(9)缺损区塌陷严重者,术前应充分补液以促进脑组织复张,术中剥离、牵拉皮瓣时需轻柔,防止过度牵拉对脑血管和组织造成损伤,引起张力疝。(10)对于颅骨颞部缺损者,部分由于初次手术未缝合硬脑膜,故颞肌剥离困难,剥离过深易损伤脑组织、过浅可导致钛钉固定不牢靠。根据笔者经验,术中应先剥离皮瓣至远端,颞弓上方颞肌与硬脑膜之间有潜在间隙,于此骨窗边缘剥离颞肌,脑表面可保留部分薄层肌肉,既不会造成颞肌卡压,又不易引起硬脑膜损伤。

综上所述,数字化塑形钛网更具个性化、智能化、微创化等特点,可降低颅骨缺损手术风险和术后并发症,从而提高手术疗效,以及患者生理和心理满意度,其临床应用价值值得肯定。

#### 参 考 文 献

- [1] Zhang LJ. Clinical application and research progress of skull repair materials. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu Yu Lin Chuang Kang Fu*, 2008, 12:1939-1942. [张立杰. 颅骨修补材料的临床应用及研究现状. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12:1939-1942.]
- [2] Zhao X, Rizzo A, Malek B, Fakhry S, Watson J. Basilar skull fracture: a risk factor for transverse/sigmoid venous sinus obstruction. *J Neurotrauma*, 2008, 25:104-111.
- [3] Qian ZX, Sun W, Liu WD, Zhao H, Chen QL, Zhu JW, Zhao MZ, Ye SM, Gong L, Liu XY, Ding Y. CT perfusion evaluation of cerebral blood flow before and after cranioplasty. *Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2012, 9:107-109. [钱忠心, 孙伟, 刘卫东, 赵鸿, 陈前丽, 朱景伟, 赵明珠, 叶树铭, 龚良, 刘向阳, 丁勇. 颅骨修补前后脑血流变化的CT灌注评价. 临床神经外科杂志, 2012, 9:107-109.]
- [4] Hou XF, Zhang CY, Sun JY, Wang ZG, Shi RC, Zhang AL, Zhao LJ. The timing of skull repair in surgery and surgical techniques. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2011, 27:847-849. [侯晓峰, 张春阳, 孙建营, 王志刚, 石瑞成, 张安龙, 赵立军. 颅骨修补手术时机的选择与手术技巧. 中华神经外科杂志, 2011, 27:847-849.]
- [5] Wang ZC. *Wang Zhongcheng neurosurgery*. 2nd ed. Wuhan: Hubei Science and Technology Press, 2005: 488-490. [王忠诚. 王忠诚神经外科学. 2版. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2005: 488-490.]
- [6] Fu LJ, Zhou H, Cao HJ, Yang GP. The effect of skull repairing on cortical blood flow and cognitive functions. *Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2012, 9:374-375. [付隆君, 周华, 曹红军, 杨国平. 颅骨修补对皮层脑血流和认知功能的影响. 临床神经外科杂志, 2012, 9:374-375.]
- [7] Xiao K, Liu HX, Hu JS, Yao J. Titanium mesh skull repair and ventriculo-peritoneal shunt in the same period: 15 cases analysis. *Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2013, 10:244-245. [肖柯, 刘慧祥, 胡军盛, 姚键. 同期塑形钛网颅骨修补和脑室-腹腔分流术 15 例分析. 临床神经外科杂志, 2013, 10:244-245.]
- [8] Nakayama B, Hasegawa Y, Hyodo I, Ogawa T, Fujimoto Y, Kitano H, Torii S. Reconstruction using a three-dimensional orbitozygomatic skeletal model of titanium mesh plate and soft-tissue free flap transfer following total maxillectomy. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 114:631-639.
- [9] Taub PJ, Rudkin GH, Clearihue WJ 3rd, Miller TA. Prefabricated alloplastic implants for cranial defects. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 111:1233-1240.
- [10] Yang L, Huang B, Liu KS, Feng Y, Wang Y, Li B. The application and clinical analysis of moldable titanium mesh in skull repair. *Zhongguo Xian Dai Yi Sheng*, 2009, 47:134-135. [杨磊, 黄斌, 刘开生, 冯屹, 汪洋, 李斌. 可塑形钛网在颅骨修补中的应用及临床分析. 中国现代医生, 2009, 47:134-135.]
- [11] Duan ZB, Li HF, Cui J. Surgical repair of skull in using computer-aided designated titanium mesh (with 53 cases report). *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2013, 29:1033-1034. [段志斌, 李海峰, 崔杰. 颅骨修补术中应用数字化塑形钛网的体会(附 53 例报告). 中华神经外科杂志, 2013, 29:1033-1034.]

(收稿日期:2014-12-01)

## 12th Annual ENETS Conference for the Diagnosis and Treatment of Neuroendocrine Tumor Disease

Time: March 11-13, 2015

Venue: Barcelona, Spain

Website: [www.enets.org](http://www.enets.org)

Neuroendocrine tumors (NETs) present numerous complex clinical problems and thereby significantly contribute to morbidity and health costs in all European countries. Europe Neuroendocrine Tumor Society (ENETS) focuses on these issues: improving the diagnosis and therapy of patients with neuroendocrine tumors in an international, interdisciplinary and scientific context; the coordination of research at European hospitals and health research institutes, with emphasis on basic and clinical research for the diagnosis and treatment of NETs; the education and training of physicians and scientists via annual scientific and educational meetings; communicating with and informing patients and patient self-help groups; cooperating with the pharmaceutical industry for the development of new diagnostic, therapeutic and information technologies; the updating of treatment and standards of care guidelines which are to be made public through conferences and the ENETS website; establishment of a European database of gastroenteropancreatic neuroendocrine tumors.