

The Research Progress of Neurological Function Recovery Mechanism after Cranioplasty

Xingjun Liu, Huiquan Liu, Zixiang Chen*

Tianjin Haihe Hospital, Tianjin

Email: *chenzixiang@hottail.com, liuxingjun246810@126.com

Received: Dec. 24th, 2012; revised: Dec. 27th, 2012; accepted: Mar. 19th, 2013

Copyright © 2013 Xingjun Liu et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Objective: To evaluate the cranioplasty in patients with skull defects for recovery of neurological function. **Method:** We investigate the change of intracranial pressure, cerebral blood flow, EEG physiological from preoperative and postoperative respectively, and possible mechanisms of cranioplasty on neurological recovery. **Result:** The earlier cranioplasty is beneficial to the patient. **Conclusion:** Cranioplasty can improve neurological function.

Keywords: Skull Defects; Cranioplasty; Repair Neurological Function

颅骨修补术后神经功能恢复机制的研究进展

柳兴军, 刘慧权, 陈子祥*

天津市海河医院, 天津

Email: *chenzixiang@hottail.com, liuxingjun246810@126.com

收稿日期: 2012年12月24日; 修回日期: 2012年12月27日; 录用日期: 2013年3月19日

摘要: 目的: 评价颅骨修补术对颅骨缺损病人的神经功能恢复的影响。**方法:** 对颅骨修补术前和术后颅内压、脑血流、脑电生理的改变作一综述, 探讨颅骨修补术对神经功能恢复的可能机制。**结果:** 早期施行颅骨修补术对患者有利。**结论:** 颅骨修补术可以改善神经功能。

关键词: 颅骨缺损; 颅骨修补; 神经功能修复

1. 引言

自1905年Cushing首先提出去骨瓣减压术以来, 其一直是神经外科急重症患者特别是各种原因所致脑疝患者的有效抢救措施。待病情恢复后, 绝大多数病人都要行颅骨修补术, 该手术最原始动机是美容与对脑组织的机械保护。在临床实践中, 人们注意到许多病人在颅骨修补术后神经功能恢复有明显改善^[1,2], 但目前对这方面的深层次研究不多。1968年Langfitt提出脑脊液动力学理论, 1977年Yamaura根

*通讯作者。

据去骨瓣后皮瓣下沉的现象提出大气压理论, 但这些都对颅骨修补术后神经功能的恢复作更深的解释。近几年来, 更多文献^[3,4]提出: 颅骨修补术后脑血管储备功能的改善对脑功能的恢复有着积极的意义。本文对颅骨修补术后颅内压、脑血流、脑电生理的改变作一综述, 来评价颅骨修补术对促进神经功能恢复的理论依据。

2. 颅骨缺损后颅骨修补对颅内压病生理改变

重型颅脑损伤患者术后由于颅骨缺损, 颅腔失去

了密闭性，颅腔容积相对扩大可使颅内压缓解到可达到的生理范围内，但颅骨缺损后由于大气压作用及站立位时的重力引力作用，尤其是去骨瓣减压侧脑脊液循环动力学紊乱和脑血流灌注压下降，导致大脑代谢紊乱造成潜在的脑组织功能损害。大面积颅骨缺损不仅改变了颅腔内正常压力和颅内血液及脑脊液循环，而且打破了颅腔内原有的生理平衡，导致颅腔内容物处于可变状态，容易造成脑组织变形、移位，脑室扩大，脑实质内的水份流向紊乱，影响脑脊液的产生、吸收及循环，从而形成脑积水、脑膨出等并发症。颅骨缺损使脑组织下移凹陷，颅内压下降，随着站立行走是，颅内压进一步降低，骨窗局部凹陷明显。但患者平卧时，局部颅腔膨隆，随着头部体位改变，不但使缺损部位的头皮处于向内塌陷 - 向外膨出的不稳定状态，严重者可使脑组织嵌顿。而硬脑膜与皮瓣、脑皮质间的瘢痕对颅腔内容物的直接压迫和大气压力均可使局部颅内压增高，造成神经功能损害。Stula^[5]连续观测颅骨修补手术前后颅内压 4 天，发现 12 例患者中 6 例术前有颅内压升高，且均有神经功能障碍。颅骨修补术后，颅内压恢复正常，神经功能也得到改善，提示大脑皮层与硬脑膜和头皮之间所形成的瘢痕组织对缺损部位的颅内容物所产生直接压力是神经功能障碍的主要原因之一。另外去骨瓣减压后，硬脑膜与皮瓣、大脑皮层之间的瘢痕组织及硬脑膜与骨缘之间粘连，会引起脑组织牵拉、扭曲和压迫，导致以下情况：1) 脑皮层血供和静脉引流受到干扰，影响脑血流动力学；2) 瘢痕组织、硬脑膜、骨缘、头皮和大气压对颅腔内容物的直接压力效应；3) 脑组织移位导致脑脊液循环障碍，从而导致正常颅内压及脑生理功能的调节失衡。而减压区越靠近矢状窦区，受损越明显，可能与矢状窦静脉回流和矢状窦旁蛛网膜颗粒对脑脊液吸收障碍有关。

3. 颅骨缺损后颅骨修补对脑血流动力学改变

颅骨缺损后，脑血管功能代偿下降、脑脊液及颅内压生理调节功能失灵，均会导致脑部微循环缺血、缺氧，以致影响脑组织与血液之间的物质交换和新陈代谢。而随着脑血流和脑代谢的不断下降，不但会引起脑细胞水肿，使血管通透性增大，而且会诱发氧化应激、免疫抑制、细胞凋亡等机制，致使脑细胞功能

失代偿，引起神经元的损害，造成减压区出现脑软化灶和部分患者术后进展性神经功能缺陷。Bernhard 等^[6]应用 PET-CT 技术对去骨瓣减压后的老鼠进行脑血流、脑氧代谢及脑糖代谢监测，发现在去骨瓣 2 h、20 h、28 h 后，脑血流速度降低，而脑氧代谢及脑糖代谢也有不同程度的降低，指出在颅骨开放的情况下，颅腔内的生理状态产生明显变化，而不只是颅内压变化。Winkler 等^[7,8]分别对颅骨缺损患者进行了脑脊液动力学、脑血管储备能力及脑葡萄糖代谢方面的研究，发现骨缺损区皮瓣松弛的患者，脑脊液动力学都有不同程度的紊乱，脑血管储备能力下降，脑葡萄糖代谢减少，进一步支持了颅骨缺损后脑功能代谢是一种病理过程。夏家林等^[9]报道颅骨修补手术前、后脑血流动力学参数变化，手术前患侧血流速度与健侧相比明显降低，脑血流量也明显减少，且这种脑血流动力学参数变化在颅骨缺损的早期；而手术后患侧血流速度接近健侧。Suzuki 等^[10]利用 CT 研究颅骨修补病人脑血流情况，发现修补后双侧脑血流的增加对神经功能的恢复起到重要作用。Yoshida 等^[11]应用放射性核素 CT 和核磁共振谱研究颅骨修补的脑血流及脑代谢变化情况，认为脑血流量的增加，有效降低了神经功能缺陷。Winkler 等^[12]也证实，颅骨修补后可纠正脑血流动力学参数的紊乱，促进脑血流储备能力的恢复，脑葡萄糖代谢增加，病人的神经症状可完全消失或部分改善。脑血流速度的改善为何能促进神经功能的恢复呢？颅骨修补术后，使受到扭曲的脑静脉得到纠正，静脉回流加快，脑脊液循环速度增加，脑血流量的调节功能得到恢复。同时手术也可松解硬脑膜与皮瓣及骨窗边缘的粘连，直接解除其对脑表面血管的牵拉、扭曲和压迫。而脑血流的改善及其调节功能的加强，导致脑微循环缺血、缺氧及脑组织与血液之间的物质交换和新陈代谢的状况得到改善，使脑葡萄糖代谢加强，避免神经元的进一步损害。2004 年，Kuo 等^[13]对 13 例患者颅骨修补术，术后不但患者 GCS、巴塞尔指数及上肢肌力得到明显提高，而且应用 TCD 监测其脑血流量也有可喜的进步，进一步支持了脑血流动力学的改善能促进脑功能恢复这一理论。

4. 颅骨修补术后脑电生理的改善

脑组织的正常血流量应维持在 50 ml/100 g/min 以

上,有时脑血流虽已下降但尚未出现神经系统的机能障碍时,称为脑低灌注状态。当脑缺血低于某一程度(低于缺血阈值)时才会出现脑功能的障碍。长期的颅骨缺损,使脑血流动力学及颅内压生理调节失灵,导致脑组织的微循环障碍,是引起脑细胞损伤的重要原因。由于缺血、缺氧对脑细胞能量供给不足,细胞水肿,使血管通透性增高,脑血管损害,随之脑血流和脑代谢不断下降,脑细胞功能失代偿,从而引起脑电生理的改变,脑电图出现异常,增加了癫痫的发病率。国内林鸿彬^[14]研究癫痫患者的脑电图与脑血流的关系时,发现脑供血明显减少、重搏波减弱,脑电图均出现不同程度的异常。而 Bijlenga 等^[15]发现去骨瓣减压 4~6 周以后,患者会出现思维迟钝、语言迟缓、肢体运动乏力等症状,脑电图检查也没有出现癫痫波。其原因之一可能是颅骨缺损后患侧出现脑血流速度下降,但脑神经细胞活动的改变不如脑血流变化敏感,因此需要长期监测脑电图情况。韩光玲等^[16]分析了 34 例外伤性颅骨缺损患者的脑电地形图与临床的关系,得出以下结论:1) 脑电地形图能客观地反应颅骨缺损患者的脑电活动。2) 定位准确,其特点为缺损区局部慢波功率明显增高,波及波功率也相应增高,波分布异常。3) 颅骨缺损患者的临床症状与脑电地形图改变有明显平行关系,因此,可作为判断患者预后的客观指标。4) 颅骨修补术对颅骨缺损患者的脑细胞功能恢复有肯定作用。因此,颅骨修补术不但改善了脑血管功能状态,而且脑神经细胞活动也得到明显改善和恢复。另外去骨瓣减压手术后,由于头皮、硬脑膜与皮瓣皮层之间的瘢痕组织对脑表层的直接压迫刺激作用,以及脑表面原有的不同程度的损伤常易引发脑部异常放电,通常发生于术后 3 个月左右。因此,进行早期颅骨修补术可恢复颅腔容积的稳定性,阻断外界环境变化对脑的直接压迫,解除瘢痕粘连,既可减少癫痫发作,又可避免神经功能受损。

5. 颅骨修补术对神经功能恢复目的和机制

颅脑损伤后脑组织处于一种易损状态,形态和功能完整的神经元对缺血缺氧和代谢紊乱的耐受程度比未损伤神经元低数倍,处于极易死亡状态,而颅脑损伤后颅骨缺损区域脑组织也处于易损状态。随着修补时间延迟,可能导致缺损区域的脑组织逐渐变成不

可逆损害。Liang 等^[17]对 23 例颅骨修补术后患者进行临床研究,发现早期颅骨修补可改善患者的临床症状及神经功能损害表现,改善预后情况。陈国昌等^[18]研究发现,早期施行颅骨修补术,不但改善了颅内压、脑血流及脑电生理的调节功能,避免了神经元细胞不可逆损害,提高了患者的生活质量。颅骨修补术后神经功能恢复的机制:颅骨缺损局部脑组织血液动力学的恢复可能是神经功能恢复的主要机制之一。颅骨修补可使局部脑血流量增加 15%~30%。颅骨修补术后可以松解硬脑膜与皮瓣及骨窗边缘的粘连,解除其对脑表面血管的牵拉、扭曲和压迫,从而改善局部脑血流动力学,促进松解功能恢复。另外降低缺损部位的颅内压可能是修补术后神经功能恢复的另一机制。还有,颅骨缺损患者是颅脑损伤人群中的一组特殊群体,常常出现不同程度的功能障碍,其心理负担、精神压力较重,尤其惧怕受损部位再次受打击和震动,抑郁、焦虑、恐惧因素要明显高于外伤后非颅骨缺损的患者。因此,尽早恢复颅腔的完整性对促进神经功能进一步恢复具有重要的意义。刘明铎^[19]等研究认为伤后早期颅骨修补时间应在 3 个月以内为好,时间愈早神经功能恢复愈明显。晚期颅骨修补主要加强局部的保护作用,对自觉症状只能获得有限的改善,而不能解决器质性后遗症。

综上所述,颅骨缺损后的颅内压、脑血流及脑电生理的代偿处于病理状态之中,三者相互联系,这些改变会对神经功能造成继发性乃至不可逆的损害;而颅骨修补术后,随着颅腔物理性能的改善、颅内压的变化和脑血流动力学特性的改善,对于脑功能的恢复均是有益的。我们认为颅骨修补手术应在损伤后 3 个月左右进行。虽然颅骨修补术改善神经功能的机制尚存在争议,但对于有些患者,颅骨修补确实能改善神经功能。所以,颅骨修补术的目的不能局限于整容和保护脑组织,对于某些病例而言,改善神经功能也是颅骨修补术的主要目的之一。

参考文献 (References)

- [1] W. D. See, Y. D. Kim, D. Y. Hong, et al. Neurological improvement after cranioplasty in patients with surgical bony defect: The usefulness of actazolamide activated Tc-HMPAO spect. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 2006, 40(6): 434-440.
- [2] E. Sancisi, A. Battistini, C. Di Stefano, et al. Late recovery from post-traumatic vegetative state. *Brain Injury*, 2009, 23(2): 163-

- 166.
- [3] C. Agner, M. Dujovny, M. Gaviria, et al. Neurocognitive assessment before and after cranioplasty. *Acta Neurochirurgica*, 2002, 144(10): 1033-1040.
- [4] E. Erdogan, B. Uuz, M. Kocaoglu, et al. The effect of cranioplasty on cerebral hemodynamics: Evaluation with transcranial dopple sonography. *Neurology India*, 2003, 51(4): 479-481.
- [5] D. Stula. Intracranial pressure measurement in large skull defects. *Neurochirurgia*, 2006, 28(4): 164-169.
- [6] S. Bernhard, G. Rudolf, S. Yasuhiro, et al. Hemodynamic and metabolic effects of decompressive hemicraniectomy in normal brain: An experimental PET-study in cats. *Brain Research*, 2008, 982(1): 31-37.
- [7] P. A. Winkler, W. Stummer, R. Linke, et al. The influence of cranioplasty on postural blood flow regulation, cerebrovascular reserve capacity, and cerebral glucose metabolism. *Journal of Neurosurgery*, 2000, 93(1): 53-61.
- [8] H. Fodstad, J. A. Love, J. Ekstedt, et al. Effect of cranioplasty on cerebrospinal fluid hydrodynamic in patients with the syndrome of the trephined. *Acta Neurochirurgica*, 2004, 70(12): 21-30.
- [9] 夏家林, 王永胜, 李书清等. 早期颅骨修补对脑血流动力学参数的影响[J]. *齐鲁医学杂志*, 2010, 25: 514-515.
- [10] N. Suzuki, M. Furuse and T. Iwabuchi. Neurological improvement after cranioplasty. Analysis by dynamic CT scan. *Acta Neurochirurgica*, 1003, 122(1-2): 49-53.
- [11] K. Yoshida, M. Furuse, A. Izawa, et al. Dynamics of cerebral blood flow and metabolism in patients with cranioplasty as evaluated by $^{133}\text{XeCT}$ and ^{31}p magnetic regution, cerebrovas spectroscopy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2006, 61: 166-171.
- [12] P. A. Winkler, W. Stummer, R. Linke, et al. Influence of cranioplasty on postural blood flow regulation, cerebrovascular reserve capacity, and glucose metabolism. *Journal of Neurosurgery*, 2000, 93(1): 53-61.
- [13] J. B. Kuo, C. C. Wang, C. C. Chio, et al. Neurological improvement after cranioplasty—Analysis by transcranial Doppler ultra sonography. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2004, 11(5): 486-489.
- [14] 林鸿彬. 癫痫患者的脑电图与脑血流图分析[J]. *中国热带医学*, 2006, 6(8): 1447.
- [15] P. Bijlenga, D. Zumofen, H. Yilmaz, et al. Orthostatic mesointer hemispheric approach to craniopharyngioma resection with or without division of the anterior communicating after. *Journal of Neurosurgery*, 2006, 84: 951-956.
- [16] 韩光玲, 钱民贵, 徐国政等. 外伤性颅骨缺损的脑电地形图与临床[J]. *广东医学*, 1994, 8(3): 251-253.
- [17] L. Wen, X. F. Yang, W. G. Luo, et al. Cranioplasty of large cranial defect at an early stage decompressive craniectomy performed for sevre head trauma. *Journal of Craniofacial Surgery*, 2007, 18(3): 526-532.
- [18] 陈昌国等. 颅骨修补术后神经功能恢复机制的研究进展[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2009, 12(14): 765-767.
- [19] 刘明铎, 刘承基, 朱诚等. *实用颅脑损伤学*[M]. 北京: 人民军医出版社, 1994: 437-438.