

颅骨修补术后皮下积液的危险因素和预防

齐昊一¹, 李嗣煜², 王 博^{1*}

¹河南中医药大学第五临床医学院(郑州人民医院)神经外科, 河南 郑州

²郑州大学附属郑州中心医院感染预防控制科, 河南 郑州

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

本研究旨在通过开展回顾性队列研究, 识别可预测颅骨成形术后并发症的因素。采用Logistic回归分析进行识别, 明确颅骨成形术相关并发症的危险因素。在纳入的77例患者中, 统计皮下引流管拔除后1周内是否出现皮下积液。结果显示颅骨缺损因为自发性疾病、修补时间间隔、PEEK材料占比、术前骨窗凹陷、术中硬膜破损均术后更易产生皮下积液。单因素Logistic回归分析显示原发病、骨窗凹陷、修补材料、术中硬膜破损是产生皮下积液的相关危险因素。多因素Logistic回归分析显示PEEK材料, 术中硬膜破损为术后发生皮下积液的独立危险因素。对于术前骨窗塌陷程度, 术中硬膜破损及修复方式对皮下积液的影响需进一步的前瞻性研究。

关键词

并发症, 颅骨缺损, 颅骨成形术, 聚醚醚酮材料, 皮下积液

Risk Factors and Prevention of Subcutaneous Fluid Collection after Cranioplasty

Haoyi Qi¹, Siyu Li², Bo Wang^{1*}

¹Departments of Neurosurgery, The Fifth Clinical Medical College of Henan University of Chinese Medicine (Zhengzhou People's Hospital), Zhengzhou Henan

²Infection Prevention and Control Department, Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou Henan

Received: December 13, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 19, 2026

*通讯作者。

文章引用: 齐昊一, 李嗣煜, 王博. 颅骨修补术后皮下积液的危险因素和预防[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1690-1694. DOI: 10.12677/acm.2026.161215

Abstract

This study aims to identify factors that predict complications after cranioplasty through a retrospective cohort study. Logistic regression analysis was employed to identify and clarify the risk factors for cranioplasty-related complications. Among the 77 patients included, it was recorded whether subcutaneous fluid collection occurred within one week after the removal of the subcutaneous drainage tube. The results showed that spontaneous disease, interval time, proportion of PEEK material, preoperative bone window depression, and intraoperative dural tear were all more likely to cause subcutaneous fluid collection postoperatively. Univariate logistic regression analysis revealed that primary disease, bone window depression, repair material, and intraoperative dural tear were associated risk factors for subcutaneous fluid collection. Multivariate logistic regression analysis indicated that PEEK material and intraoperative dural tear were independent risk factors for postoperative subcutaneous fluid collection. Further RCT research is needed to investigate the impact of preoperative bone window collapse, intraoperative dural tear, and repair methods on subcutaneous fluid collection.

Keywords

Complications, Cranial Defect, Cranioplasty, Polyetheretherketone Material, Subcutaneous Fluid Collection

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脑出血和脑外伤可导致严重的脑水肿，导致恶性颅内高压，这是神经功能恶化的主要原因。去骨瓣减压术是一项重要的外科手术，旨在减轻颅内压并保留脑功能。一旦颅内压稳定，通常需要进行颅骨成形术来恢复颅骨完整性、改善脑保护、增强美观效果以及促进神经功能恢复。随着材料科学和神经外科技术的进步，聚醚醚酮(PEEK)材料因其良好的生物相容性、机械强度和最佳的成像性能而被广泛应用于颅骨成形术中。尽管被认为是一种相对简单的神经外科手术，但颅骨成形术存在并发症的风险，例如出血、癫痫、感染以及硬膜外或皮下积液。在严重的情况下，这些并发症可能导致严重的残疾或死亡。尽管出血和感染等并发症已得到广泛研究，但颅骨成形术后皮下积液的研究仍然有限。临床观察表明，部分患者在使用 PEEK 材料颅骨修补术后出现皮下积液，对手术结果和术后恢复不利。这种并发症不仅延长了住院时间，而且还增加了因反复抽吸而导致感染的风险。在严重的情况下需要二次手术干预，甚至导致颅骨成形术失败。因此，全面调查皮下积液的根本原因对于制定预防策略、提高手术成功率和优化患者治疗效果至关重要。本研究的目的是评估与皮下积液相关的危险因素，并评估改进的手术技术在最大程度地减少其发生方面的功效，从而为其预防和管理提供临床指导。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

对 2020 年 1 月至 2024 年 12 月郑州人民医院神经外科接受颅骨修补术的 77 例患者的病历进行回顾性分析。病历资料均已获得患者知情同意。其中 36 例(46.75%)患者接受 PEEK 手术，41 例(53.25%)患者

接受钛网手术。男性 57 例，女性 20 例。

纳入标准：(1) 2020 年 1 月至 2024 年 12 月在我中心成功接受 PEEK 以及钛网单侧颅骨修补术的患者，年龄、性别不限。(2) 随访时间至少 1 年。排除标准：(1) 术后失访患者。(2) 同时行双侧颅骨修补患者。(3) 在其他医院进行颅骨缺损修复，因并发症取出修复材料后在我院二次手术治疗的。根据患者的原发病对患者进行分类，包括颅脑损伤，脑出血及脑梗死、动脉瘤、动静脉畸形、肿瘤性疾病和静脉窦血栓等其他疾病。将资料分为两大类：外伤性疾病及自发性疾病。各类颅脑损伤归为外伤性疾病，其他均归为自发性疾病。

2.2. 手术方式及围术期管理

患者平卧位，全身麻醉，颅骨缺损侧肩膀垫高，头偏向对侧，以去骨瓣减压术原切口为手术切口，切开头皮，沿骨窗分离至颞肌下/硬膜外间隙，游离皮瓣，显露硬脑膜，避免开放硬脑膜，若硬脑膜开放即进行严密缝合 + 自体筋膜组织瓣修补，硬脑膜下注射生理盐水行水密性检查满意后，再予猪源纤维蛋白粘合剂封闭漏口，充分显露骨窗周围骨缘，钛螺钉将塑形好的钛网或 PEEK 板固定于颅骨缺损处，4-0 尼龙线多点将硬脑膜悬吊在修补材料上。皮瓣复位：自颞底向顶部每隔一段距离使用 3-0 抗菌微桥线将颞肌，帽状腱膜缝合并固定到移植材料上。术后持续负压引流管，72 小时后拔除引流管。头部包扎方案：将自粘弹性绷带绑在头部，1 周后除去。术后一旦诊断出皮下积液，首先采取术区消毒，重新覆盖纱布并加压包扎。观察 3~5 天，复查颅脑 CT，如积液持续存在则进行抽吸后加压包扎。抽吸方式：进行局部头皮消毒，然后用 5 ml 注射器抽吸，直到皮下波动感明显消失。抽吸完成后用自粘弹力绷带包扎头皮瓣。抽吸液体送细菌培养，如果抽吸液体中含有脓性分泌物，则常规送检查以确定感染的可能性，并根据结果制定相应的治疗方案。

2.3. 临床效果评估

记录术后 7 天内皮下积液发生率。皮下积液诊断标准包括以下内容：(1) 颅骨成形术后，头皮下方存在明显的波动感；(2) 术后影像检查提示头皮和植入物之间低密度液体积聚；(3) 术后影像检查提示植入物和硬脑膜之间低密度液体积聚。出现至少 2 项以上指标可确诊术后皮下积液。主要评估内容：包括初步评估、病历首页、日常病程记录、手术记录、实验室和影像报告以及临床随访记录的评估。收集的数据包括年龄，性别，原发病种类，与首次手术的时间间隔，术前骨窗是否塌陷，修补材料，术中硬膜是否破损。

2.4. 统计分析方法

采用 SPSS20.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示，采用 χ^2 检验。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 检验或 Shapiro-Wilk 检验，符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，采用两独立样本的 t 检验。颅骨修补术后发生皮下积液的影响因素筛查采用单因素和多因素逐步法 Logistic 回归分析($\alpha_{入} = 0.05$, $\alpha_{出} = 0.10$)。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

本组 77 例患者中 36 例(46.75%)采用 PEEK 材料修补手术，41 例(53.25%)采用钛网材料修补手术。颅骨缺损原因为外伤性疾病 44 例(57.14%)，自发性疾病 33 例(42.86%)。与原发病首次手术间隔时间： 148.31 ± 93.53 (天)。修补术前骨窗凹陷 43 例(55.84%)，骨窗无凹陷 34 例(44.16%)。术中硬膜破损 16 例(20.78%)，无破损 61 例(79.22%)。根据皮下引流管拔除后 1 周内是否出现皮下积分为皮下积液组和无皮下积液组。皮下积液组中颅骨缺损原因为自发性疾病($P = 0.015$)、修补时间间隔($P = 0.015$)、PEEK 材料

占比($P=0.029$)、术前骨窗凹陷($P=0.019$)、术中硬膜破损($P=0.001$)均高于无皮下积液组。其余组间资料差异无统计学意义。

单因素 Logistic 回归分析：原发病、骨窗凹陷、修补材料、术中硬膜破损是产生皮下积液的相关危险因素($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析：PEEK 材料($OR=11.104$, $P=0.037$, $CI=1.160\sim106.253$)、术中硬膜破损($OR=116.585$, $P=0.000$, $CI=10.822\sim1255.923$)是术后发生皮下积液的独立危险因素。

4. 讨论

颅骨成形术是在去骨瓣减压术后恢复期进行的一种恢复性外科手术。随着患者病情稳定,局部张力降低,颅骨缺损的减压作用减弱。需要手术干预来恢复颅腔的完整性,从而促进进一步的神经功能恢复。去骨瓣减压术导致局部颅骨支撑丧失,导致颅内压失衡和脑脊液循环紊乱。凹陷的头皮会对脑组织施加局部压力,从而损害局部血液循环。缺乏颅骨保护会使脑组织因脑搏动而通过缺损突出,从而导致新的神经损伤。除了原发病导致的神经功能缺陷外,还可能会出现头痛、头晕、局部压痛、焦虑和心理障碍。颅骨修补术是一种安全的手术,手术方法简单,手术风险相对较低。然而,与自体骨移植不同,大多数颅骨成形材料是外来植入物,与其他神经外科手术相比,这增加了复杂性和并发症的发生率。常见的术后并发症包括感染、出血、癫痫、皮下积液和硬膜外积液。文献中很少记录颅骨成形术后皮下积液的发生,大多数研究集中在硬膜外积液。现有证据表明,硬膜外积液可能是由于帽状腱膜下积液通过植入物的孔洞迁移到硬膜外腔所致,因此将其统称为皮下积液。在本研究中,PEEK 材料颅骨修补后皮下积液的发生率为(36.12%)。明显高于钛网颅骨修补患者(14.63%)。PEEK 被确定为皮下积液的独立危险因素。颅骨修补的时间与皮下积液发生率之间有显著相关性。然而与立即颅骨成形术相比,延迟颅骨成形术相关并发症的风险增加,可能是由于硬脑膜和皮下组织之间形成粘连,从而使组织解剖变得复杂[1]。大多数皮下积液发生在 PEEK 颅骨成形术后第一周内[2]。接受 PEEK 材料颅骨成形术的患者术后第一周内出现皮下积液和脑中线移位的可能性较高[3]。然而,皮下积液的潜在机制仍不清楚。影响因素主要分为 3 类:患者相关因素(如性别、年龄、损伤原因、缺损部位、颅骨修补术持续时间和缺损大小)、手术相关因素(如经验、手术方式和术中条件)以及围手术期和医疗因素(如术后护理、材料选择和引流持续时间)。病例报告表明,皮下积液可能与 PEEK 材料引起的迟发型超敏反应有关[4]。先前的研究报告称,颅骨成形术后硬膜外积液主要与硬膜外死腔、伤口部位的炎症渗出物以及其他刺激因素(如血流)有关[4]。

术中硬脑膜破损导致皮下积液的发生也是独立危险因素。尽管术中采取措施严密缝合,但颅内压的波动可能导致脑脊液通过硬脑膜缺损漏出,穿过植入物的孔隙并积聚在头皮下方。通过改良的手术方式将硬脑膜悬挂在植入物上并将皮下组织缝合至植入物,头皮与植入物之间以及硬脑膜与植入物之间的潜在空间被消除。这有利于肉芽组织从头皮通过植入物的孔向内生长,粘附到硬脑膜上,从而促进解剖愈合和修复材料的封装。术后皮下留置负压系统并在 72 小时后拔除,继续使用自粘弹力绷带加压包扎一周。这种措施在术后早期阶段有效。此外,重复的抽吸手术存在感染的风险,如果发生感染,可能需要移除植入物,导致手术失败。恢复硬脑膜完整性对于最大限度地减少脑脊液渗漏到硬膜外腔至关重要,未愈合的硬膜外腔也是促进硬膜外皮下液体收集发展的潜在机制[5]。这些发现表明,在手术过程中改进硬脑膜缺损修复技术并确保硬脑膜和植入物之间有足够的悬浮可能更有效地减少皮下积液的发生率。此外,术后持续负压引流和早期加压包扎进一步缩小了头皮和植入物之间的潜在腔隙,最大限度地减少帽状腱膜下死腔是防止皮下积液的安全有效的方法。

5. 结论

皮下积液是颅骨修补术后常见的并发症,PEEK 材料、术中硬膜破损可能为导致皮下积液发生的独立

危险因素。然而 PEEK 材料导致皮下积液的潜在生物学机制尚不明确,本研究为回顾性研究,样本量偏小,可能影响颅骨修补术后皮下积液的临床因素纳入不全面,如患者营养状况,术前合并脑积水、手术时间、术中出血量、术后脑积水等,需要在今后的研究中进一步补充。建立危险因素与皮下积液发生率之间的因果关系需要通过前瞻性随机临床试验进行进一步研究。

声 明

本研究获得郑州人民医院伦理委员会批准(伦理号: QX2025-001),患者均签署知情同意书。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Jonkerhout, J., van de Vijfeijken, S.E., Nout, E., *et al.* (2016) Outcome in Patient-Specific PEEK Cranioplasty: A Two-Center Cohort Study of 40 Implants. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, **44**, 1266-1272. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.07.005>
- [2] Yao, S., Zhang, Q., Mai, Y., *et al.* (2022) Outcome and Risk Factors of Complications after Cranioplasty with Polyetheretherketone and Titanium Mesh: A Single-Center Retrospective Study. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article ID: 926436. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.926436>
- [3] Ji, T., Yao, P., Zeng, Y., *et al.* (2022) Subgaleal Effusion and Brain Midline Shift after Cranioplasty: A Retrospective Study Between Polyetheretherketone Cranioplasty and Titanium Cranioplasty after Decompressive Craniectomy. *Frontiers in Neurology*, **9**, Article ID: 923987. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.923987>
- [4] Sioutas, G.S., Napole, A., Budihal, B., Davis, P., Patel, S., Shekhtman, O., *et al.* (2025) Optimal Timing for Early Cranioplasty Following Craniectomy: A Propensity-Matched National Database Study of 3241 Patients. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **255**, Article ID: 108989. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2025.108989>
- [5] Wang, J., Wang, Y., Sun, W., Chen, S. and Zhou, J. (2025) Risk Factors and Prevention of Subcutaneous Fluid Collection after Polyetheretherketone Cranioplasty: A Retrospective Study. *Journal of Craniofacial Surgery*. <https://doi.org/10.1097/scs.00000000000011645>