

Технология создания краниоимпланта: от реального кейса до модели

© Ахметгалиева Эльвира Ризилевна, Лисаневич*+ Мария Сергеевна,
Мусин Ильдар Наилевич

Кафедра медицинской инженерии. Казанский национальный исследовательский технологический университет. ул. К. Маркса, 68. г. Казань, 420015. Республика Татарстан. Россия.

Тел.: +7 917 225 9696. E-mail: lisanevichms@gmail.com

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: 3D-печать, предоперационное планирование, краниоимплант.

Аннотация

В статье представлен метод проектирования персонализированного краниоимпланта на основе трёхмерной реконструкции анатомии черепа пациента с использованием цифровых технологий. Традиционные методы визуализации, такие как рентгенография или 2D-КТ, не обеспечивают достаточной информации для точного планирования имплантации, в то время как современные 3D-методы (компьютерная и магнитно-резонансная томография) позволяют получить полную пространственную модель дефекта. В работе описан поэтапный алгоритм создания импланта с применением метода симметричной реконструкции («отзеркаливания»), при котором здоровая сторона черепа служит анатомическим шаблоном для воссоздания повреждённого участка. В качестве исходных данных использована КТ-модель черепа пациента (мужчина, 34 года) с дефектом левой теменно-височной области. Обработка данных выполнена с помощью программного обеспечения Inobitec DICOM Viewer, Blender и Meshmixer. Описаны ключевые этапы: сегментация, ориентация модели, отзеркаливание, булевы операции, постобработка полигональной сетки, коррекция толщины и формирование анатомически адекватных краёв импланта. Особое внимание уделено клинической значимости точного соответствия импланта морфологии дефекта – как с точки зрения механической защиты головного мозга, так и эстетико-психологического благополучия пациента. Предложенный подход демонстрирует высокую воспроизводимость, доступность и применимость в условиях современных клиник, сочетающих цифровое планирование и аддитивные технологии. Результаты подтверждают эффективность интеграции биомедицинской инженерии в нейрохирургическую практику для повышения качества персонализированного лечения.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Ахметгалиева Э.Р., Лисаневич М.С., Мусин И.Н. Технология создания краниоимпланта: от реального кейса до модели. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.85. №1. С.105-109. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Ахметгалиева Э.Р., Лисаневич М.С., Мусин И.Н. Технология создания краниоимпланта: от реального кейса до модели. *Бутлеровские сообщения* С. 2026. Т.12. №1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105/ROI-jbc-RC/26-12-1-6

The output for citing the English online version of the article:

Elvira R. Akhmetgalieva, Maria S. Lisanevich, Ildar N. Musin. Technology for creating a cranial implant: from a real case to a model. *Butlerov Communications* С. 2026. Vol.12. No.1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105/ROI-jbc-C/26-12-1-6

Литература

- [1] V.P. Bogu, Y.R. Kumar, K.A. Kumar. 3D printed, customized cranial implant for surgical planning. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series C*. 2018. Vol.99. No.3. P.255-259.
- [2] S. Singare, L. Dichen, L. Bingheng, G. Zhenyu, L. Yaxiong. Rapid prototyping assisted surgery planning and custom implant design. *Rapid Prototyping Journal*. 2009. Vol.15. No.1. P.19-23.
- [3] M. Scholz, P. Schleicher, T. Eindorf, F. Friedersdorff, M. Gelinsky, U. König et al. Reconstruction of the temporal contour for traumatic tissue loss using a CAD/CAM-prefabricated titanium implant-case report. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2007. Vol.35. No.8. P.388-392.

- [4] J. Parthasarathy. 3D modeling, custom implants and its future perspectives in craniofacial surgery. *Annals of Maxillofacial Surgery*. **2014**. Vol.4. No.1. P.9-18.
- [5] K. M. Schebesch, A. Brawanski, J. Höhne. Preformed titanium cranioplasty after resection of skull base meningiomas – a technical note. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. **2013**. Vol.41. No.8. P.803-807.
- [6] W. Schlickewei, C. Schlickewei. The use of bone substitutes in the treatment of bone defects—the clinical view and history. *Macromolecular Symposia*. **2007**. Vol.253. No.1. P.10-23.
- [7] P.S. D'Urso, W.J. Earwaker, T.M. Barker, M.J. Redmond, R. G. Thompson, D. J. Effeney, *et al.* Custom cranioplasty using stereolithography and acrylic. *British Journal of Plastic Surgery*. **2000**. Vol.53. No.3. P.200-204.
- [8] M.A. López-Heredia, J. Sohler, C. Gaillard, S. Quillard, M. Dorget, P. Layrolle. Bone growth in rapid prototyped porous titanium implants. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. **2008**. Vol.85. No.3. P.664-673.
- [9] Elvira R. Akhmetgalieva, Maria S. Lisanevich, Ildar N. Musin. Technology for creating a cranial implant: from a real case to a model. *Butlerov Communications C*. **2026**. Vol.12. No.1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105/ROI-jbc-C/26-12-1-6
- [10] Ахметгалиева Э.Р., Лисаневич М.С., Мусин И.Н. Технология создания краниоимпланта: от реального кейса до модели. *Бутлеровские сообщения C*. **2026**. Т.12. №1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105/ROI-jbc-RC/26-12-1-6

The English version of the article have been published in the international edition of the journal

Butlerov Communications C

Advances in Biochemistry & Technologies

The Reference Object Identifier – ROI: jbc-C/26-12-1-6

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-1-105/ROI-jbc-C/26-12-1-6

Technology for creating a cranial implant: from a real case to a model

Elvira R. Akhmetgalieva, Maria S. Lisanevich,*+ Ildar N. Musin

Department of Medical Engineering, Kazan National Research Technological University.

K. Marx St., 68. Kazan, 420015. Republic of Tatarstan. Russia.

Phone: +7 917 225 9696. E-mail: lisanevichms@gmail.com

*Supervising author; +Corresponding author

Keywords: 3D printing, preoperative planning, cranial implant.

Abstract

This article presents a method for designing a personalized cranial implant based on a three-dimensional reconstruction of the patient's skull anatomy using digital technology. Traditional imaging methods, such as radiography or 2D CT, do not provide sufficient information for precise implant planning, while modern 3D methods (computed tomography and magnetic resonance imaging) allow for a complete spatial model of the defect. The paper describes a step-by-step algorithm for implant creation using a symmetrical reconstruction method ("mirroring"), in which the healthy side of the skull serves as an anatomical template for recreating the damaged area. A CT model of the patient's skull (male, 34 years old) with a defect in the left parietal-temporal region was used as the initial data. Data processing was performed using Inobitec DICOM Viewer, Blender, and Meshmixer software. The key stages described include segmentation, model orientation, mirroring, Boolean operations, polygonal mesh post-processing, thickness correction, and the formation of anatomically adequate implant margins. Particular attention is paid to the clinical significance of precise implant compliance with the defect morphology – both in terms of mechanical protection of the brain and the patient's aesthetic and psychological well-being. The proposed approach demonstrates high reproducibility, accessibility, and applicability in modern clinical settings that combine digital planning and additive manufacturing. The results confirm the effectiveness of integrating biomedical engineering into neurosurgical practice to improve the quality of personalized treatment.