

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОПОЛИМЕРОВ В РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЯХ КРАНИОФАЦИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

К.Э. МАХКАМОВ, Ш.Р. БОЙМЕНОВ, М.М. АЗИЗОВ, М.К. МАХКАМОВ, С.Т. НАСИМОВ

Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, Ташкент, Узбекистан

THE USE OF MODERN BIOPOLYMERS IN RECONSTRUCTIVE OPERATIONS OF THE CRANIOFACIAL REGION

K.E. MAKHKAMOV, S.R. BOYMENOV, M.M. AZIZOV, M.K. MAKHKAMOV, S.T. NASIMOV

Republican Research Center of Emergency Medicine, Tashkent, Uzbekistan

Показания к проведению краниопластики возникают после удаления костных структур свода черепа. Краниэктомия проводится как экстренно, в случае развития отека головного травматического генеза, так и при лечении новообразований онкологического, сосудистого генеза или абсцессов. Наличие в течение продолжительного времени обширного костного дефекта является причиной развития синдрома «трепанованного черепа». В настоящее время краниопластику осуществляют материалами синтетического или природного происхождения. К синтетическим материалам относят гидроксиапатит, полиметилметакрилат, полиэфирэфиркетон, сшитый полиэтилен. Особо актуальным является разработка биосовместимых материалов и способов подготовки черепно-лицевых имплантатов с использованием современных инновационных методов, что позволит вывести метод краниопластики трансплантатами на качественно новый уровень.

Ключевые слова: костный дефект, краниопластика, аутотрансплантат, аллотрансплантат, остеоиндукция, остеокондукция.

Indications for cranioplasty occur after removal of the bone structures of the cranial vault. Craniectomy is performed both urgently, in case of development of edema of traumatic brain genesis, and in the treatment of neoplasms of oncological, vascular genesis or abscesses. The presence of a large bone defect for a long time is the cause of the development of the «trepanned skull» syndrome. Currently, cranioplasty is performed with materials of synthetic or natural origin. Synthetic materials include hydroxyapatite, polymethylmethacrylate, polyesteretherketone, cross-linked polyethylene. Of particular relevance is the development of biocompatible materials and methods for the preparation of craniofacial implants using modern innovative methods, which will bring the method of cranioplasty with transplants to a qualitatively new level.

Keywords: bone defect, cranioplasty, autograft, allograft, osteoinduction, osteoconduction.

10.54185/TBEM/vol15_iss1/a12

Краниопластика – восстановление целостности черепа в месте возникшего дефекта, результатом которого могут быть оперативные вмешательства, направленные на декомпрессию головного мозга, в связи с интракраниальными кровоизлияниями, поражением костей черепа опухолями и другими патологическими процессами. Прогрессу в развитии реконструктивной нейрохирургии способствовала разработка современных биосовместимых пластических материалов естественного и синтетического происхождения.

Широкое применение синтетических материалов в реконструктивной хирургии начинается с XX века, когда по всему миру стала прогрессивно развиваться химия полимеров. Пригодными к использованию для краниопластики стали акриловые пластмассы. Otto Rohm в 1902 году произвел первый синтез полиметилметакрилата. Впервые в 1938 году у обезьян выполнили замещение дефектов костей черепа полиметилметакрилатом. С 1940 года в мире стал широко применяться костный цемент с акриловой основой [4].

В настоящее время в арсенале оперирующего хирурга есть большой выбор инструмента для проведения пластики костного дефекта. Материалы, используемые в реконструктивной хирургии черепа, подразделяются на ауто-, алло- и ксенотрансплантаты [6].

К современным материалам, используемым при краниопластике, предъявляется широкий спектр требований: биосовместимость, возможность моделирования имплантатов любой формы, способность удерживать форму, резистентность к теплу и холоду, пластичность, низкий риск инфекционных осложнений и приемлемая стоимость [12].

Анализируя литературу, можно встретить много публикаций по применению аллопластических и титановых имплантатов в реконструктивной хирургии дефектов черепа [1, 13, 14, 15, 16].

Выделяют следующие виды биосовместимых имплантов:

Таблица 1. Преимущества и недостатки различных пластических материалов

Материалы	Преимущества	Недостатки
Полиметилметакрилат (костный цемент, ПММА)	Плотный, инертный, низкая стоимость, простота в использовании	Риск инфицирования, экзотермическая реакция, низкая аллергическая реакция
Гидроксиапатит (НА)	Минеральный состав с костью, местные эффекты остеointеграции	Риск инфицирования, хрупкий – возможность переломов, трудность интраоперационной обработки, дорогостоящий
Титан	Менее восприимчив к инфекции, не подвержен коррозии, прочность, хороший косметический результат	Дорогостоящий, возможна аллергическая реакция, некоторые ограничения в дальнейшем обследовании головного мозга пациента (МРТ, ЭЭГ) и проблемы при прохождении рамки металлоискателя, высокая теплопроводность и электропроводность, развитие электролитических процессов в окружающих тканях
Полиэфиркетон (РЕЕК)	Рентгенопрозрачный, химический инертный, эластичный, прочный, удобство в использовании	Риск инфицирования, дорогостоящий, сложно комбинировать с другими пластическими материалами
Реперен (пространственно сшитый полимер из олигомеров метакрилового ряда)	Биосовместимый, пластичный, совместимый с методами нейровизуализации, низкий уровень тепло- и электропроводности, приемлемая стоимость	Риск инфицирования, сложно комбинировать с другими пластическими материалами

– **Биоинертные** – не поддерживают процессы остеосинтеза; отсутствие контакта между имплантатом и костной тканью, вследствие образования фиброзной капсулы.

– **Биоактивные** – возможности остеокондукции и остеointеграции.

– **Остеоиндуктивные** – материалы, регенирирующие костную ткань, – будущее краниопластики.

Из аллопластических имплантатов в настоящее время наиболее часто используют костный цемент (PMMA), титановый сплав (ВТ6), пористый полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), гидроксиапатит (НА), полиэфирэфиркетон (РЕЕК). В литературе широко освещен опыт их применения, описаны преимущества и недостатки, которые представлены ниже [2, 16, 18, 22, 27] (табл. 1), (рис. 1, 2, 3).

Современные задачи в реконструктивной хирургии, решаемые с использованием компьютерных и аддитивных

технологий, позволяют изготавливать имплантаты в полном соответствии с конфигурацией и размерами дефекта конкретного пациента практически из любых биосовместимых пластических материалов [20, 24, 25].

Несмотря на прогрессивное использование аллопластических материалов, высока частота их инфицирования. По данным публикаций, посвященных анализу результатов хирургической реконструкции дефектов черепа, осложнения после этого вмешательства составляют от 7,9% до 40,4%, из них гнойно-воспалительные осложнения составляют 5,0–12,8% [2, 17, 19, 22, 26].

Основу этих осложнений составляют костные дефекты, которые локализуются и контактируют с пазухами лицевого скелета [18, 23].

Интересы исследователей в настоящее время сосредоточены на поиске и разработке новых поколений кра-

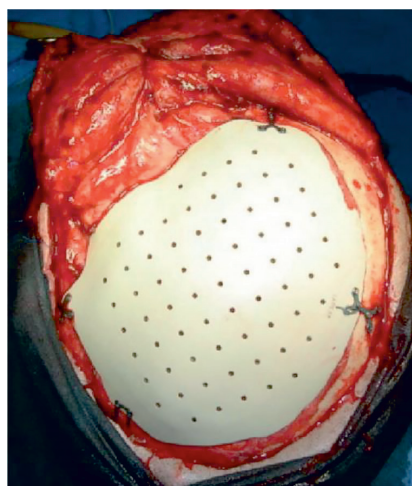


Рис. 1. Костный цемент на основе полиметилметакрилата (PMMA), поставляется в виде ампулы со стерильной жидкостью и стерильным порошком (жидкий мономер и порошковый полимер)

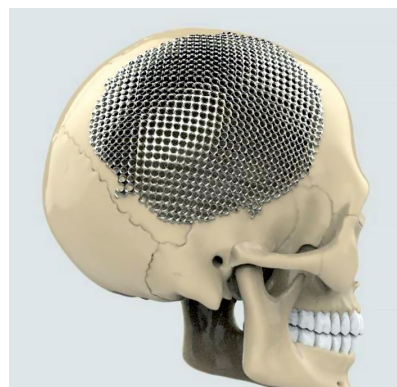


Рис. 2. Низкопрофильная (низкий радиус кривизны) титановая сетка. Производится ручная формовка сетчатой титановой пластины до достижения желаемого результата с использованием макета черепа больного

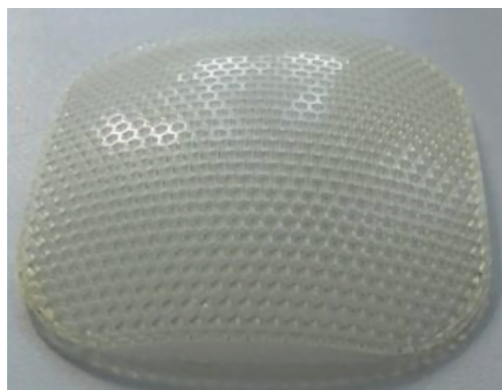


Рис. 3. Полимерные имплантаты Реперен

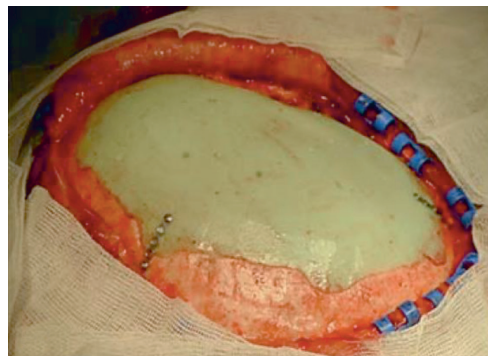


Рис. 4. Интраоперационное использование 3D распечатанной пресс-формы для создания черепного импланта из костного цемента

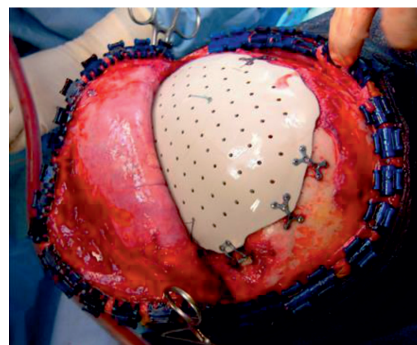


Рис. 5. Черепной имплант, изготовленный из полиэфиркетона (PEEK) методом прямой 3D-печати с использованием FDM-технологии

ниопластических материалов, повышении точности изготовления имплантатов, снижении их стоимости и риска инфицирования.

Если приводить в пример акриловый композит, он дешевый, термоустойчивый, инертный и прочный, его удобно заготавливать и моделировать на пациенте во время операции, за счет его мягкой консистенции в первые минуты смешивания компонентов. Главные его недостатки – это выделение непрореагированных продуктов в процессе полимеризации и повышенная экзотермическая реакция, эти недостатки могут привести к ожогу мягких тканей и адсорбции токсических веществ в области дефекта [10].

Чтобы избежать этих осложнений, был внедрен метод 3D-печати пресс-формы, при котором создавалась форма с учетом индивидуального анатомического рельефа и формы для будущей пластины и после ее стерилизации оставалось лишь установить в область дефекта. Этот метод значительно сокращает время операции, минимизирует риск адсорбции токсичных продуктов и исключает получения термического ожога мягких тканей [10] (рис. 4).

Материалы из группы полиэфиркетонов в связи с высокой температурой плавления изготавливаются только в пресс-формах. Также существуют сведения в литературе, что полиэфирэфиркетоновые (ПЕЕК) пластины изготавливают путем прямой трехмерной печати при помощи 3D-принтера. К положительным качествам этой технологии можно отнести химическую инертность, прочность, эластичность, термоустойчивость, а также хорошую рентгенопрозрачность, что снижает появление артефактов при проведении лучевых методов исследования. Но у полиэфиркетона, как и у любого ксенотрансплантата, есть свои недостатки: высокая стоимость порошка для изготовления пластины, сложность в комбинировании его с другими веществами [5, 7] (рис. 5).

В 1996 году в практику был внедрен новый синтетический материал – реперен. Изначально он применялся в офтальмологии в виде искусственного хрусталика, радужной оболочки и т.д. Позже его стали применять в общей хирургии для герниопластики. С 2006 года в нейрохирургии стали применяться пластины из реперена. Он представляет собой пространственно сшитый полимер из олигомеров метакрилового ряда. При помощи запрограммированных параметров и фотополимеризации создается пластина, готовая к применению. По литературным данным, пластина вызывает минимальную локальную воспалительную реакцию [11]. Его главное положительное качество в том, что во время операции пластина может менять форму, используя стерильный физиологический раствор, нагретый до 80 градусов. Под воздействием высокой температуры пластина из реперена становится мягкой и эластичной, что позволяет моделировать ее под дефект пациента и при помощи общего хирургического инструментария (ножниц и кусачек) изменять её размер и форму. Что касается прочности, то пластина 10×10 см с кривизной 140 мм, способна выдерживать до 15 кг при точечном ударе. Недостаток в том, что при использовании ее на сложных дефектах, время моделирования во время операции может занять от нескольких минут до нескольких часов [8, 9].

В настоящий момент большее предпочтение отдается металлическим имплантатам. В настоящее время пластины из титанового сплава широко используются в нейрохирургии. Титан имеет низкую массу и высокую прочность, низкую теплопроводность, коррозионную устойчивость, среднюю стоимость. Титановые изделия применяются как в виде фиксирующих мини-пластин, так и в виде сеток. Сетки, как и большинство имплантов, моделируются на паци-

енте во время операции. С внедрением в медицину метода трехмерной печати, титановые пластины используются в нейрохирургии как индивидуальные изделия. Из титанового порошка при помощи 3D-принтера создается индивидуальный имплантат. Главным недостатком является наличие артефактов при нейровизуализации, дороговизна, аллергическая реакция, снижение упругости при использовании для реконструкции больших дефектов и наличие термокондуктивного эффекта [2, 6].

Заключение

В настоящее время нейрохирурги имеют большой выбор материалов для закрытия дефектов костей черепа. При костных дефектах черепа и лицевого скелета можно использовать полиметилметакрилат или костный цемент, заранее смоделированный в пресс-форме. Также возможно использовать имплантаты из реперена или титановой сетки.

С внедрением в медицину трехмерной печати стало доступным изготовление индивидуальных имплантатов из титана и полиэфирэфиркетона. Их использование позволяет добиться желаемого косметического результата, снизить риски послеоперационных осложнений, уменьшить длительность оперативного вмешательства. Учитывая все недостатки и положительные качества современных имплантатов, используемых в нейрохирургии для закрытия дефектов костей черепа, по нашему мнению, полиэфиркетон и титан являются лучшим вариантом, так как их можно использовать при дефектах костной ткани различной площади и сложности. Наиболее продвинутыми и совершенными являются имплантаты, изготовленные из полиэфиркетона (ПЕЕК) и порошкового титана (Ti6Al4V) путем трехмерной печати методом аддитивных технологий, которые позволяют закрывать костные дефекты любой сложности и локализации и размеров с хорошим косметическим эффектом.

Литература

1. Антонов А.Н., Евсеев А.Н., Камаев С.В., Кулаков В.Б., Коцюба Е.В., Марков М.А., Новиков М.М., Панченко В.Я., Семешин Н.М., Якунин В.П., Лазерная стереолитография – технология послойного изготовления трехмерных объектов из жидких фотополимеризующих композиций. Оптическая техника, 1998; 1(13):5–14 [Antonov A.N., Evseev A.N., Kamaev S.V., Kulakov V.B., Kotsyuba E.V., Markov M.A., Novikov M.M., Panchenko V.Ya., Semeshin N.M., Yakunin V.P., Laser stereolithography – technology of layered production of three-dimensional objects from liquid photopolymerizing compositions. Optical Technology, 1998; 1(13):5–14. In Russian].
2. Еолчийан С.А. Пластика сложных дефектов черепа имплантатами из титана и полиэтерэфиркетона (ПЕЕК), изготовленными по CAD/CAM-технологиям. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2014; 78(4):3–13 [Yeolchiyan S.A. Plastic of complex skull defects with titanium and polyether etherketone (PEEK) implants made by CAD/SAM technologies. Questions of N.N. Burdenko Neurosurgery. 2014; 78(4):3–13. In Russian].
3. Еолчийан С.А. Хирургическая тактика при переломах лобной кости, распространяющихся на лобную пазуху. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2011; 75(3):72–82 [Yeolchiyan S.A. Surgical tactics for fractures of the frontal bone extending to the frontal sinus. Questions of neurosurgery named after N.N. Burdenko. 2011; 75(3):72–82. In Russian].

4. Коновалов А.Н., Потапов А.А., Лихтерман Л.Б., Корниенко В.Л., Кравчук А.Д., Охлопков В.А., Захарова Н.Е., Яковлев С.Б. Реконструктивная и минимально инвазивная хирургия последствий черепно-мозговой травмы. Институт нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН. 2012:118–151 [Konovalov A.N., Potapov A.A., Lichterman L.B., Kornienko V.L., Kravchuk A.D., Okhlopkov V.A., Zakharova N.E., Yakovlev S.B. Reconstructive and minimally invasive surgery of the consequences of traumatic brain injury. N.N. Burdenko Institute of Neurosurgery of the Russian Academy of Medical Sciences. 2012:118–151. In Russian].
5. Копорущка Н.А. Реконструктивные операции при дефектах костей черепа с использованием индивидуальных титановых имплантатов, изготовленных методом трехмерной печати. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: 17–19 [Koporushka N.A. Reconstructive operations for skull bone defects using individual titanium implants made by three-dimensional printing. Dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences: 17–19. In Russian].
6. Кравчук А.Д., Потапов А.А., и соавторы. Аддитивные технологии в нейрохирургии. Вопросы нейрохирургии 2018. 6:98–102 [Kravchuk A.D., Potapov A.A., and co-authors. Additive technologies in neurosurgery. Questions of neurosurgery 2018. 6:98–102. In Russian].
7. Кравчук А.Д., Потапов А.А., Лихтерман Л.Б., Еропкин С.В. Посттравматические дефекты черепа. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме. М Антидор, 2002; 3:147–162 [Kravchuk A.D., Potapov A.A., Lichterman L.B., Eroptkin S.V. Posttraumatic defects of the skull. Clinical guide to traumatic brain injury. M.: Antidor, 2002(3):147–162. In Russian].
8. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Кравчук А.Д., Охлопков В.А. Клиническая классификация и концептуальные подходы к лечению последствий черепно-мозговой травмы. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 1999(3):3–6 [Likhtherman L.B., Potapov A.A., Kravchuk A.D., Okhlopkov V.A. Clinical classification and conceptual approaches to the treatment of the consequences of traumatic brain injury. Questions of N.N. Burdenko neurosurgery. 1999(3):3–6. In Russian].
9. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Сербиненко Ф.А. и др. Концепции и технологии хирургического лечения тяжелых последствий черепно-мозговой травмы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения», Санкт-Петербург. 2005:73 [Likhtherman L.B., Potapov A.A., Serbinenko F.A. and others. Concepts and technologies of surgical treatment of severe consequences of traumatic brain injury. Materials of the All-Russian scientific and practical conference «Polenov readings», St. Petersburg. 2005:73. In Russian].
10. Ступак В.В., Мишинов С.В., Садовой М.А., Копорущко Н.А., Мамонова Е.В., Панченко А.А., Красовский И.Б. Современные материалы, используемые для закрытия дефектов костей черепа. Современные проблемы науки и образования. 2017(4):38–38 [Stupak V.V., Mishinov S.V., Sadovoy M.A., Koporushko N.A., Mamonova E.V., Panchenko A.A., Krasovsky I.B. Modern materials used to close skull bone defects. Modern problems of science and education. 2017(4):38–38. In Russian].
11. Тихомиров С.Е., Цыбусов С.Н., Кравец Л.Я. Использование материала «Реперен» для пластики дефектов свода черепа (экспериментальные и клинические результаты). Сибирский медицинский журнал. 2010(2):21–24 [Tikhomirov S.E., Tsybusov S.N., Kravets L.Ya. The use of the material «Reperen» for plastic defects of the cranial vault (experimental and clinical results) Siberian Medical Journal. 2010(2):21–24. In Russian].
12. Чобулов С.А. Компьютерное и интраоперационное моделирование имплантатов в реконструктивной хирургии дефектов черепа. Дисс.... канд. мед. наук. 2011:11–14 [Chobulov S.A. Computer and intraoperative modeling of implants in reconstructive surgery of skull defects. Dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. 2011:11–14. In Russian].
13. Herteleer M., Ectors N., Duflou J., Van Calenbergh F. Complications of skull reconstruction after decompressive craniectomy. Acta Chirurgica Belgica. 2017; 117(3):149–156.
14. Honeybul S., Janzen C., Kruger K., Ho K.M. The incidence of neurologic susceptibility to a skull defect. World neurosurgery. 2016;86: 147–152.
15. Jan-Peter F., Ulrich P., Sascha D. The Decentralized and Networked Future of Value Creation: 3D Printing and its Implications for Society, Industry, and Sustainable Development. Springer, 14 may 2016.
16. Jelcic N., Della Puppa A., Mottaran R., Cecchin D., Manara R., Dam M., Cagnin A. Case series evidence for improvement of executive functions after late cranioplasty. Brain Inj. 2013;27(13-14):1723–1726. doi: 10.3109/02699052.2013.844857. Journal of Craniofacial Surgery. 1996;7(3):224–227.
17. Konofaos P., Thompson R.H., Wallace R.D. Long-Term Outcomes with Porous Polyethylene Implant Reconstruction of Large Craniofacial Defects. Ann Plast Surg. 2017; 79(5):467–472.
18. Krause-Titz U.R., Warneke N., Freitag-Wolf S., Barth H., Mehdorn H.M. Factors influencing the outcome (GOS) in reconstructive cranioplasty. Neurosurgical review. 2016; 39(1):133–139.
19. Kravtchouk A., Potapov A., Kornienko V., Eroptkin S., Panchenko V., Evseev A., Stuchilov V. Computed modeling in reconstructive surgery for posttraumatic skull vault bone defects. p. 187–190.
20. Li A., Azad T. D., Veeravagu A., Bhatti I., Long C., Ratliff J. K., Li, G. Cranioplasty complications and costs: a national population-level analysis using the marketcan longitudinal database. World neurosurgery, 2017; 102:209–220.
21. Potapov A., Likhtherman L., von Wild K.R.H. Neurotrauma – epidemiology, prevention, new technologies, guidelines, pathophysiology, surgery, neurorehabilitation. Anti dor. Moscow, Russia 2002.
22. Potapov A.A., Yeolchiyan S.A., Tcherekaev V.A., Kornienko V.N., Arutyunov N.V., Kravtchuk A.D., Shahinian G.G., Likhtherman L.B., Serova N.K., Eroptkin S.V. Removal of a cranio-orbital foreign body by a supraorbital-pterion approach. The Journal of Craniofacial Surgery. 1996; 3:224–227.
23. Raja A.I., Linskey M.E. In situ cranioplasty with methylmethacrylate and wire lattice. British journal of neurosurgery. 2005; 195:416–419.
24. Vitanovics D., Major O., Lovas L., Banczerowski P. Tailored cranioplasty using CAD-CAM technology. Ideggyszaki szemle. 2014; 67(11–12):390–396.
25. Wagner J., Brown G. Rapid 3-dimensional prototyping for surgical repair of maxillofacial fractures: a technical note. Journal of Oral Maxillofacial Surgery. 2004; 62:898–901.

26. Winder R.J., McKnight W., McRitchie I., Montgomery D., Wulf J. 3D surface accuracy of CAD generated skull defect contour. *Stud Health Technol Inform.* 2006; 119:574–576.
27. Worm P.V., do Nascimento T.L., do Couto Nicola F., Sanches E.F., Dos Santos Moreira C.F., Rogerio L.P., Dos

Reis M.M., Finger G., Collares M.V. Polymethylmethacrylate imbedded with antibiotics cranioplasty: An infection solution for moderate and large defects reconstruction? *Surg Neurol Int.* 2016; 7(28):S746.

KRANIOFATSIAL SOHANING REKONSTRUKTIV XIRURGIYASIDA ZAMONAVIY BIOPOLIMERLARNI QO'LLASH

K.E. MAHKAMOV, SH.P. BOYMENOV, M.M. AZIZOV, M.K. MAHKAMOV, S.T. NASIMOV

Respublika shoshilinch tibbiy yordam ilmiy markazi, Toshkent, O'zbekiston

Kranioplastika uchun ko'rsatmalar kalla suyagi gumbazining suyak tuzilmalari olib tashlanganidan keyin paydo bo'ladi. Kranioektomiya shoshilinch ravishda, bosh miyaning travmatik shishi va onkologik, miya-qon tomir kasalliklari yoki abscessini davolashda amalga oshiriladi. Uzoq vaqt davomida saqlangan suyak nuqsonining mavjudligi «bosh suyagi trepanatsiyasi» sindromining rivojlanishiga sabab bo'ladi. Hozirgi vaqtda kranioplastika sintetik yoki tabiiy materiallardan tayyorlangan implantlar bilan amalga oshiriladi. Sintetik materiallarga gidroksiapatit, polimetil metakrilat, poliefirefirketon va o'zaro bog'langan polietilen kiradi. Zamonaviy innovatsion usullar yordamida kraniofatsial implantlarni tayyorlash uchun bio-mos keluvchi materiallar va implantlarni tayyorlash usullarini ishlab chiqish alohida qiziqish uyg'otadi, bu esa kranioplastikani sifat jihatdan yangi bosqichga olib chiqadi.

Kalit so'zlar: *suyak nuqsoni, kranioplastika, autotransplantat, allotransplantat, osteoinduksiya, osteokonduksiya.*

Сведения об авторах:

Махкамов Козим Эргашевич – доктор медицинских наук, руководитель отделения нейрохирургии и сочетанных травм РНЦЭМП.

Бойменов Шохрух Раметович – врач-нейрохирург отделения нейрохирургии и сочетанных травм РНЦЭМП.
E-mail: shohruhbaymenov88@gmail.com

Азизов Миролим Миробидович – врач-нейрохирург отделения нейрохирургии и сочетанной травмы РНЦЭМП.

Махкамов Махкам Козимович – доктор медицинских наук, заведующий отделением хирургии повреждений детского возраста с нейрохирургией РНЦЭМП.

Насимов Собир Тоирович – PhD, врач-нейрохирург отделения хирургии повреждений детского возраста с нейрохирургией РНЦЭМП.

Поступила в редакцию: 31.08.2021

Information about authors:

Makhkamov Kozim Ergashevich – MD, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Neurosurgery and Combined Injuries of the RRCEM.

Boymenov Shohruh Rametovich – neurosurgeon of the Department of Neurosurgery and Combined Injuries of the RRCEM.
Email: shohruhbaymenov88@gmail.com

Azizov Mirolim Mirobidovich – neurosurgeon of the Department of Neurosurgery and Combined Trauma of the RRCEM.

Makhkamov Makhkam Kozimovich – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Surgery of Childhood Injuries with Neurosurgery of the RRCEM.

Nasimov Sobir Toirovich – PhD, neurosurgeon of the Department of Surgery of Childhood Injuries with neurosurgery of the RRCEM.

Received: 31.08.2021