

# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЛАСТИКИ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ОБЗОР)

DOI: 10.17691/stm2018.10.3.24

УДК 616.714–089.844

Поступила 18.01.2018 г.



**Д.А. Данилова**, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии<sup>1</sup>;  
**Л.И. Горбунова**, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии<sup>1</sup>;  
**С.Н. Цыбусов**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии<sup>1</sup>;  
**И.В. Успенский**, главный специалист<sup>2</sup>;  
**Л.Я. Кравец**, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник группы микронеурологии  
 Института травматологии и ортопедии<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Приволжский исследовательский медицинский университет, Н. Новгород, 603005,  
 пл. Минина и Пожарского, 10/1;

<sup>2</sup>«Айкон Лаб ГмбХ», Н. Новгород, 603003, ул. Баррикад, 1

Обзор посвящен одной из актуальных проблем современной нейрохирургии: замещению дефектов твердой мозговой оболочки различного генеза. Оптимальный материал, используемый для пластики твердой мозговой оболочки, должен соответствовать определенным биологическим и физико-химическим требованиям, позволяя избежать серьезных осложнений, таких как ликворея, воспаление, формирование оболочечно-мозговых рубцов, быть простым и удобным в применении, а также экономичным. Показаны способы решения данной задачи в XIX–XX вв. Описаны основные группы материалов, используемых в настоящее время: аутоотрансплантаты (из собственных тканей пациента), коллагеновые и синтетические (рассасывающиеся и нерассасывающиеся). Проведен анализ отечественных и зарубежных имплантатов для пластики твердой мозговой оболочки с применением различных материалов. Приведены преимущества и недостатки их использования. Показана перспективность нового синтетического отечественного материала Реперен для пластики твердой мозговой оболочки.

**Ключевые слова:** дефекты твердой мозговой оболочки; пластика твердой мозговой оболочки; аутоотрансплантаты; синтетические трансплантаты; коллагеновые трансплантаты.

**Как цитировать:** Danilova D.A., Gorbunova L.I., Tsybusov S.N., Uspensky I.V., Kravets L.Ya. Materials for plastic surgery of the dura mater: history and current state of the problem (review). *Sovremennye tehnologii v medicine* 2018; 10(3): 194–203, <https://doi.org/10.17691/stm2018.10.3.24>

## English

### Materials for Plastic Surgery of the Dura Mater: History and Current State of the Problem (Review)

**D.A. Danilova**, Assistant, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy<sup>1</sup>;  
**L.I. Gorbunova**, Assistant, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy<sup>1</sup>;  
**S.N. Tsybusov**, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy<sup>1</sup>;  
**I.V. Uspensky**, Chief Expert<sup>2</sup>;  
**L.Ya. Kravets**, MD, DSc, Professor, Chief Researcher, Microneurosurgery Unit,  
 Institute of Traumatology and Orthopedics<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia;

<sup>2</sup>Icon Lab GmbH, 1 Barrikad St., Nizhny Novgorod, 603003, Russia

The review addresses one of the important aspects of modern neurosurgery: the repair of various dura mater defects. The optimal material for plastic surgery of the dura mater should meet certain biological, physical and chemical requirements, should not cause serious complications such as liquorrhea, inflammation or brain's lining scars, it should be simple and convenient in use, as well as cost-effective. The present report reviews the concepts and techniques developed in the XIX–XX centuries and also describes the materials used at the

**Для контактов:** Данилова Дарья Андреевна. e-mail: danilovad.a@mail.ru



[26]. Резорбция трансплантатов всегда происходит с возникновением реакции окружающих тканей, что также приводит к образованию спаек и рубцов между мозгом и вышележащими структурами [27, 28].

Дальнейшее развитие методов пластики дефектов ТМО связано с новыми открытиями в области химии и физики, бурным ростом химической промышленности в 60–80-х годах XX в. [29]. Были разработаны новые методы консервации трупных биологических тканей, что позволило заготавливать необходимое количество пластического материала и хранить его относительно длительное время. Для этого применялись различные способы: формализация, лиофилизация, замораживание [30]. Чаще других для консервации трупной ТМО использовали лиофилизацию [31].

Исследователи установили, что трансплантат, консервированный методом лиофилизации, сохраняет не только морфологическую структуру ткани, но и дезоксирибонуклеиновую и рибонуклеиновую кислоты, обеспечивающие процесс деления клеток и хорошие результаты приживления трансплантата [31, 32]. Лيوфилированная ткань малотоксична, после трансплантации постепенно дегенерирует, замещается новой соединительной тканью реципиента, которая по своим свойствам очень сходна с ТМО.

В настоящее время эти имплантаты не применяются по следующим причинам [32, 33]:

- достаточно высокий процент ответной реакции со стороны иммунной системы реципиента;
- юридические трудности для забора трупной ТМО;
- теоретически сохраняется возможность передачи специфических инфекций (ВИЧ, гепатит, сифилис, прионные инфекции);

- нестандартная форма и небольшие размеры дефекта обуславливают технические трудности в его закрытии трансплантатом.

Неудовлетворительные результаты описанных методов привели к разработке принципиально новых материалов — ксенотрансплантатов [34, 35]. Для их создания стали использовать коллаген I типа животных, обработанный таким образом, чтобы материал не вызывал иммунологической реакции со стороны тканей реципиента [36, 37]. Наиболее часто применяются трансплантаты, полученные из коллагена I типа бычьего перикарда, бычьего ахиллова сухожилия, фетальной бычьей кожи, ткани тонкой кишки свиньи, из конского коллагена [38, 39].

На сегодняшний день существует большой ассортимент коллагеновых трансплантатов, широко известны такие, как Durepair (Medtronic, США), DuraGen (Integra LifeSciences Corporation, США), DURAFORM (Codman, США), Dura-Guard (Synovis Surgical, США), Seprafilm (Genzyme Corporation, США), TissuDura (Baxter, Германия), Hypro-Sorb (Bioimplon, Германия), LYOPLANT (B. Braun, Германия), «Кардиоплант» (ООО «Кардиоплант», Россия), «Белкозин» (ОАО «Белкозин», Россия) и др. [40–44].

Материал для изготовления трансплантата по-

лучают от животных с территории уровнем географического риска BSE 1 (Bovine Spongiform Encephalopathy — энцефалопатия крупного рогатого скота) в соответствии с требованиями руководящих документов FDA (Food and Drug Administration, США) и Европейских стандартов, регламентирующих заготовку и обращение с тканями животных, а также порядок инактивации BSE [45, 46]. В зависимости от обработки материал для трансплантации может представлять собой либо прочную, мягкую, неломкую пластину (получается путем обработки тканей животных с сохранением их структуры), либо пористые пластины разного размера (получаются в результате переработки животного коллагена с дальнейшим формированием имплантата). Ксенотрансплантаты обладают свойствами стимуляции регенерации клеток собственной ТМО [47–49]. По мере формирования новой ткани коллагеновая пластина резорбируется [50, 51]. Разработано большое разнообразие методов фиксации трансплантатов: шовные и бесшовные, с использованием гелей и герметиков и без них [52–57].

Преимущества использования коллагенового трансплантата [58–61]:

- прост и удобен в применении;
- легко принимает рельеф подлежащих тканей, что позволяет закрыть дефект любой формы;
- предотвращает образование оболочечно-мозговых рубцов, развитие ликвореи;
- по характеристикам близок к натуральной ТМО;
- в течение 6 мес замещается тканями пациента, трансформируясь в натуральную ТМО.

R. Menger [51] представил ретроспективный (19 лет) обзор прогностических факторов развития осложнений, возникающих после декомпрессионной трепанации у пациентов с мальформацией Киари I с использованием различных имплантатов. В нем показаны случаи возникновения аллергической реакции в виде эритродермии, перемежающейся лихорадки, эозинофилии и повышения уровня IgE. При микроскопическом исследовании трансплантационного материала после удаления выявлена обильная инфильтрация его эозинофилами [62, 63]. Таким образом, несмотря на соответствующую обработку, материал остается генетически чужеродным. Кроме того, коллагеновые трансплантаты имеют высокую стоимость.

В последние годы особый интерес как за рубежом, так и в России проявляется к высокомолекулярным синтетическим материалам неорганического происхождения — мягким эластичным полимерам, которые практически не вызывают острой ответной реакции тканей реципиента и удобны в использовании [64–66]. У них много и других преимуществ. Замещение дефекта ТМО такими материалами производится без нанесения дополнительной травмы больному, что часто необходимо при взятии аутооттрансплантата; реакция окружающих тканей на медицинские полимеры слабо выражена и кратковременна, так как они инертны и не вызывают процессов, связанных с антигенной не-

совместимостью тканей [67, 68]. Полимерные изделия можно изготавливать в любом количестве, различной формы и величины, они не нуждаются в сложных методах консервации, легко моделируются во время операции, легко стерилизуются [69–71].

В разное время в экспериментах на животных для замещения дефекта ТМО применялись ткани из лавсана, пролона, орлона, дакрона, а также губки из поливинилформаль и поливинилалкоголя. В работе [72] было предложено использовать капроновую ткань. Однако широкого применения в нейрохирургии данные материалы не получили, так как некоторые из них накапливали в себе соли кальция и через небольшой промежуток времени ткань приобретала костную плотность [73, 74].

В настоящее время существует огромный выбор рассасывающихся и нерассасывающихся синтетических материалов, имеющих разный химический состав: тефлоновые, полипропиленовые, полимеры с добавлением силикона и др. [75–78].

Одним из наиболее часто употребляемых трансплантатов является мембрана GORE PRECLUDE (WL Core & Associates, США) — трех- или двухслойные мембраны из растянутого политетрафторэтилена толщиной около 0,3 мм, что приближено к толщине естественной ТМО. Однако GORE PRECLUDE — гидрофобный, не подвергающийся биодegradации материал, который должен фиксироваться нитями (в результате чего теряется водонепроницаемость). Он остается как инородное тело в полости черепа навсегда, что, естественно, повышает риск образования спаек и развития инфекции в отдаленном послеоперационном периоде. По данным разных авторов, недостатки проявляются интраоперационно и сохраняются даже через 14 лет после пластики ТМО [79–82].

Другим известным трансплантатом служит мембрана Neuro-Patch (B. Braun, Германия), разработанная из одобренного в 1995 г. Европейским союзом искусственного нерассасывающегося заменителя ТМО. В его основе — микропористый нетканый материал из высокоочищенного полиэстеруретана, тонкая структура которого способствует быстрому прорастанию соединительной ткани [82–84].

J. Suwanprateeb и соавт. [81] провели экспериментальные исследования на кроликах по изучению свойств нового материала из окисленной восстановленной целлюлозы (ORC), пропитанной раствором поли-ε-капролактона (PCL). Материал имеет хорошую биосовместимость, способствует прорастанию фибробластов, удобен в применении и хранении. Однако в других работах были отмечены случаи возникновения аллергической реакции и воспаления после его использования. Так, J. Andrychowski и соавт. [74] описали случай применения ORC (Oxucel) в качестве трансплантата у пациентки, прооперированной по поводу доброкачественной менингиомы. Через 3 мес при повторной операции края собственной ТМО были утолщены, гистологически выявлены интенсив-

ное гранулематозное воспаление и реакция на инородное тело.

В России для пластики ТМО используют перемещенные и окружающие аутокани, при небольших дефектах ТМО производится их ушивание.

Ведутся работы по созданию отечественных искусственных материалов для замещения дефектов ТМО. Так, ксенотрансплантаты российского производства представлены эндопротезом «Кардиоплант» (ООО «Кардиоплант», Пенза). Это ксеноперикардальная пластина из неиммуногенного материала на основе коллагена из перикарда крупного рогатого скота [43]. П.Д. Зиновьев и соавт. [44] описали экспериментальное исследование на свиньях, по результатам которого показали, что ксеноперикардальная пластина может быть рекомендована для применения в клинике с целью укрытия дефектов ТМО после проведения клинических испытаний.

Кроме того, имеются данные об изучении коллагенового материала «Белкозин» (Лужский завод «Белкозин»; ООО «ММК "Формед"», РФ), являющегося прототипом отечественного матрикса для замещения дефектов ТМО, который был изготовлен в ограниченной серии для доклинического исследования. В экспериментальных исследованиях на кроликах породы Советская шиншилла материал показал удовлетворительную биосовместимость с тканями животного: он обеспечивал эффективный ликворостаз, препятствовал формированию оболочечно-мозгового рубца. В связи с этим Д.Е. Алексеев и соавт. [54] считают целесообразным апробацию материала «Белкозин» в клинической практике.

С 1996 г. в России в медицинской практике активно используется синтетический материал Реперен («Айкон Лаб ГмбХ, Н. Новгород»). Первоначально изготавливаемые из него имплантаты нашли широкое применение в офтальмохирургии [85, 86]: искусственные хрусталики, глаукомные дренажи, искусственные радужки и имплантаты для пластики век и орбиты. В дальнейшем использование Реперена распространилось и на другие разделы хирургии, в частности для герниопластики, при лечении дермальных ожогов II–IIIА степени, для торакопластики при воронкообразной деформации грудной клетки I степени. Результаты экспериментов на животных и клинических исследований показали хорошую приживляемость материала, редкие гнойно-воспалительные осложнения, отсутствие спаечного процесса между имплантатом и тканями реципиента, значительно меньшее количество сером в послеоперационном периоде [87–90].

В настоящее время исследованы возможности клинического применения полимерных имплантатов из Реперена для краниопластики. Результаты экспериментов С.Е. Тихомирова и соавт [91, 92] свидетельствуют, что своими характеристиками материал удовлетворяет всем требованиям к имплантатам, используемым в краниопластике. Авторы поставили вопрос о возможности использования данного мате-

риала для пластики ТМО. Они отметили, что Реперен обладает биосовместимостью, пластичностью, возможностью стерилизации, совместимостью с методами нейровизуализации, устойчив к механическим нагрузкам, отличается низким уровнем тепло- и электропроводности, минимальным риском инфекционных осложнений, имеет приемлемую стоимость [93–102].

Таким образом, все вышесказанное позволяет сформулировать основные требования к материалу для пластики ТМО и определить вектор дальнейших исследований. Имплантат должен легко моделироваться по форме и размеру дефекта, быть биосовместимым, биостабильным и водонепроницаемым (что препятствует развитию ликвореи и воспалительной реакции). Возможность стерилизации и длительного хранения в стерильной упаковке, оптимальная стоимость материала также служат важным показателем при выборе имплантата. Методика пластики ТМО этим материалом должна быть простой и удобной, не требовать специализированного оборудования и инструментария, иметь возможность использоваться в любом нейрохирургическом отделении как при плановых, так и при экстренных операциях [103, 104].

## Заключение

Несмотря на пристальное внимание к проблеме разработки новых материалов и методов трансплантации, пластика дефектов твердой мозговой оболочки остается сложной и актуальной задачей нейрохирургии. При наличии большого ассортимента современных материалов для пластики, которые позволяют добиться высоких результатов, количество интра- и постоперационных осложнений остается достаточно большим. Эта ситуация обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований с целью разработки более совершенных материалов, изучения показателей качества жизни оперированных пациентов и оценки риска развития осложнений после пластики.

**Финансирование исследования и конфликт интересов.** Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

## Литература/References

1. Shah A.M., Jung H., Skirboll S. Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurg Focus* 2014; 36(4): E19, <https://doi.org/10.3171/2014.2.focus13561>.
2. Балязин В.А., Сехвейл Салах М.М. Основы нейрохирургии. Ростов-на-Дону: Ростовкнига; 2017; 115 с. Balyazin V.A., Sekhveyl Salakh M.M. *Osnovy neyrokhirurgii* [Basics of neurosurgery]. Rostov-on-Don: Rostovkniga; 2017; 115 p.
3. Калаев А.А., Молдавская А.А., Петров В.В. Анатомические исследования твердой оболочки головного мозга и ее сосудистой системы у человека при тяжелой черепно-

мозговой травме, не отягощенной алкогольным анамнезом и в условиях алкогольной интоксикации. *Астраханский медицинский журнал* 2012; 7(4): 126–129. Kalaev A.A., Moldavskaya A.A., Petrov V.V. The anatomic research of the dura mater encephali and its vascular system in person with severe craniocerebral trauma not hardened by the alcoholic anamnesis and in the conditions of the alcoholic intoxication. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal* 2012; 7(4): 126–129.

4. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Кравчук А.Д., Охлопков В.А. Клиника и хирургия последствий черепно-мозговой травмы. *Consilium Medicum* 2014; 16(9): 109–118. Lichtermann L.B., Potapov A.A., Kravchuk A.D., Okhlopkov V.A. Clinical manifestation and surgery of craniocerebral trauma consequences. *Consilium Medicum* 2014; 16(9): 109–118.

5. Andresen M., Juhler M. Intracranial pressure following complete removal of a small demarcated brain tumor: a model for normal intracranial pressure in humans. *J Neurosurg* 2014; 121(4): 797–801, <https://doi.org/10.3171/2014.2.jns132209>.

6. Riley E.T. Comment on arachnoid and dura mater lesions. *Reg Anesth Pain Med* 2018; 43(3): 332, <https://doi.org/10.1097/aap.0000000000000753>.

7. Вовк Ю.Н., Кувенев А.А. Возрастные особенности послойной топографии конвексимальной части твердой оболочки головного мозга человека. Экспериментальна і клінічна медицина 2014; 2: 49–53. Vovk Yu.N., Kuvenev A.A. Age-dependent features of layer topography of convexital part of dura mater of human's brain. *Eksperymental'na i klinichna medycyna* 2014; 2: 49–53.

8. Коновалов А.Н., Белоусова О.Б., Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш. Декомпрессионная трепанация черепа у больных с внутрочерепным кровоизлиянием аневризматического генеза. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2016; 80(5): 144–150. Konovalov A.N., Belousova O.B., Pilipenko Yu.V., Eliava Sh.Sh. Decompressive craniotomy in patients with intracranial aneurysmal hemorrhage. *Voprosy neirokhirurgii im. N.N. Burdenko* 2016; 80(5): 144–150, <https://doi.org/10.17116/neiro2016805144-150>.

9. Sade B., Oya S., Lee J.H. Non-watertight dural reconstruction in meningioma surgery: results in 439 consecutive patients and a review of the literature. *J Neurosurg* 2011; 114(3): 714–718, <https://doi.org/10.3171/2010.7.jns10460>.

10. Xu H., Chu L., He R., Ge C., Lei T. Posterior fossa decompression with and without duraplasty for the treatment of Chiari malformation type I-a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev* 2017; 40(2): 213–221, <https://doi.org/10.1007/s10143-016-0731-x>.

11. Фраерман А.П., Перльмуттер О.А., Шахов А.В., Шахов В.Е., Парфенов Ю.А., Орлов В.П., Савелло В.Е. Гнойная нейрохирургия. Н. Новгород: Поволжье; 2015. Fraerman A.P., Perl'mutter O.A., Shakhov A.V., Shakhov V.E., Parfenov Yu.A., Orlov V.P., Savello V.E. *Gnoynaya neyrokhirurgiya* [Purulent neurosurgery]. Nizhny Novgorod: Povolzh'e; 2015.

12. Zanaty M., Chalouhi N., Starke R.M., Clark S.W., Bovenzi C.D., Saigh M., Schwartz E., Kunkel E.S., Efthimiadis-Budike A.S., Jabbour P., Dalyai R., Rosenwasser R.H., Tjoumakaris S.I. Complications following cranioplasty: incidence and predictors in 348 cases. *J Neurosurg* 2015; 123(1): 182–188, <https://doi.org/10.3171/2014.9.jns14405>.

13. Azzam D., Romiyo P., Nguyen T., Sheppard J.P.,



34. Рябов А.Ю., Фадеева И.С., Деев Р.В., Вержина Н.О., Юрасова Ю.Б., Фесенко Н.И., Гурьев В.В., Склянчук Е.Д., Лекишвили М.В., Акатов В.С. Экспериментальное и морфологическое исследование биологических мембран ксеногенного происхождения. *Гены и клетки* 2014; 9(4): 103–109. Ryabov A.Yu., Fadeeva I.S., Deev R.V., Vezhnina N.O., Yurasova Yu.B., Fesenko N.I., Guriev V.V., Sklyanchuk E.D., Lekishvili M.V., Akatov V.S. Experimental and morphological study of the xenogenic biological membranes. *Geny i kletki* 2014; 9(4): 103–109.
35. Neulen A., Gutenberg A., Takács I., Wéber G., Wegmann J., Schulz-Schaeffer W., Giese A. Evaluation of efficacy and biocompatibility of a novel semisynthetic collagen matrix as a dural onlay graft in a large animal model. *Acta Neurochir* 2011; 153(11): 2241–2250, <https://doi.org/10.1007/s00701-011-1059-5>.
36. Венедиктов А.А. Разработка биоматериалов для реконструктивной хирургии на основе ксеноперикардальной ткани. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М; 2014. Venediktov A.A. *Razrabotka biomaterialov dlya rekonstruktivnoy khirurgii na osnove ksenoperikardial'noy tkani*. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Development of biomaterials for reconstructive surgery based on xenopericardial tissue. PhD Thesis]. Moscow; 2014.
37. Costa B.S., Cavalcanti-Mendes Gde A., Abreu M.S., Sousa A.A. Clinical experience with a novel bovine collagen dura mater substitute. *Arq Neuropsiquiatr* 2011; 69(2A): 217–220, <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2011000200015>.
38. Griessenauer C.J., He L., Salem M., Chua M., Ogilvy C.S., Thomas A.J. Epidural bovine pericardium facilitates dissection during cranioplasty: a technical note. *World Neurosurg* 2015; 84(6): 2059–2063, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.08.009>.
39. Рыскельдиев Н.А., Жумадильдина А.Ж., Тельтаев Д.К., Мустафин Х.А., Оленбай Г.И., Молдабеков А.Е., Тлеубергенов М.А., Доскалиев А.Ж. Пластика дефекта твердой мозговой оболочки в области задней черепной ямки. *Нейрохирургия и неврология Казахстана* 2013; 4(33): 18–22. Ryskeldiyev N.A., Zhumadildina A.Zh., Teltayev D.K., Mustafin Kh.A., Olenbay G.I., Moldabekov A.E., Tleubergenov M.A., Doskaliyev A.Zh. Dural plasty in the posterior cranial fossa. *Neyrokhirurgiya i nevrologiya Kazakhstana* 2013; 4(33): 18–22.
40. Parlato C., di Nuzzo G., Luongo M., Parlato R.S., Accardo M., Cuccurullo L., Moraci A. Use of a collagen biomatrix (TissuDura) for dura repair: a long-term neuroradiological and neuropathological evaluation. *Acta Neurochir* 2011; 153(1): 142–147, <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0718-2>.
41. Mumert M.L., Altay T., Couldwell W.T. Technique for decompressive craniectomy using Sefrapil as a dural substitute and anti-adhesion barrier. *J Clin Neurosci* 2012; 19(3): 455–457, <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2011.09.004>.
42. Bowers C.A., Brimley C., Cole C., Gluf W., Schmidt R.H. AlloDerm for duraplasty in Chiari malformation: superior outcomes. *Acta Neurochir* 2015; 157(3): 507–511, <https://doi.org/10.1007/s00701-014-2263-x>.
43. Иванов П.В., Булкина Н.В., Капралова Г.А., Зюлькина Л.А., Ведяева А.П. Экспериментальное обоснование применения ксеноперикардальной пластины «Кардиоплант» в качестве резорбируемой мембраны при направленной регенерации костной ткани. *Фундаментальные исследования* 2013; 1(3): 67–69. Ivanov P.V., Bulkina N.V., Kapralova G.A., Zyuilkina L.A., Vedyayeva A.P. Experimental acknowledgement of possibility of use of a plate of “Kardioplant” in quality resolving membranes at use of a method of the directed regeneration of a bone fabric. *Fundamental'nye issledovaniya* 2013; 1(3): 67–69.
44. Зиновьев П.Д., Баулин А.В., Венедиктов А.А., Толстоухов В.С. Пластика дефекта твердой мозговой оболочки эндопротезом «Кардиоплант»: экспериментальное исследование. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* 2015; 3(2): 198–200. Zinoviev P.D., Baulin A.V., Venediktov A.A., Tolstoukhov V.S. Plastics of defects of the dura mater of the endoprosthesis “Cardioplant”: an experimental study. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* 2015; 3(2): 198–200.
45. De Tommasi C., Bond A.E. Complicated pseudomeningocele repair after Chiari decompression: case report and review of the literature. *World Neurosurg* 2016; 88: 688.e1–688.e7, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.11.056>.
46. Pierson M., Birinyi P.V., Bhimireddy S., Coppens J.R. Analysis of decompressive craniectomies with subsequent cranioplasties in the presence of collagen matrix dural substitute and polytetrafluoroethylene as an adhesion preventative material. *World Neurosurg* 2016; 86: 153–160, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.09.078>.
47. De Kegel D., Vastmans J., Fehervary H., Depreitere B., Vander Sloten J., Famaey N. Biomechanical characterization of human dura mater. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018; 79: 122–134, <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.12.023>.
48. Кувенев А.А. Особенности строения базальной части твердой оболочки головного мозга человека. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини* 2013; 8(3): 59–63. Kuvenev A.A. Features of structure of basal part of dura mater of human's brain. *Ukrai'ns'kyj zhurnal klinichnoi ta laboratornoi medycyny* 2013; 8(3): 59–63.
49. Алексеев Д.Е., Свистов Д.В., Коровин А.Е., Шилин В.П. Перспективы создания искусственных структурных аналогов твердой мозговой оболочки. *Клиническая патофизиология* 2015; 4: 16–21. Alekseev D.E., Svistov D.V., Korovin A.E., Shilin V.P. The perspectives of the creation of artificial analogues of dura mater. *Klinicheskaya patofiziologiya* 2015; 4: 16–21.
50. Esposito F., Grimod G., Cavallo L.M., Lanterna L., Biroli F., Cappabianca P. Collagen-only biomatrix as dural substitute: what happened after a 5-year observational follow-up study. *Clin Neurol Neurosurg* 2013; 115(9): 1735–1737, <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.03.013>.
51. Menger R., Connor D.E. Jr., Hefner M., Caldito G., Nanda A. Pseudomeningocele formation following chiari decompression: 19-year retrospective review of predisposing and prognostic factors. *Surg Neurol Int* 2015; 6(1): 70, <https://doi.org/10.4103/2152-7806.156632>.
52. Sekhar L.N., Mai J.C. Dural repair after craniotomy and the use of dural substitutes and dural sealants. *World Neurosurg* 2013; 79(3–4): 440–442, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.12.062>.
53. Gonzalez-Lopez P., Harput M.V., Ture H., Atalay B., Ture U. Efficacy of placing a thin layer of gelatin sponge over the subdural space during dural closure in preventing meningo-cerebral adhesion. *World Neurosurg* 2015; 83(1): 9–101, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2014.02.032>.
54. Алексеев Д.Е., Свистов Д.В., Мацко Д.Е., Алексеев Е.Д. Пластика дефектов твердой мозговой оболочки коллагеновыми имплантатами с использованием

- бесшовного аппликационного бесклеевого метода. Вестник хирургии им. И.И. Грекова 2017; 176(2): 70–76. Alekseev D.E., Svistov D.V., Matsko D.E., Alekseev E.D. Plasty of dura mater defects by collagen implants using non-suture contact direct bonding method. *Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova* 2017; 176(2): 70–76.
55. Шарипов О.И., Кутин М.А., Баюклин А.В., Имаев А.А., Абдилатипов А.А., Курносоев А.Б., Фомичев Д.В., Михайлов Н.И., Калинин П.Л. Применение тромбоцитарного геля для пластики ликворной фистулы основания черепа (случай из практики и обзор литературы). Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2018; 82(1): 86–92. Sharipov O.I., Kutin M.A., Bayuklin A.V., Imaev A.A., Abdilatipov A.A., Kurnosov A.B., Fomichev D.V., Mikhaylov N.I., Kalinin P.L. The use of platelet gel for repair of a cerebrospinal fluid fistula of the skull base (a case report and literature review). *Voprosy neirokhirurgii im. N.N. Burdenko* 2018; 82(1): 86–92, <https://doi.org/10.17116/neiro201882186-92>.
56. Ito H., Kimura T., Sameshima T., Aiyama H., Nishimura K., Ochiai C., Morita A. Reinforcement of pericranium as a dural substitute by fibrin sealant. *Acta Neurochir (Wien)* 2011; 153(11): 2251–2254, <https://doi.org/10.1007/s00701-011-1077-3>.
57. Шиманский В.Н., Пошатаев В.К., Одаманов Д.А., Шевченко К.В. Методика применения материала ТахоКомб для пластики твердой мозговой оболочки в хирургии опухолей задней черепной ямки. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2016; 80(5): 85–89. Shimanskiy V.N., Poshataev V.K., Odamanov D.A., Shevchenko K.V. A technique of TachoComb application in dura mater reconstruction in surgery for posterior cranial fossa tumors. *Voprosy neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko* 2016; 80(5): 85–89, <https://doi.org/10.17116/neiro201680585-89>.
58. Williams L.E., Vannemreddy P.S., Watson K.S., Slavin K.V. The need in dural graft suturing in Chiari I malformation decompression: a prospective, single-blind, randomized trial comparing sutured and sutureless duraplasty materials. *Surg Neurol Int* 2013; 4: 26, <https://doi.org/10.4103/2152-7806.107904>.
59. Садыков А.М., Калиев А.Б., Ахметов К.К. Случаи лечения посттравматической базальной ликвореи. Нейрохирургия и неврология Казахстана 2011; 1(22): 8–10. Sadykov A.M., Kaliev A.B., Akhmetov K.K. The experience of posttraumatic treatment of basal liquororrhea. *Neyrokhirurgiya i neurologiya Kazakhstana* 2011; 1(22): 8–10.
60. Мустафаев Б.С., Мустафаева А.С. Посттравматическая ликворея: диагностика и хирургическое лечение. Нейрохирургия и неврология Казахстана 2017; 3(48): 37–40. Mustafayev B.S., Mustafayeva A.S. Posttraumatic liquororrhea: diagnosis and surgical treatment. *Neyrokhirurgiya i neurologiya Kazakhstana* 2017; 3(48): 37–40.
61. Алексеев Д.Е., Свистов Д.В., Неворотин А.И., Коровин А.Е., Гайворонский А.И. Ультраструктура твердой оболочки головного мозга человека и ее заменителей. Вестник Российской военно-медицинской академии 2016; 4(56): 103–112. Alekseev D.E., Svistov D.V., Nevorotin A.I., Korovin A.E., Gaivoronskiy A.I. The ultrastructure of dura mater of brain and its substitutes. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii* 2016; 4(56): 103–112.
62. Nagel S.J., Reddy C.G., Frizon L.A., Chardon M.K., Holland M., Machado A.G., Gillies G.T., Howard M.A., Wilson S. Spinal dura mater: biophysical characteristics relevant to medical device development. *J Med Eng Technol* 2018; 42(2): 128–139, <https://doi.org/10.1080/03091902.2018.1435745>.
63. Пашаев Б.Ю., Бочкарев Д.В., Данилов В.И., Красножен В.Н., Вагапова Г.Р. Совершенствование методов реконструкции дефектов основания черепа при трансназальных вмешательствах по поводу патологии основания черепа. Дневник казанской медицинской школы 2015; 2(8): 23–27. Pashaev B.Yu., Bochkarev D.V., Danilov V.I., Krasnozhen V.N., Vagapova G.R. Improved methods of reconstruction of defects in the skull base transnasal surgery for skull base pathology. *Dnevnik kazanskoy meditsinskoy shkoly* 2015; 2(8): 23–27.
64. Schmalz P., Griessenauer C., Ogilvy C.S., Thomas A.J. Use of an absorbable synthetic polymer dural substitute for repair of dural defects: a technical note. *Cureus* 2018; 10(1): e2127, <https://doi.org/10.7759/cureus.2127>.
65. Якушин О.А., Новокшенов А.В., Агаджанян В.В. Реконструктивных операций в лечении больных с травмой спинного мозга и его оболочек. Политравма 2015; 1: 16–22. Yakushin O.A., Novokshonov A.V., Agadzhanian V.V. Use of microsurgical reconstructive techniques for treatment of patients with injuries to the spinal cord and its mater. *Politramva* 2015; 1: 16–22.
66. Разумовский А.Ю., Смирнова С.В. Использование имплантационных материалов для пластики диафрагмы у новорожденных 2012; 11: 90–95. Razumovskii A.Iu., Smirnova S.V. The implant substances for the diaphragm plastics in the newborns. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2012; 11: 90–95.
67. Khodak V.A., Petrov V.V., Dvornikov A.V., Mironov A.A., Baburin A.B., Parshikov V.V., Tsybusov S.N. The possibilities and advantages of sutureless plasty of abdominal wall using different synthetic meshes in experimental study. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2012; (2): 31–36.
68. Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Лечение «взрывных» переломов нижней стенки орбиты. Часть 3: Характеристика используемых трансплантационных материалов. Офтальмологические ведомости 2012; 5(2): 39–56. Nikolaenko V.P., Astakhov Yu.S. Treatment of orbital floor “blow-out” fractures. Part 3: Characteristics of transplant materials used. *Oftalmologicheskie vedomosti* 2012; 5(2): 39–56.
69. Sandoval-Sanchez J.H., Ramos-Zuniga R., de Anda S.L., Lopez-Dellamary F., Gonzalez-Castaneda R., Ramirez-Jaimes Jde L., Jorge-Espinoza G. A new bilayer chitosan scaffolding as a dural substitute: experimental evaluation. *World Neurosurg* 2012; 77(3–4): 577–582, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.07.007>.
70. Orenstein S.B., Saberski E.R., Kreutzer D.L., Novitsky Y.W. Comparative analysis of histopathologic effects of synthetic meshes based on material, weight, and pore size in mice. *J Surg Res* 2012; 176(2): 423–429, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.09.031>.
71. Kurpinski K., Patel S. Dura mater regeneration with a novel synthetic, bilayered nanofibrous dural substitute: an experimental study. *Nanomedicine* 2011; 6(2): 325–337, <https://doi.org/10.2217/nnm.10.132>.
72. Kim D.W., Eum W.S., Jang S.H., Park J., Heo D.H., Sheen S.H., Lee H.R., Kweon H., Kang S.W., Lee K.G., Cho S.Y., Jin H.J., Cho Y.J., Choi S.Y. A transparent artificial dura mater made of silk fibroin as an inhibitor of inflammation in craniotomized rats. *J Neurosurg* 2011; 114(2): 485–490, <https://doi.org/10.3171/2010.9.jns.091764>.
73. Wang H., Dong H., Kang C.G., Lin C., Ye X., Zhao Y.L.

Preliminary exploration of the development of a collagenous artificial dura mater for sustained antibiotic release. *Chin Med J (Engl)* 2013; 126(17): 3329–3333.

74. Andrychowski J., Czernicki Z., Taraszewska A., Frontczak-Baniewicz M., Przytula E., Zebala M. Granulomatous inflammation of dura mater — a rare side effect after application of hemostatic and insulation materials in case of two-stage operation of huge meningioma. *Folia Neuropathol* 2012; 50(4): 417–424, <https://doi.org/10.5114/fn.2012.32377>.

75. Terasaka S., Taoka T., Kuroda S., Mikuni N., Nishi T., Nakase H., Fujii Y., Hayashi Y., Murata J.I., Kikuta K.I., Kuroiwa T., Shimokawa S., Houkin K. Efficacy and safety of non-suture dural closure using a novel dural substitute consisting of polyglycolic acid felt and fibrin glue to prevent cerebrospinal fluid leakage — a non-controlled, open-label, multicenter clinical trial. *J Mater Sci Mater Med* 2017; 28(5): 69, <https://doi.org/10.1007/s10856-017-5877-8>.

76. Hutter G., von Felten S., Sailer M.H., Schulz M., Mariani L. Risk factors for postoperative CSF leakage after elective craniotomy and the efficacy of fleece-bound tissue sealing against dural suturing alone: a randomized controlled trial. *J Neurosurg* 2014; 121(3): 735–744, <https://doi.org/10.3171/2014.6.jns131917>.

77. Salgado C.L., Sanchez E.M., Zavaglia C.A., Granja P.L. Biocompatibility and biodegradation of polycaprolactone-sebacic acid blended gels. *J Biomed Mater Res A* 2012; 100(1): 243–251, <https://doi.org/10.1002/jbm.a.33272>.

78. Rosen C.L., Steinberg G.K., DeMonte F., Delashaw J.B. Jr., Lewis S.B., Shaffrey M.E., Aziz K., Hantel J., Marciano F.F. Results of the prospective, randomized, multicenter clinical trial evaluating a biosynthesized cellulose graft for repair of dural defects. *Neurosurgery* 2011; 69(5): 1093–1104, <https://doi.org/10.1227/neu.0b013e3182284aca>.

79. Yoshioka N. Cranial reconstruction following the removal of an infected synthetic dura mater substitute. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2014; 2(4): e134, <https://doi.org/10.1097/gox.0000000000000087>.

80. Matsumoto Y., Aikawa H., Tsutsumi M., Narita S., Yoshida H., Etou H., Sakamoto K., Kazekawa K. Histological examination of expanded polytetrafluoroethylene artificial dura mater at 14 years after craniotomy. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2013; 53(1): 43–46, <https://doi.org/10.2176/nmc.53.43>.

81. Suwanprateeb J., Luangwattanawilai T., Theeranattapong T., Suvannapruk W., Chumnanvej S., Hemstapat W. Bilayer oxidized regenerated cellulose/poly ε-caprolactone knitted fabric-reinforced composite for use as an artificial dural substitute. *J Mater Sci Mater Med* 2016; 27(7): 122, <https://doi.org/10.1007/s10856-016-5736-z>.

82. Deng K., Ye X., Yang Y., Liu M., Ayyad A., Zhao Y., Yuan Y., Zhao J., Xu T. Evaluation of efficacy and biocompatibility of a new absorbable synthetic substitute as a dural onlay graft in a large animal model. *Neurol Res* 2016; 38(9): 799–808, <https://doi.org/10.1080/01616412.2016.1214418>.

83. Panchak M., Chung L.K., Lagman C., Bui T.T., Lazareff J., Rezzadeh K., Jarrahy R., Yang I. Outcomes following polyetheretherketone (PEEK) cranioplasty: systematic review and meta-analysis. *J Clin Neurosci* 2017; 41: 30–35, <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.03.028>.

84. Xiong N.X., Tan D.A., Fu P., Huang Y.Z., Tong S., Yu H. Healing of deep wound infection without removal of non-absorbable dura mater (Neuro-Patch®): a case report. *J Long Term Eff Med Implants* 2016; 26(1): 43–48, <https://doi.org/10.1615/jlongtermeffmedimplants.2016010104>.

85. Хомутинникова Н.Е., Орлинская Н.Ю., Цыбусов С.Н., Дурново Е.А., Мишина Н.В. Клинико-морфологическая оценка репаративной регенерации костной ткани глазницы при использовании полимерных имплантатов в эксперименте. *Морфологические ведомости* 2015; 1: 68–74. Khomutinnikova N.E., Orlynskaya N.Yu., Tsybusov S.N., Durnovo E.A., Mishina N.V. Clinical and morphological evaluation of reparative regeneration of the bone tissue of the orbit when using polymer implants in the experiment. *Morfologicheskie vedomosti* 2015; 1: 68–74.

86. Treushnikov V.M., Viktorova E.A. Principles of manufacturing biocompatible and biostable polymer implants (review). *Sovremennye tehnologii v medicine* 2015; 7(3): 149–171, <https://doi.org/10.17691/stm2015.7.3.20>.

87. Хубутя М.Ш., Ярцев П.А., Рогаль М.Л., Лебедев А.Г., Раскатова Е.В. Использование биологического имплантата при герниопластике. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2011; 4: 9–12. Khubutiia M.Sh., Iartsev P.A., Rogal' M.L., Lebedev A.G., Raskatova E.V. Biological implants for hernioplasty. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2011; 4: 9–12.

88. Погодин И.Е., Ручин М.В., Стручков А.А. Лечение дермальных ожогов с применением гидрохирургической системы «Versajet» и биополимера «Реперен». *Медицинский альманах* 2013; 3(27): 120–121. Pogodin I.E., Ruchin M.V., Struchkov A.A. The treatment of dermal burns with the use of hydrosurgical system “Versajet” and biopolymer “Reperen”. *Medicinskij al'manah* 2013; 3(27): 120–121.

89. Крупко А.В., Богосьян А.Б., Крупко М.С. Применение полимерных сеток «Реперен» в хирургическом лечении воронкообразной деформации грудной клетки. *Травматология и ортопедия России* 2014; 3(73): 69–75. Krupko A.V., Bogos'yan A.B., Krupko M.S. Use of reperen polymer meshes in surgical treatment of pectus excavatum. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* 2014; 3(73): 69–75.

90. Шестериков А.А., Лалов Ю.В., Фомин П.А., Успенский И.В. Герметизация дна турецкого седла синтетическим имплантатом «Реперен-СТ» при комбинированном лечении опухолей хиазмально-селлярной области. *Современные технологии в медицине* 2011; 1: 6–10. Shesterikov A.A., Lalov Yu.V., Fomin P.A., Uspenskii I.V. Hermetization of the turkish saddle fundus with the “Reperen-ST” synthetic implant in a combined treatment of the chiasmal and sellar area tumors. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2011; 1: 6–10.

91. Тихомиров С.Е., Цыбусов С.Н., Кравец Л.Я. Изучение реакции мягких тканей на имплантацию полимера «Реперен». *Нейрохирургия* 2012; 3: 45–52. Tikhomirov S.E., Tsybusov S.N., Kravets L.Ya. Soft tissue response to grafting of polymer implant “Reperen”. *Neirokhirurgiya* 2012; 3: 45–52.

92. Тихомиров С.Е. Пластика дефектов свода черепа пластинами «Реперен» (экспериментально-клиническое исследование). Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 2011. Tikhomirov S.E. *Plastika defektov svoda cherepa plastinami “Reperen” (eksperimentalno-klinicheskoe issledovanie)*. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Calvarium defect plasty with “Reperen” plates (experimental and clinical study)]. PhD Thesis]. Nizhny Novgorod; 2011.

93. Паршиков В.В., Снопина Л.Б., Жемарина Н.В., Проданец Н.Н., Баскина О.С., Ходак В.А., Петров В.В., Дворников А.В., Миронов А.А., Цыбусов С.Н. Морфологические особенности течения репаративного процесса после интраперитонеальной пластики брюшной стенки сеткой

в зависимости от материала и структуры эндопротеза в эксперименте. *Современные технологии в медицине* 2013; 5(3): 23–30. Parshikov V.V., Snopova L.B., Zhemarina N.V., Prodanets N.N., Baskina O.S., Khodak V.A., Petrov V.V., Dvornikov A.V., Mironov A.A., Tsybusov S.N. Morphological characteristics of reparative process after intraperitoneal abdominal wall mesh plasty depending on endoprosthetic material and structure in experiment. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2013; 5(3): 23–30.

**94.** Чипизубов В.А., Петров С.И. Роль ранней поэтажной пластики дефекта черепа в реабилитации пациентов, перенесших декомпрессивную трепанацию черепа по поводу нетравматического внутричерепного кровоизлияния. *Consilium Medicum* 2017; 19(2): 40–43. Chipizubov V.A., Petrov S.I. The role of early skeletal plastics of a skull defect in the rehabilitation of patients who underwent decompressive trepanation of the skull for nontraumatic intracranial hemorrhage. *Consilium Medicum* 2017; 19(2): 40–43.

**95.** Тихомиров С.Е., Цыбусов С.Н., Кравец Л.Я., Фраерман А.П., Бальмасов А.А. Пластика дефектов свода черепа и твердой мозговой оболочки новым полимерным материалом Реперен. *Современные технологии в медицине* 2010; 2: 6–11. Tikhomirov S.E., Tsybusov S.N., Kravets L.Ya., Fraerman A.P., Balmasov A.A. Plasty of the base of the skull defects and dura mater with the Reperen's new polymer material. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2010; 2: 6–11.

**96.** Шелудяков А.Ю., Тихомиров С.Е., Ступак Ю.А. Применение протектора из материала Реперен при микроваскулярной декомпрессии тройничного нерва. *Современные технологии в медицине* 2014; 6(1): 121–123. Sheludyakov A.Y., Tikhomirov S.E., Stupak Y.A. The use of protector made of reperen in microvascular decompression of trigeminal nerve. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2014; 6(1): 121–123.

**97.** Вербицкий Д.А. Применение геля карбоксиметилцеллюлозы для профилактики спайкообразования в брюшной полости. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2004. Verbitskiy D.A. *Primenenie gelya karboksimeititsellyulozy dlya profilaktiki spaykoobrazovaniya v bryushnoy polosti*. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [The use of carboxymethylcellulose gel to prevent adhesion in the abdominal cavity. PhD Thesis]. Saint Petersburg; 2004.

**98.** Zhao D., Tao S., Zhang D., Qin M., Bao Y., Wu A. "Five-layer gasket seal" watertight closure for reconstruction of the skull base in complex bilateral traumatic intraorbital meningoencephaloceles: a case report and literature review. *Brain Inj* 2018; 32(6): 804–807, <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1440631>.

**99.** Кропотов М.А., Соболевский В.А., Бекашев А.Х., Лысов А.А., Диков Ю.Ю. Реконструкция дефектов кожи волосистой части головы и костей свода черепа после удаления опухолей. *Анналы хирургии* 2015; 1: 21–30. Kropotov M.A., Sobolevskiy V.A., Bekyashev A.Kh., Lysov A.A., Dikov Yu.Yu. Scalp and calvarial reconstruction after tumor resection. *Annals of surgery* 2015; 1: 21–30.

**100.** Шагинян Г.Г., Гюльзатян А.А., Макаревич Д.А., Древаль О.Н. Лечение базальной ликвореи у больных с тяжелыми краниофациальными повреждениями. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова* 2014; 6(4): 35–49. Shahinian G.G., Gulzatyan A.A., Makarevich D.A., Dreval O.N. Treatment of basal CSF leakage in patients with severe craniofacial damage. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. professora A.L. Polenova* 2014; 6(4): 35–49.

**101.** Honeybul S., Ho K.M. Cranioplasty: morbidity and failure. *Br J Neurosurg* 2016; 30(5): 523–528, <https://doi.org/10.1080/02688697.2016.1187259>.

**102.** Крылов В.В., Петриков С.С., Талыпов А.Э., Пурас Ю.В., Солодов А.А., Левченко О.В., Григорьева Е.В., Кордонский А.Ю. Современные принципы хирургии тяжелой черепно-мозговой травмы. *Неотложная медицинская помощь* 2013; 4: 39–47. Krylov V.V., Petrikov S.S., Talypov A.E., Puras Yu.V., Solodov A.A., Levchenko O.V., Grigoryeva E.V., Kordonskiy A.Yu. Modern principles of surgery severe craniocerebral trauma. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch* 2013; 4: 39–47.

**103.** Ступак В.В., Мишинов С.В., Садовой М.А., Копорushko 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. 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 defects of the bones of the skull. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* 2017; 4: 38.

**104.** Потапов А.А., Корниенко В.Н., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Охлопков В.А., Еолчийан С.А., Гаврилов А.Г., Захарова Н.Е., Яковлев С.Б., Шурхай В.А. Современные технологии в хирургическом лечении последствий травмы черепа и головного мозга. *Вестник Российской академии медицинских наук* 2012; 67(9): 31–38. Potapov A.A., Kornienko V.N., Kravchuk A.D., Likhterman L.B., Okhlopov V.A., Eolchiyan S.A., Gavrilov A.G., Zakharova N.E., Yakovlev S.B., Shurkhay V.A. Modern technology in the surgical treatment of head injury sequelae. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* 2012; 67(9): 31–38, <https://doi.org/10.15690/vramn.v67i9.404>.