

© Коллектив авторов, 2017
УДК 616.831.95.004.6–089.844

Д. Е. Алексеев¹, Д. В. Свистов¹, Д. Е. Мацко², Е. Д. Алексеев¹

ПЛАСТИКА ДЕФЕКТОВ ТВЁРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ КОЛЛАГЕНОВЫМИ ИМПЛАНТАТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСШОВНОГО АПЛИКАЦИОННОГО БЕСКЛЕЕВОГО МЕТОДА

¹ Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-медицинская академии им. С. М. Кирова» МО РФ (нач. — чл.-кор. РАН проф. А. Н. Бельских), Санкт-Петербург; ² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)» (дир. — проф. В. М. Моисеенко)

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Изучение и сравнение эффективности пластики твердой мозговой оболочки (ТМО) с помощью различных коллагеновых материалов в эксперименте. **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Экспериментальное исследование *in vivo* проводилось с использованием 60 лабораторных животных. После выполнения трепанации черепа и вскрытия ТМО кролики были разделены на 4 группы в зависимости от материала, использованного для пластики дефектов ТМО: Duraform, Lyostypt, прототип отечественного коллагенового матрикса для пластики ТМО и контрольная группа. После выведения из эксперимента оценивали наличие и степень выраженности оболочечно-мозгового рубца, выполняли гистологические и иммуногистохимические исследования области пластики ТМО. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Степень выраженности оболочечно-мозгового рубца статистически значимо была выше в контрольной группе, в то время как в группах, где использовались различные коллагеновые матриксы, не наблюдалось значимой разницы, также в этих группах была схожая гистологическая и иммуногистохимическая картины. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Использование коллагеновых матриксов улучшало результаты пластики ТМО в эксперименте, препятствовало формированию оболочечно-мозгового рубца, что позволяет прогнозировать их высокую клиническую эффективность.

Ключевые слова: *твердая мозговая оболочка, заменитель твердой мозговой оболочки, оболочечно-мозговой рубец, коллагеновый матрикс*

D. E. Alekseev¹, D. V. Svistov¹, D. E. Matsko², E. D. Alekseev¹

PLASTY OF DURA MATER DEFECTS BY COLLAGEN IMPLANTS USING NON-SUTURE CONTACT DIRECT BONDING METHOD

¹ S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg; ² St. Petersburg Clinical Research and Practical Centre of Specialized Types of Medical Care (Oncological)

OBJECTIVE. The study investigated and compared the efficacy of plasty of dura mater using different collagen materials in the experiment. **MATERIALS AND METHODS.** The experimental study *in vivo* was carried out on 60 laboratory animals. Rabbits were divided into 4 groups after performing the craniotomy and dura mater opening. It depended on the material used for plasty of dural defects such as Duraform, Lyostypt and Russian prototype of collagen matrix for dural grafting. The fourth group was the control group. The presence and severity of meningo-cerebral adhesion, histological and immunological researches of duraplasty areas were performed after the experiment. **RESULTS.** The severity of meningo-cerebral adhesion was significantly higher in control group, but there wasn't noted any meaningful difference in the groups with different collagen matrices. These groups had similar histological and immunohistochemical features. **CONCLUSIONS.** An application of collagen matrix improved the results of duraplasty and prevented formation of meningo-cerebral adhesions in the experiment. This data predict the high clinical efficacy of the method.

Key words: *dura mater, dural substitute, meningo-cerebral adhesion, collagen matrix*

Введение. Нарушение целостности твердой мозговой оболочки (ТМО) при оперативных вмешательствах на головном мозге, создавая сообщение субдурального и часто субарахно-

идального пространств с окружающей средой, обуславливает риск развития послеоперационной ликвореи, внутричерепных инфекционных осложнений, приводит к образованию оболочечно-мозгового рубца [1, 2, 5, 6, 9, 17].

Среди множества существующих способов замещения дефектов ТМО с помощью вшивания различных материалов от аутоканей пациента до синтетических полимеров очевидной простотой и удобством использования обладают пористые коллагеновые матриксы, не требующие шовной фиксации [18]. Однако подобные коллагеновые материалы, сертифицированные для пластики ТМО, выпускаются немногочисленными зарубежными производителями и имеют высокую рыночную стоимость, что, по мнению некоторых исследователей [7], ставит под сомнение экономическую эффективность их использования для герметизации ТМО. При этом широко известные и доступные коллагеновые гемостатические губки отечественного производства имеют схожий состав, что позволяет прогнозировать их эффективность для замещения дефектов ТМО, однако какие-либо литературные данные о подобном способе их применения отсутствуют. Ещё одним аспектом, играющим важную роль при выборе пластического материала, является влияние имплантата на процесс заживления операционной раны, а именно, формирование оболочечно-мозгового рубца [6, 12].

Цель исследования — изучение сравнительной эффективности бесшовного аппликационного бесклеевого метода пластики дефектов ТМО с помощью различных коллагеновых материалов в эксперименте.

Материал и методы. Экспериментальное исследование *in vivo* проводилось на базе ФГУ НИИИ военной медицины МО РФ с использованием 60 лабораторных животных (кроликов породы «Советская шиншилла») после одобрения локальным независимым комитетом по вопросам этики.

В зависимости от материала, использованного для пластики ТМО, животные были разделены на 4 однородные по полу (самки), возрасту (3 мес) и массе [(2,4±0,1) кг] группы в соответствии с представленной таблицей. В 1-й

группе использовали официальный коллагеновый матрикс для пластики ТМО Duraform («Codman, Johnson&Johnson»). Во 2-й группе применяли официальный гемостатический материал — коллагеновую пленку Lyostypt («B Braun»). В 3-й группе использовали прототип отечественного коллагенового матрикса для пластики ТМО, изготовленный на базе ОАО «Лужский завод „Белкозин”». В 4-й (контрольной) группе не использовали какие-либо дополнительные средства для пластики ТМО. Для изучения динамики морфологических изменений в области замещенного дефекта ТМО в каждой группе дополнительно было выделено 3 подгруппы в зависимости от длительности наблюдения в послеоперационном периоде и сроков выведения из эксперимента: 10, 30 и 42 сут (таблица).

После предварительной 30-дневной карантинизации всем животным с помощью высокоскоростного бора и пистолетных кусачек была выполнена двусторонняя резекционная трепанация черепа (рис. 1, а). Манипуляции осуществляли в условиях многокомпонентной комбинированной анестезии в соответствии с методикой, описанной ранее В.К. Лядовым и соавт. [4], препаратами «Золетил» (10 мг/кг массы животного) и «Рометар» (2 мг/кг массы животного) внутримышечно, новокаин (5–7 мл 0,5% раствора) — местно инфильтрационно. Под оптическим увеличением операционной лупы с помощью микроинструментов осуществляли вскрытие с последующей резекцией фрагментов ТМО для моделирования её дефектов (см. рис. 1, б).

Далее выполняли пластику ТМО исследуемыми коллагеновыми материалами путём их аппликации на область дефекта оболочки без использования фиксации швами (рис. 2).

Рану мягких тканей зашивали полипропиленовой монофиламентной нитью узловыми швами по Донати с одномоментной фиксацией повязки, что значительно облегчало послеоперационное ведение раны у подвижных животных. В послеоперационном периоде кролики получали полноценное питание, антибиотикотерапию (байтрил по 5 мг/кг 1 раз в сутки) в течение 10 сут, ежедневные перевязки с растворами антисептиков. Удаление кожных швов осуществляли на 7-е сутки.

Проводили наблюдение за поведенческой реакцией, массой тела, наличием ликвореи через операционную рану, образованием псевдоменингеоцеле в области оперативного вмешательства.

Животных выводили из эксперимента в соответствующие подгруппе сроки путем введения летальной дозы анестетика и осуществляли ревизию послеоперационных ран: оценивали состояние пластического материала, наличие его сращений с мягкой мозговой оболочкой и корой головного мозга, костью, мышечно-кожным лоскутом. На основе предложенной в 2015 г. P.Gonzalez-Lopez и соавт.

Распределение животных по группам

Группа животных	Материал для пластики ТМО	Длительность послеоперационного периода, сут			Итого
		10	30	42	
1-я	DuraForm Codman, J&J (США)	5	5	5	15
2-я	Lyostypt B Braun (ФРГ)	5	5	5	15
3-я	Белкозин ОАО «Белкозин» (РФ)	5	5	5	15
4-я	Нет (контрольная группа)	5	5	5	15
Всего		20	20	20	60

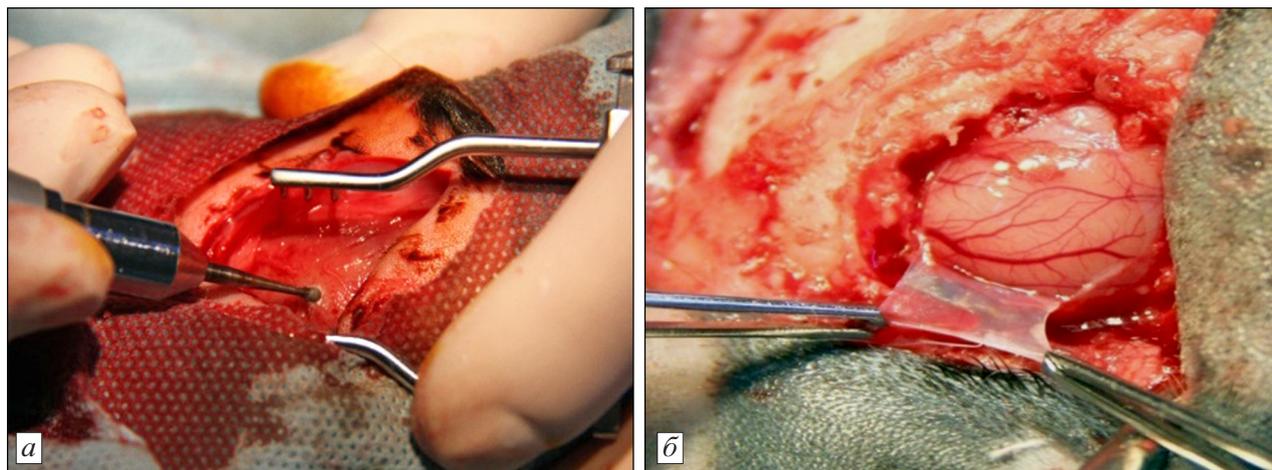


Рис. 1. Формирование трепанационного окна (а) и вскрытие ТМО (б)

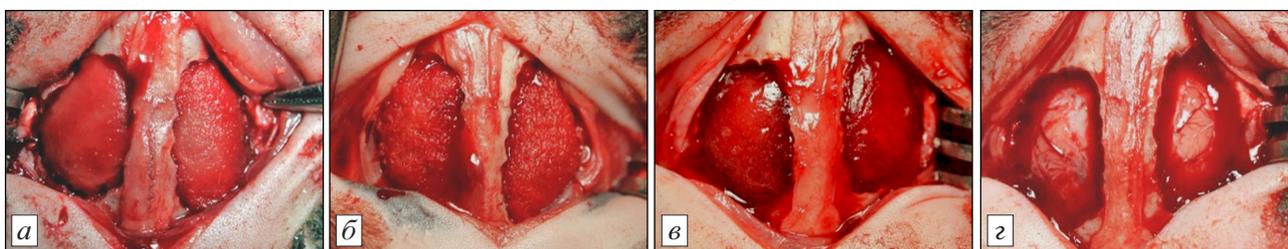


Рис. 2. Пластика дефекта ТМО коллагеновыми материалами.

а – Duraform; б – Lyostypt; в – Белкозин; г – контрольная группа

[10] классификации оболочечно-мозговых рубца нами разработана и использована для исследования макропрепаратов шкала оценки выраженности оболочечно-мозгового рубца: 0 баллов — полное отсутствие сращений (рис. 3, а), 1 балл — наличие единичных спаек при возможности атравматичной диссекции (см. рис. 3, б), 2 балла — выраженный оболочечно-мозговой рубец (см. рис. 3, в).

Для изучения морфологических изменений в области пластики ТМО проводили гистологическое исследование секционного материала с окраской гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, а также иммуногистохимическое исследование с использованием маркеров макрофагальной (CD163) и пролиферативной активности (Ki67).

Сбор и статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью программных пакетов Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.0. Для выявления различий в группах были построены многопольные таблицы сопряженности, их анализ проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. При обнаружении значимой разницы дополнительно проводили попарное сравнение для выявления различия между конкретными группами. Статистически значимыми считали различия при вероятности нулевой гипотезы менее 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты. Нами не было зафиксировано какой-либо статистически значимой разницы в прибавке массы тела между разными группами животных в послеоперационном периоде, однако отмечено более агрессивное поведение животных в контрольной группе.

В ходе оперативных вмешательств отмечена высокая адгезивная способность коллагеновых материалов при пластике конвексительных дефектов ТМО. Ни в одном наблюдении в послеоперационном периоде не наблюдали признаков наружной ликвореи через операционную рану, что может свидетельствовать об эффективности использованного шва по Донати с точки зрения герметизации кожно-апоневротической раны. При этом в контрольной группе имела место гибель 2 животных на 3-и и 4-е сутки после операции, что, вероятно, было обусловлено развитием внутричерепных геморрагических осложнений, диагностированных при вскрытии — данные животные были исключены из исследования и анализа. Остальные животные были выведены из эксперимента в соответствующие их подгруппе сроки.

Данные о частоте развития и степени выраженности оболочечно-мозгового рубца, полученные при исследовании макропрепаратов, представлены в виде диаграмм, построенных на основе таблиц сопряженности для каждой группы животных (рис. 4).

Отмечается статистически значимое преобладание выраженности оболочечно-мозгового рубца в 4-й (контрольной) группе, по сравнению с 1-й,



Рис. 3. Выраженность оболочечно-мозгового рубца.

а — полное отсутствие сращений; б — наличие единичных спаек при возможности атравматичной диссекции; в — выраженный рубец

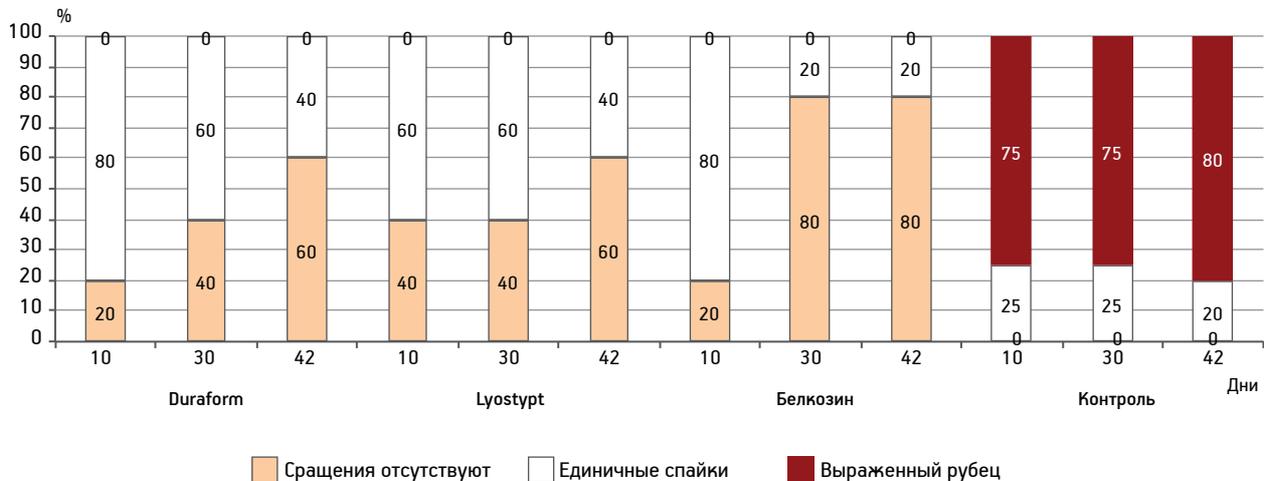


Рис. 4. Выраженность оболочечно-мозгового рубца в послеоперационном периоде

2-й и 3-й группами, как через 10 сут после операции ($p_{\chi^2}=0,026$), так и через 30 ($p_{\chi^2}=0,012$) и 42 ($p_{\chi^2}=0,012$) сут. При этом не было выявлено статистически значимых различий при сравнении данных 1-й, 2-й и 3-й групп животных ($p>0,05$ при попарном сравнении во всех подгруппах). Кроме того, в подгруппах через 42 дня после операции отмечали признаки остеогенеза по периметру костных дефектов в виде уменьшения площади трепанационных окон, наиболее выраженные во 2-й и 3-й группах, что подтверждает имеющиеся литературные данные об остеокондуктивных свойствах коллагена [3].

При гистологическом исследовании имплантатов и окружающих тканей отмечали наличие чётких границ и пространства между мягкой мозговой оболочкой и областью пластики твердой мозговой оболочкой в группах, где применялись коллагеновые материалы (рис. 5, а–в), в то время как в контрольной группе наблюдается полная облитерация субарахноидального пространства (см. рис. 5, г).

В контрольной группе отмечали признаки кариорексиса и цитоллиза нейронов в поверхностных отделах коры головного мозга, прилежащих к грануляциям. При этом в 1-й, 2-й и 3-й группах нейроны практически не изменены, что позволяет прогнозировать отсутствие повреждающего токсического воздействия коллагеновых материалов на кору головного мозга (рис. 6).

Установлено, что организация коллагеновых материалов протекает путём врастания в них соединительной ткани со стороны ТМО и апоневроза (рис. 7, а). В контрольной группе определяли врастание в кору головного мозга коллагеновых волокон, что, очевидно, приводит к формированию оболочечно-мозгового рубца (см. рис. 7, б) и способствует возникновению эпилептогенной активности.

При иммуногистохимическом исследовании с использованием маркера CD163 отмечали выраженную макрофагальную активность в области имплантатов, особенно во 2-й группе (Lyostypt). В контрольной группе ввиду отсутствия каких-либо экзогенных материалов выявляли лишь

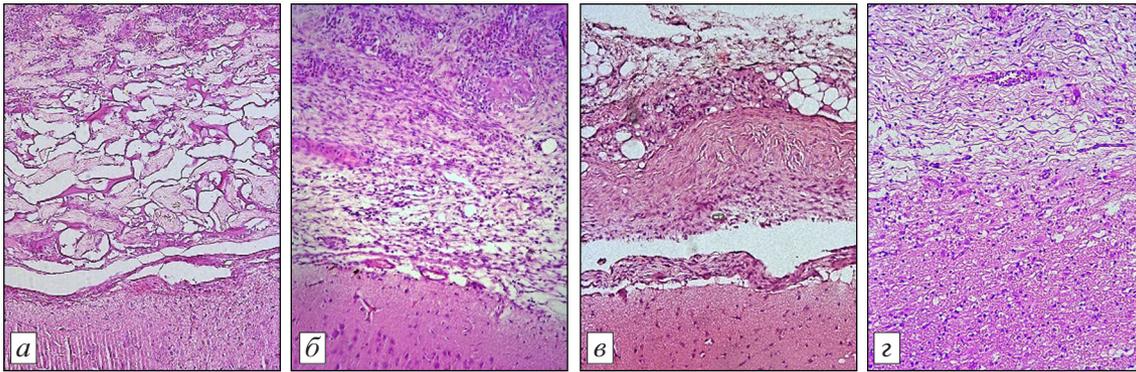


Рис. 5. Микропрепарат области замещённого дефекта ТМО через 30 сут после операции.
а – Duraform; б – Lyostyrt; в – Белкозин; г – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.100

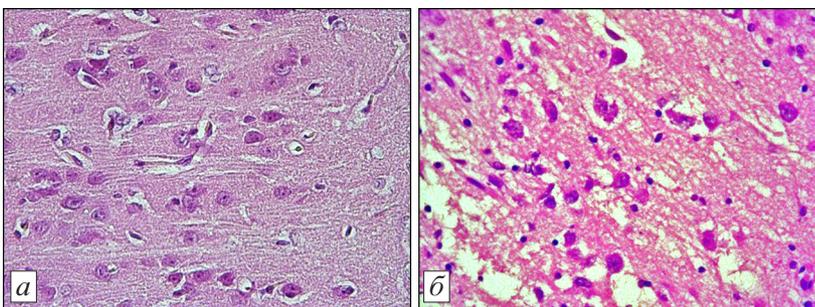


Рис. 6. Микропрепарат коры головного мозга в области замещённого дефекта ТМО на 42-е сутки
а – неизменённые нейроны в 1-й группе (Duraform); б – дегенерирующие нейроны в 4-й (контрольной) группе. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.400

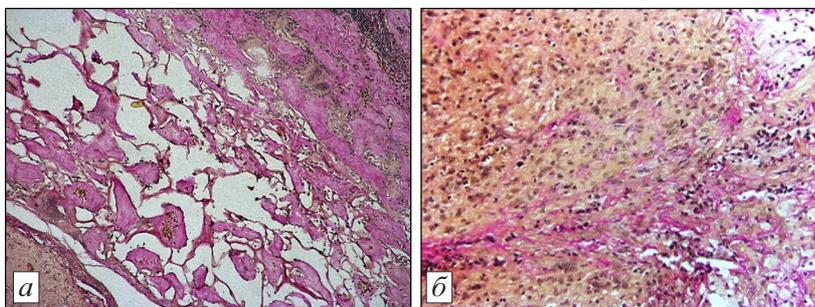


Рис. 7. Микропрепарат коры головного мозга в области пластики ТМО на 30-е сутки.
а – Duraform: замещение коллагенового матрикса соединительной тканью;
б – контрольная группа: вращание коллагеновых волокон в кору головного мозга. Окраска по Ван-Гизону. Ув.: а – 100; б – 200

единичные макрофаги в зоне активного роста грануляций (рис. 8).

Умеренное накопление маркера Ki67 преимущественно в эндотелии сосудов на срезах препаратов с коллагеновыми матриксами позволяет судить о крайне низкой пролиферативной активности в процессе их организации. При этом в контрольной группе отмечали повышенную пролиферативную активность в зоне формирования грануляций (рис. 9).

Обсуждение. Необходимость пластики ТМО как при неотложных, так и при плановых операциях, сопровождающихся образованием дефекта оболочек, ставит перед нейрохирургом вопрос о выборе пластического материала. Оптимальными, с точки зрения биологической совместимости и экономической эффективности, являются аутокани, а именно, надкостница, широкая фасция бедра, височная фасция и жировая ткань [1, 15]. Однако получение этих материалов приводит к дополнительной хирургической травме и удлинит операцию, а иногда влечет за собой необходимость нанесения дополнительной инцизии [11].

Использование трупной ТМО в качестве пластического материала, с одной стороны, обеспечивает наибольшее соответствие структуры трансплантата собственной ТМО пациента, однако при этом описаны случаи ятрогенной формы болезни Крейтцфельда—Якоба, обусловленной непреднамеренным внесением прионов в тело пациента [13, 14].

Эффективность искусственных заменителей ТМО сопоставима с эффективностью аутоканей при дополнительной герметизации швов [2, 6], но многие искусственные полимерные имплантаты также нуждаются в скрупулёзной шовной фиксации, что значительно увеличивает длительность операции. С этой точки зрения наиболее удобны коллагеновые материалы, которые изготавливают из соединительной ткани животного происхождения путем специальной обработки,

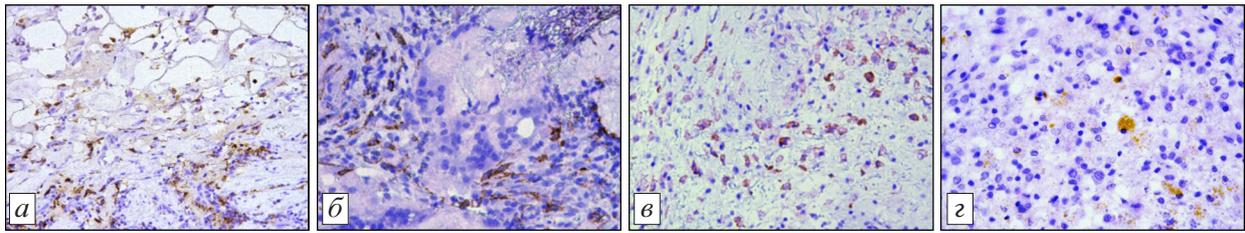


Рис. 8. Микропрепарат имплантатов, 30-е сутки.

a – Duraform; *б* – Lyostypt; *в* – Белкозин; *г* – контрольная группа. Окраска ИГХ CD163. Ув. 400

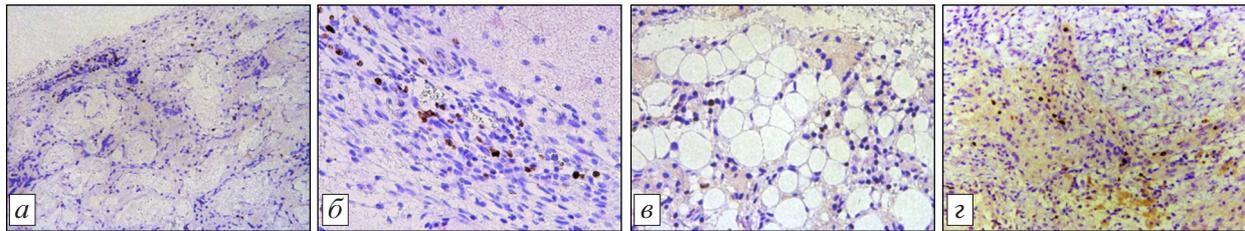


Рис. 9. Микропрепарат области замещения дефекта ТМО имплантатами на 42-е сутки.

a – Duraform; *б* – Lyostypt; *в* – Белкозин; *г* – контрольная группа. Окраска ИГХ Ki67. Ув.: *a, г* – 200; *б, в* – 400

включающей удаление из образцов всех клеточных элементов и других антигенных компонентов [19]. Основными достоинствами таких матриц биологического происхождения являются быстрая резорбируемость, стимуляция репаративных процессов, отсутствие необходимости их фиксации швами к краям ТМО: пластика осуществляется путем аппликации коллагеновой пластины необходимой формы и размера на имеющийся дефект, что способствует сокращению длительности нейрохирургического вмешательства [16–18]. Нами выявлена сопоставимая эффективность матриц для пластики ТМО и гемостатических коллагеновых материалов, схожих по структуре и составу, но имеющих разную стоимость. Необходимо отметить удобство использования зарубежных имплантатов «Duraform» и «Lyostypt» в стерильных условиях операционной ввиду наличия двуслойной стерильной упаковки, в то время как продукция отечественного производителя «Белкозин» имеет однослойную упаковку, также отмечается большая толщина пластин отечественного производителя.

По данным R.Stendel и соавт. [18], при гистологическом исследовании области пластики ТМО материалом DuraGen («Integra LifeSciences Corporation») через 8 нед после операции выявлено, что организация коллагенового матрикса происходит путём прорастания собственной соединительной ткани и сосудов [18]. Это подтверждается полученными нами результатами гистологического исследования. Кроме того, с помощью иммуногистохимической методики

установлено, что данные процессы протекают с низкой пролиферативной активностью, при этом резорбция коллагеновых материалов происходит при активном участии макрофагов.

Полученные нами данные позволяют прогнозировать клинически значимую эффективность коллагеновых материалов для профилактики оболочечно-мозгового рубца. Это подтверждает имеющиеся сообщения о высокой эффективности применения гидролизованного коллагена (желатина) для профилактики образования рубцов [10].

Выводы. 1. Применение коллагеновых материалов не требует шовной и клеевой фиксации и благодаря использованию аппликационного метода пластики дефектов ТМО обеспечивает эффективный ликворостаз.

2. Организация коллагеновых материалов в процессе заживления черепно-мозговой раны при использовании бесшовного аппликационного бесклевого метода пластики дефектов ТМО протекает с низкой пролиферативной активностью, что достоверно препятствует формированию оболочечно-мозгового рубца.

3. При использовании бесшовного аппликационного бесклевого метода пластики дефектов ТМО не выявлено значимых различий эффективности между исследованными коллагеновыми материалами.

4. Полученные данные об эффективности бесшовного аппликационного бесклевого метода пластики дефектов ТМО коллагеновыми матриксами в условиях отсутствия необходимости использования шовных и клеевых материалов,

а также низкой стоимости отечественных матриц-осов (Белкозин) определяют целесообразность их внедрения в нейрохирургическую практику после необходимых клинических испытаний.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCE]

1. Аюбян О.Р., Шулев Ю.А., Трофимова Т.Н. МРТ-оценка эволюции свободного жирового аутографта, применяемого в хирургии основания черепа // Мед. визуализация. 2005. № 3. С. 21–28 [Akobyany O.R., Shulev Yu.A., Trofimova T.N. MRT-otsenka svobodnogo zhirovogo autotransplantata, primenyaemogo v khirurgii osnovaniya cherepa // Meditsinskaya visualizatsiya. 2005. № 3. P. 21–28].
2. Алексеев Д.Е., Алексеев Е.Д., Свистов Д.В. Сравнительный анализ способов пластики твердой мозговой оболочки при открытых операциях на головном мозге для профилактики послеоперационной ликвореи // Казанск. мед. журн. 2014. № 1. С. 45–49 [Aleksseev D.E., Aleksseev E.D., Svistov D.V. Sravnitel'nyi analiz sposobov plastiki tverdoi mozgovoio obolochki pri otkrytykh operatsiyakh na golovnom mozge dlya profilaktiki posleoperatsionnoi likvorei // Kazanskii meditsinskii zhurnal. 2014. № 1. P. 45–49].
3. Ваза А.Ю., Файн А.М., Иванов П.А. и др. Анализ применения различных вариантов костной пластики у пострадавших с внутрисуставными переломами // Трансплантология. 2015. № 4. С. 6–12 [Vaza A.Yu., Fain A.M., Ivanov P.A. i dr. Analiz primeneniya razlichnykh variantov kostnoi plastiki u postradavshikh s vnutrisustavnymi perelomami // Transplantologiya. 2015. № 4. P. 6–12].
4. Лядов В.К., Шрайнер И.В., Головинский С.В. Опыт применения комбинированной анестезии препаратами «Золетил» и «Рометар» при проведении полостных операций на кроликах // Вopr. реконструкт. и пластич. хир. 2007. № 2. С. 29–30 [Lyadov V.K., Shrainer I.V., Golovinskii S.V. Opyt primeneniya kombinirovannoi anestezii preparatami «Zoletil» i «Rometar» pri provedenii polostnykh operatsii na krolikakh // Voprosy rekonstruktivnoi i plasticheskoi khirurgii. 2007. № 2. P. 29–30].
5. Самошкин Б.А. Ликворея и ликворные свищи при огнестрельных черепно-мозговых ранениях // Лечение огнестрельных ранений черепа и головного мозга. Л., 1944. С. 160–166 [Samotokin B.A. Likvoreya i likvornye svishchi pri ognestrel'nykh cherepno-mozgovykh raneniyakh // Lechenie ognestrel'nykh ranenii cherepa i golovnogo mozga. Leningrad, 1944. P. 160–166].
6. Тихомиров С.Е., Цыбусов С.Н., Кравец Л.Я., Фраерман А.П., Балмасов А.А. Пластика дефектов свода черепа и твердой мозговой оболочки новым полимерным материалом Реперен // Совр. технол. в мед. 2010. № 2. С. 6–11 [Tikhomirov S.E., Tsybusov S.N., Kravets L.Ya., Fraerman A.P., Balmasov A.A. Plastika defektov svoda cherepa i tverdoi mozgovoio obolochki novym polimernym materialom Reperen // Sovremennye tekhnologii v meditsine. 2010. № 2. P. 6–11].
7. Barth M., Tuettenberg J., Thomé C., Weiss C., Vajkoczy P., Schmiedek P. Watertight dural closure: is it necessary? A prospective randomized trial in patients with supratentorial craniotomies // Neurosurgery. 2008. Vol. 63, № 4. P. 352–358.
8. Berjano R., Vinas F.C., Dujovny M. A review of dural substitutes used in neurosurgery // Crit. Rev. Neurosur. 1999. Vol. 9, № 4. P. 217–222.
9. Esposito F., Cappabianca P., Fusco M. et al. Collagen-only biomatrix as a novel dural substitute: examination of the efficacy, safety and outcome: clinical experience on a series of 208 patients // Clin. Neurol. Neurosurg. 2008. Vol. 110, № 4. P. 343–351.
10. Gonzalez-Lopez P., Harput M.V., Türe H. Efficacy of placing a thin layer of gelatin sponge over the subdural space during dural closure in preventing meningo-cerebral adhesion // World Neurosurg. 2015. Vol. 83, № 1. P. 93–101.
11. Hamzaoglu V., Ozalp H., Karkucak A., Cokluk C. Comparison of the efficiency, side effects and complications of the synthetic dural grafts: Beriplast and Tissudura // J. Exper. Clin. Med. 2015. Vol. 32, № 2. P. 77–82.
12. Keener E.B. Regeneration of dural defects: a review // J. Neurosurg. 1959. Vol. 16, № 4. P. 415–423.
13. Kim H.L., Do J.Y., Cho H.J. et al. Dura mater graft-associated Creutzfeldt-Jakob disease: the first case in Korea // J. Korean Med. Sci. 2011. Vol. 26, № 11. P. 1515–1517.
14. Masullo C., Pocchiari M., Macchi G. et al. Transmission of Creutzfeldt-Jakob disease by dural cadaveric graft // J. Neurosurg. 1989. Vol. 71, № 6. P. 954.
15. Morales-Avalos R., Soto-Dominguez A., Garcia-Juarez J. et al. Characterization and morphological comparison of human dura mater, temporalis fascia, and pericranium for the correct selection of an autograft in duraplasty procedures // Surg. Radiol. Anat. 2016. May 13 [Epub ahead of print]. P. 1–10.
16. Narotam P.K., Jose S., Nathoo N. et al. Collagen matrix (DuraGen) in dural repair: analysis of a new modified technique // Spine. 2004. Vol. 29, № 24. P. 2861–2867.
17. Narotam P.K., Qiao F., Nathoo N. Collagen matrix duraplasty for posterior fossa surgery: evaluation of surgical technique in 52 adult patients: clinical article // J. Neurosurg. 2009. Vol. 111, № 2. P. 380–386.
18. Stendel R., Danne M., Fiss I. et al. Efficacy and safety of a collagen matrix for cranial and spinal dural reconstruction using different fixation techniques // J. Neurosurg. 2008. Vol. 109, № 2. P. 215–221.
19. Zerris V.A., James K.S., Roberts J.B. et al. Repair of the dura mater with processed collagen devices // J. Biomed. Mater. Res. Part B: Applied Biomaterials. 2007. Vol. 83, № 2. P. 580–588.

Поступила в редакцию 24.11.2016 г.

Сведения об авторах:

Алексеев Дмитрий Евгеньевич (e-mail: dealekseev@mail.ru), адъюнкт каф. нейрохир.; Свистов Дмитрий Владимирович (e-mail: dvsvistov@mail.ru), канд. мед. наук, доцент, нач. той же каф.; Алексеев Евгений Демидович (e-mail: 9213206233@mail.ru), доцент кафедры нейрохирургии, канд. мед. наук; Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, 6;

Мацко Дмитрий Евгеньевич (e-mail: d.matsko@mail.ru), д-р мед. наук, проф., зам. дир. по организац.-метод. работе; Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический), 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., 68, лит. А