

УДК 616.8-089

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma63800>

Научная статья



ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИВНЫХ СВОЙСТВ ГЕМОСТАТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ «ТАХОКОМБ» ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ С ПРОТЕЗАМИ ТВЕРДОЙ ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В.В. Виноградов, Д.Е. Алексеев, Д.В. Свистов

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Экспериментально исследована адгезия гемостатической пластины «Тахокомб» фирмы Takeda (Япония) к протезам твердой мозговой оболочки из материалов различного происхождения для определения из какого из них исследуемые имплантаты в наибольшей мере обеспечивают фиксацию «Тахокомба» и способствуют профилактике послеоперационной ликвореи и инфекционных осложнений, являющихся следствием негерметичности субдурального пространства. Установлено, что наибольшая адгезия «Тахокомба» выявлена к протезам ксеногенного происхождения, имеющим в составе коллаген, что характеризует их как оптимальные протезы для пластики дефектов твердой мозговой оболочки с точки зрения герметизации субдурального пространства. Промежуточные значения наблюдались при исследовании протезов комбинированного происхождения, а наименьшую адгезию «Тахокомба» наблюдали по отношению к синтетическим протезам. Определенный интерес вызывают новые композитные заменители твердой мозговой оболочки (NeoDura, Medprin), созданные как микст синтетических и органических материалов. Фактура поверхности данных аналогов твердой мозговой оболочки приближается по характеристикам к коллагеновым имплантатам и схожа со структурой нативной твердой мозговой оболочки. На основании полученных данных можно говорить о приоритетном применении протезов твердой мозговой оболочки на основе коллагена животных — не только по причине высоких параметров адгезии «Тахокомба» к ним, но и в силу других качеств: резорбируемости, облегчения осаднения на поверхности материалов фибробластов реципиента.

Ключевые слова: адгезия, герметизация, послеоперационная ликворея субдуральное пространство, тахокомб, протезы ксеногенного происхождения, пластика дефектов, твердая мозговая оболочка.

Как цитировать:

Виноградов В.В., Алексеев Д.Е., Свистов Д.В. Исследование адгезивных свойств гемостатической пластины «Тахокомб» при использовании с протезами твердой оболочки головного мозга // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 195–202. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma63800>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma63800>

Scientific article

THE ADHESIVE PROPERTIES OF THE “TACHOCOMB” HEMOSTATIC PLATE WITH PROSTHESES OF THE BRAIN DURA MATER

V.V. Vinogradov, D.E. Alekseev, D.V. Svistov

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: This study experimentally investigated the adhesion of the Tachocomb hemostatic plate of Takeda (Japan) to the solid cerebral membrane prostheses from materials of various origins to determine the implants under the study that best provide tachocomb fixation and contribute to the prevention of postoperative liquorrhea and infectious complications due to subdural space leakage. The greatest adhesion of tachocomb was revealed to xenogenic prostheses with collagen in their composition, which characterizes them as optimal prostheses for plasticizing solid cerebral membrane defects from the point of view of subdural space sealing. Intermediate values were observed in the study of prostheses of combined origin, and the lowest adhesion of tachocomb was observed for synthetic prostheses. Of some interest are new composite substitutes for the hard brain (NeoDura, Medprin), created as a mix of synthetic and organic materials. The surface texture of these solid cerebral membrane analogs approaches collagen implants in characteristics and is similar to the structure of the native solid cerebral membrane. Based on the obtained data, the usage of solid braincase prostheses based on animal collagen is prioritized, not only due to the high adhesion parameters of tachocomb to them, but also due to other qualities, such as resorbability, facilitating the deposition of recipient fibroblast materials on the surface.

Keywords: adhesion; sealing; postoperative liquorrhea; subdural space; tachocomb; xenogenic prostheses; plastic defects; hard cerebral membrane.

To cite this article:

Vinogradov VV, Alekseev DE, Svistov DV. The adhesive properties of the “Tachocomb” hemostatic plate with prostheses of the brain dura mater. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(4):195–202. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma63800>

Received: 20.03.2021

Accepted: 19.09.2021

Published: 20.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

При хирургическом лечении заболеваний головного и спинного мозга в большинстве случаев возникает необходимость рассечения твердой мозговой оболочки (ТМО). Герметичное ушивание ТМО на заключительном этапе операции осложняется сморщиванием ее лоскутов, явлениями иссушения краев разреза под действием неблагоприятных факторов операционной — светового излучения операционных ламп и операционного микроскопа, недостаточной увлажненности тканей, что может приводить к формированию дефектов, для замещения которых применяются протезы синтетического и животного происхождения [1–3].

Линия операционного шва определяет качество герметизации субдурального пространства. Неверный выбор средств и способа пластики ТМО, герметизации линии шва повышает риск развития постоперационной ликвореи, которая существенно повышает риск глубокой инфекции области хирургического вмешательства [1, 4–6]. Пластина «Тахокомб» фирмы «Takeda» (Япония), известная в мире под торговым названием «TachoSil», представляет собой гемостатическую коллагеновую губку с клеевой поверхностью, является не только гемостатическим материалом [7–9], но и герметиком операционного шва ТМО [1, 4, 10].

Герметизирующий эффект «Тахокомба» основан на его способности к адгезии к поверхности сшитых лоскутов ТМО. Однако в связи с широким использованием для герметизации дефектов ТМО пластических материалов герметизирующие свойства тахокомба по линии шва ТМО — имплантат могут быть подвергнуты сомнению из-за неизученности свойств адгезии «Тахокомба» к поверхности различных имплантатов.

Цель исследования — исследовать адгезивные свойства пластины «Тахокомб» по отношению к поверхности различных протезов ТМО и оценить возможность герметизации линии шва ТМО и имплантатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании использованы образцы наиболее распространенных и доступных заменителей ТМО различной природы: ксенопластические материалы — «Лиоплант» (Lyoplant) фирмы B Braun (Федеративная Республика Германия — ФРГ); «Дураджен» (DuraGen) фирмы Integra LifeSciences (Соединенные Штаты Америки — США); аллопластические — «Редура» (ReDura) фирмы Medprin (Китайская Народная Республика — КНР); «Гор Преклюд Дура Субститют» (Gore Preclude Dura Substitute) фирмы Gore (США); «Нейропатч» (NeuroPatch) фирмы B Braun (ФРГ), «Этисорб» (Ethisorb) фирмы Ethicon Norderstedt (ФРГ); комбинированный «Неодура» (NeoDura) фирмы Medprin (КНР). В качестве контрольного материала использована кадаверная человеческая ТМО (табл. 1).

Исследование способности адгезии «Тахокомба» к ряду заменителей ТМО проводилось при помощи оригинальной экспериментальной установки (рис. 1), представляющей собой штатив с неподвижно закрепленным в зажиме электромотором, оборудованным редуктором, что обеспечивает вращение с заданной частотой без отклонений ускорения, связанных с показателями электрического тока. Элементы питания, представляющие собой четыре батарейки типа АА 1,5 В, соединенные в единый кейс, укреплены на платформе штатива; там же расположен элемент управления, представленный малым

Таблица 1. Исследуемые материалы для пластики дефектов ТМО

Table 1. Investigational materials for plastics of braincase defects

Материал	Производитель	Химический состав волокон	Резорбируемость	Поверхность имплантата
Трупная ТМО	Кадаверный материал	Коллаген	Резорбируемый	Относительная гладкая (естественная)
Lyoplant	B Braun, ФРГ	Коллаген (бычий перикард)	Резорбируемый	Относительная гладкая (естественная)
DuraGen	Integra Lifescientists Corporation, США	Коллаген (бычий)	Резорбируемый	Гладкая
Gore Preclude Dura Substitute	Gore, США	Политетрафторэтилен	Нерезорбируемый	Гладкая
NeuroPatch	B Braun, ФРГ	Полиэфируретан	Нерезорбируемый	Гладкая
ReDura	Medprin, КНР	Поли-L-молочная кислота (полилактид)	Резорбируемый	Гладкая
Ethisorb	Ethicon, Norderstedt, ФРГ	Полиглактин 910/Полидиоксанон	Резорбируемый	Фактурная
NeoDura	Medprin, ФРГ	Композит (поли-L-молочная кислота и желатин)	Резорбируемый	Гладкая

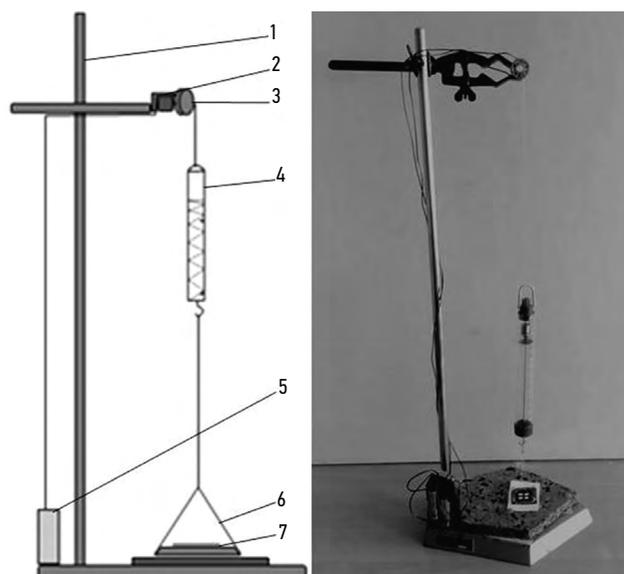


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — штатив, 2 — электромотор с редуктором; 3 — блок (ролик); 4 — пружинный динамометр; 5 — тумблер; 6 — «корзинка»; 7 — пластинка «Тахокомба» 1×1 см

Fig. 1. The scheme of the experimental device: 1 — tripod, 2 — electric motor with reduction gear; 3 — block (roller); 4 — spring dynamometer; 5 — toggle switch; 6 — “basket”; and 7 — tachocomb plate 1×1 cm

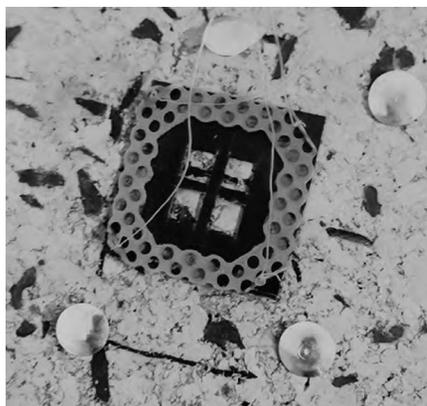


Рис. 2. Внешний вид платформы с контактными окнами
Fig. 2. The appearance of the contact platform with contact windows

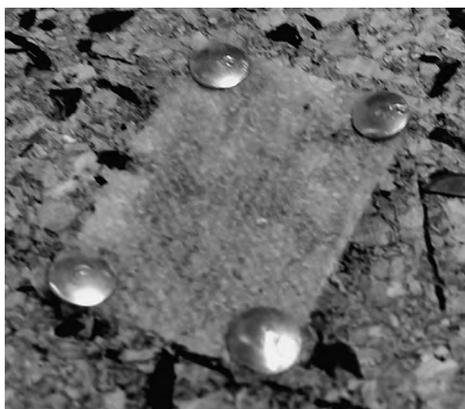


Рис. 3. Протез ТМО, закрепленный на пробковой платформе
Fig. 3. A dural prosthesis that is fixed on a cork platform

тумблером. За редуктором, на выступающей части осевого вала электромотора установлен блок по типу ролика, непосредственно на котором укреплена нерастяжимая полифиламентная нить, к другому концу которой прикреплен физический пружинный динамометр растяжения с градуированной шкалой, позволяющей оценивать силовые показатели количественно до 0,01 Н приложенной силы для растяжения пружины, расположенной в динамометре. С рабочим крючком пружины динамометра взаимодействует «корзинка», непосредственно несущая фрагмент коллагеновой пленки «Тахокомб».

Конструктивным решением устройства является наличие окна контакта с материалом, которое разделено тонкой крестообразной перегородкой из целлулоидной пленки на четыре открытых участка, площади которых равны 25 мм². Таким образом, суммарная площадь контакта исследуемых протезов ТМО с клеевой поверхностью пластины Тахокомба составляла 1 см². Крестообразная перегородка служила дополнительной опорой для центральной части пластины Тахокомба, что препятствовало проваливанию клеевой пластины в контактное окно (рис. 2).

При проведении эксперимента на пробковой подставке закрепляли фрагмент исследуемого протеза ТМО (рис. 3), на который опускали «корзинку»; сверху накладывали смоченный в физиологическом растворе фрагмент тахокомба таким образом, чтобы им полностью накрывались контактные промежутки (рис. 4). После прижатия марлевым тампоном в течение 5 мин, необходимых (в соответствии с инструкцией производителя) для осуществления фиксации, включали электромотор с видеофиксацией показаний динамометра смартфоном и зрительным контролем. Далее проводили равномерное по скорости увеличение усилия и регистрацию его значения в момент отрыва коллагеновой пластины от пластического материала.

Полученные показатели динамометра характеризовали силу адгезии «Тахокомба» к исследуемым материалам. Эти данные фиксировали в сводной таблице для дальнейшей статистической обработки и сравнительного анализа. Для каждого исследуемого материала выполнено двадцатикратное измерение степени адгезии. Таким образом, было сформировано 8 групп (в зависимости от исследуемого материала) по 20 измерений в каждой.

Сбор и статистическая обработка полученных результатов выполнялись с помощью программных пакетов Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.0. Для проверки нормальности распределения, помимо визуального анализа гистограмм, использовались методы Колмогорова — Смирнова и Лиллиефорса на нормальность и *W*-проба Шапиро — Уилка. Для оценки влияния вида материала для пластики дефектов ТМО на дисперсию показателя степени адгезии Тахокомба использовался *H*-критерий Краскела — Уоллиса и дальнейшее попарное сравнение групп с помощью *U*-критерия Манна — Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что сила, необходимая для отрыва фрагмента «Тахокомба» с площадью контакта 1 см² в группах дуральных протезов различного происхождения отличается от значений, характерных для нативной (надаверной) ТМО. Выявлено, что «Тахокомб» обладает лучшими адгезивными свойствами по отношению к протезам ТМО биологического происхождения с относительно гладкой поверхностью (Lyoplant). В то же время коллагеновый матрикс DuraGen имел такие же низкие показатели адгезии, как и большинство синтетических имплантатов, вероятно, за счет абсолютно гладкой поверхности. Большинство синтетических имплантатов с гладкой поверхностью не обеспечивали сильной адгезии «Тахокомба», в отличие от полностью синтетического Ethisorb, имеющего ярко выраженную фактурную поверхность, напоминающую рогожу. Наконец, промежуточные показатели адгезии оказались характерны для нового комбинированного имплантата, состоящего из синтетической основы с добавлением коллагена. Таким образом, близкий к биологическому прототипу (нативной ТМО) состав (присутствие коллагена) и свойства поверхности имплантата определяли его способность хорошо склеиваться с поверхностью протеза (табл. 2).



Рис. 4. Установка в сборе перед началом эксперимента
 Fig. 4. Assembled device before starting the experiment

Таблица 2. Сила адгезии тахокомба к протезам ТМО

Table 2. Strength of the adhesion of the Tachocomb to the dural prosthesis

Измерение	Группная ТМО	Сила адгезии, необходимая для отрыва пластины тахокомба с площадью контакта 1 см ² от исследуемого материала, мН						
		«Лиоплант»	«Дураджен»	«Гор Преклюд»	«Нейропатч»	«Редура»	«Этисорб»	«Неодура»
1	26	27	22	22	23	19	25	25
2	21	28	22	21	18	22	26	23
3	24	27	23	24	19	21	23	21
4	25	26	24	21	21	18	21	23
5	22	25	22	19	23	21	24	23
6	26	23	19	20	20	22	25	25
7	27	27	21	22	18	18	22	22
8	25	29	22	18	21	20	25	26
9	29	27	24	21	20	19	26	21
10	23	26	23	20	19	21	24	21
11	23	23	22	20	23	19	24	22
12	24	26	19	22	19	22	27	24
13	26	25	21	21	24	17	25	25
14	25	22	24	24	25	20	23	23
15	25	27	23	23	23	18	27	18
16	21	28	22	22	24	20	27	22
17	28	25	21	20	21	20	25	25
18	24	25	25	19	19	22	27	24
19	26	24	23	21	20	22	26	25
20	27	22	21	22	22	23	28	23
Медиана (Q25–Q75)	25 (23,5–26)	26 (24,5–27)	22 (21–23)	21 (20–22)	21 (19–23)	20 (19–22)	25 (24–26,5)	23 (22–25)

Статистическая значимость различий между исследуемыми образцами различных материалов по *U*-критерию Манна — Уитни представлена в табл. 3.

Для удобства визуальной оценки средних значений и вариабельности показателей адгезии «Тахокомба» к поверхностям исследованных материалов была построена гистограмма (рис. 5). Из рис. 5 видно, что полученные результаты адгезии к исследуемым протезам ТМО не выявляют статистически значимых отклонений от показателей нативной (кадаверной) ТМО.

Полученные данные позволили установить, что «Тахокомб» обладает лучшими адгезивными свойствами по отношению к протезам ТМО биологического происхождения с относительно гладкой поверхностью (Lyoplant). В то же время коллагеновый матрикс DuraGen имел такие же низкие показатели адгезии, как и большинство синтетических имплантатов, вероятно, за счет абсолютно гладкой поверхности. Большинство синтетических имплантатов с гладкой поверхностью не обеспечивали сильной адгезии тахокомба, в отличие от полностью синтетического Ethisorb, имеющего ярко выраженную

фактурную поверхность, напоминающую рогажу. Наконец, промежуточные показатели адгезии оказались характерны для нового комбинированного имплантата, состоящего из синтетической основы с добавлением коллагена. Таким образом, близкий к биологическому прототипу (нативной ТМО) состав (присутствие коллагена) и свойства поверхности имплантата определяли его способность хорошо склеиваться с поверхностью протеза.

Результаты исследования фиксации герметизирующего препарата «Тахокомб» (Takeda) к поверхности человеческой трупной ТМО и различным официальным протезам указывают на его достаточно хорошие адгезивные свойства. Отличия в силе адгезии к нативной ТМО и наиболее инертному материалу (Gore Preclude) не превышают 20%. Это позволяет утверждать, что герметизация шва ТМО с имплантатами любой природы путем аппликации «Тахокомба» возможна, она достаточно эффективна и потенциально обеспечивает предупреждение эксфузии ликвора через линию шва [1, 4, 5].

Материалы, изготовленные из синтетических материалов (Gore Preclude Dura Substitute, Gore; Neuropatch, BBraun; ReDura, Medprin) [2, 5, 11], характеризуются низким уровнем адгезии «Тахокомба» к ним, что может указывать на более высокие риски развития послеоперационной ликвореи [1, 4–6]. Одной из причин данного явления можно считать состояние поверхности протеза. Малая фактурность поверхности реализует собой меньшую площадь соприкосновения герметизирующего агента с указанными протезами ТМО, что непосредственно влияет на параметры адгезии, косвенно — на герметичность шва ТМО. Дополнительным фактором риска ликвореи при использовании нерезорбируемых материалов может являться их структура, которая не способствует или препятствует миграции, фиксации и пролиферации фибробластов пациента [8], что приводит к увеличению сроков формирования рубца в области шва, а зачастую инкапсуляции протеза.

Аналог ТМО биологического происхождения, изготовленный из перикарда крупного рогатого скота (Lyoplant, BBraun) [1, 10, 12] показал наилучшие адгезивные свойства,

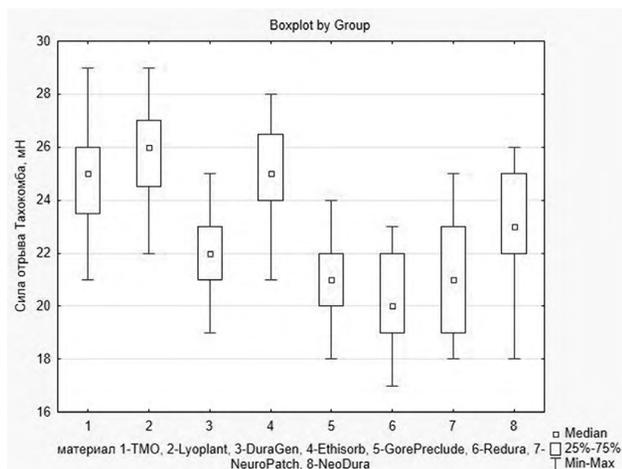


Рис. 5. Средние значения и вариабельности показателей адгезии «Тахокомба» к поверхностям исследованных материалов
Fig. 5. Average values and variability of the Tachocomb adhesion to the surfaces of the studied materials

Таблица 3. Значение уровня статистической значимости (*p*) различий при попарном сравнении различных материалов
Table 3. Value of the statistical significance (*p*) of differences in the pairwise comparison of different materials

Материалы	Трупная ТМО	Lyoplant	DuraGen	Ethisorb	Gore Preclude	ReDura	NeuroPatch	NeoDura
Трупная ТМО	–	1,000000	0,040198	1,000000	0,000143	0,000001	0,000330	1,000000
Lyoplant	1,000000	–	0,001777	1,000000	0,000002	0,000000	0,000006	0,148447
DuraGen	0,040198	0,001777	–	0,014724	1,000000	0,630801	1,000000	1,000000
Ethisorb	1,000000	1,000000	0,014724	–	0,000036	0,000000	0,000088	0,674433
Gore Preclude	0,000143	0,000002	1,000000	0,000036	–	1,000000	1,000000	0,272615
ReDura	0,000001	0,000000	0,630801	0,000000	1,000000	–	1,000000	0,013383
NeuroPatch	0,000330	0,000006	1,000000	0,000088	1,000000	1,000000	–	0,451720
NeoDura	1,000000	0,148447	1,000000	0,674433	0,272615	0,013383	0,451720	–

несколько превышающие человеческую ТМО, наиболее вероятно из-за сочетания оптимального состава (чистый коллаген) и наиболее близкая к ТМО фактура поверхности, определенная как «относительно гладкая». В то же время полностью коллагеновый имплантат из чистого коллагена DuraGen (Integra LifeSciences), несмотря на аналогичный состав обеспечил силу адгезии на 12% меньше, чем нативная ТМО, наиболее вероятно, из-за гладкой поверхности препарата, достоверно не отличавшуюся от синтетических протезов. Ранее нами [8] при изучении структуры и фактуры поверхностей данных материалов с помощью методов сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) были выявлены общая неровность рельефа и волокнистое строение, что обуславливает большую схожесть с ультраструктурой человеческой ТМО. На основании этого можно предположить, что повышение силы адгезии связано с увеличением площади контакта и контактирующих поверхностей «Тахокомба» и протезов ТМО.

Дополнительным фактором герметичности как линии шва, так и области пластики дефекта ТМО является возможность удержания порами протезов некоторых объемов тканевой жидкости и клеточных элементов, что может препятствовать свободной эксфузии цереброспинальной жидкости. Между волокнами материала в последующем проникают и закрепляются фибробласты пациента, чем объясняется образование собственной соединительнотканной пластинки на месте замещенного дефекта ТМО [2, 3, 13].

Определенный интерес вызывают новые композитные заменители ТМО (NeoDura, Medprin), созданные как микст синтетических и органических материалов. Фактура поверхности данных аналогов ТМО приближается по характеристикам к коллагеновым имплантатам, и схожа со структурой нативной ТМО [8].

На основании полученных данных можно говорить о приоритетном применении протезов ТМО на основе коллагена животных — не только по причине высоких параметров адгезии «Тахокомба» к ним, но и в силу других качеств: резорбируемости, облегчения осаднения на поверхности материалов фибробластов реципиента [2, 3, 13].

ВЫВОДЫ

1. Прочность фиксации коллагеновой пластины с клеевой поверхностью «Тахокомба» к поверхности человеческой трупной ТМО свидетельствуют о его высоких адгезивных свойствах.

2. Коллагеновые и комбинированные протезы ТМО, по сравнению с синтетическими, обладают лучшими адгезивными свойствами с «Тахокомбом».

3. Оптимальным материалом для пластического замещения дефектов ТМО являются ксеногенные материалы, включающие в свой состав коллаген и имеющие фактурную поверхность, аналогичную нативной ТМО или выраженную в большей степени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 // Казанский медицинский журнал. 2014. Т. 95, № 1. С. 45–49. DOI: 10.17816/kmj1454
2. Riley E.T. Comment on arachnoid and dura mater lesions // Regional Anesthesia Pain Medicine. 2018. Vol. 43, No. 3. P. 323–332. DOI: 10.1097/aap.0000000000000753
3. Odar J., Sepehrnia A., Schachtel R. Methods for repairing and regenerating human dura mater. United States Patent US 8834864B2.b. 2014 Sep. 16.
4. Шиманский В.Н., Пошатаев В.К., Одаманов Д.А. Методика применения материала Тахокомб для пластики твердой мозговой оболочки в хирургии опухолей задней черепной ямки // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2016. Т. 80, № 5. С. 85–89. DOI: 10.17116/neiro201680585-89
5. Мустафаев Б.С., Мустафаева А.С. Посттравматическая ликворея: диагностика и хирургическое лечение // Нейрохирургия и неврология Казахстана. 2017. № 3. С. 37–40.
6. Шелеско Е.В., Кравчук А.Д., Капитанов Д.Н. Современный подход к диагностике назальной ликвореи // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2018. Т. 82, № 3. С. 103–111. DOI: 10.17116/neiro2018823103
7. Agger P., Langhoff J., Smerup M. H. Comparison between TachoComb and TachoSil for surgical hemostasis in arterial bleeding: an

- imal experimental study // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2010. Vol. 68, No. 4. P. 838–842. DOI: 10.1097/ta.0b013e3181b1388c
8. Алексеев Д.Е., Свистов Д.В., Неворотин А.И. Ультраструктура твердой оболочки головного мозга человека и ее заменителей // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2016. № 4. С. 103–112.
9. Reddy M., Schögl A., Reddy B. Watertightness and effectiveness of a fibrinogen-based collagen fleece (TachoComb®) in neurosurgery // European Surgery. 2003. Vol. 35. P. 278–281. DOI: 10.1007/s10353-003-0027-6
10. Yoshioka N. Cranial reconstruction following the removal of an infected synthetic dura mater substitute // Plastic and Reconstructive Surgery Global Open. 2014. Vol. 2, No. 4. P. e134. DOI: 10.1097/gox.0000000000000087
11. Hao W.A., Hui N.G., Kang C.G. Preliminary exploration of the development of a collagenous artificial dura mater for sustained antibiotic release // Chinese Medical Journal. 2013. Vol. 126, No. 17. P. 3329–3333.
12. Târcoveanu E., Lupașcu C., Moldovanu R. Fibrin-collagen patch (TachoComb) in general surgery. Indications and results // Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi. 2007. Vol. 111, No. 2. P. 396–401.
13. Kawasaki S., Origasa H., Tetens V. Comparison of TachoSil and TachoComb in patients undergoing liver resection — a randomized, double-blind, non-inferiority trial // Langenbeck's Archives of Surgery. 2017. Vol. 402, No. 4. P. 591–598. DOI: 10.1007/s00423-017-1571-z

14. Komatsu K., Fujii A., Higami T. Haemostatic fleece (TachoComb®) to prevent intrapleural adhesions after thoracotomy: a rat model // *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 2007. Vol. 55, No. 6. P. 385–390. DOI: 10.1055/s-2007-965174
15. Lee J.Y., Ebel H., Friese M. Influence of TachoComb® in comparison to local hemostyptic agents on epidural fibrosis in a rat laminectomy model // *Minimally Invasive Neurosurgery*. 2003. Vol. 46, No. 2. P. 106–109. DOI: 10.1055/s-2003-39335
16. Karasu H., Güzel I. Comparison TachoComb with SurgiWrap, Surgicel and Lyodura in epidural fibrosis: an experimental rat model // *Idegyogy Sz.* 2016. Vol. 69, No. 5–6. P. 195–200. DOI: 10.18071/isz.69.0195

REFERENCES

1. Alekseev DE, Alekseev ED, Svistov DV. Comparative analysis of dural reconstruction methods in open brain surgery for prevention of postoperative cerebrospinal fluid leakage. *Kazan medical journal*. 2014; 95(1):45–49. (In Russ.) DOI: 10.17816/kmj1454
2. Riley ET. Comment on arachnoid and dura mater lesions. *Regional Anesthesia Pain Medicine*. 2018;43(3):323–332. DOI: 10.1097/aap.0000000000000753
3. Odar J, Sepehrnia A, Schachtle R. *Methods for repairing and regenerating human dura mater*. Unaited States Patent US 8834864B2.b. 2014 Sep. 16.
4. Shimanskiy VN, Poschataev VK, Odamanov DA. A technique of TachoComb application in dura mater reconstruction in surgery for posterior cranial fossa tumors. *Voprosy Neurokhirurgii im. NN. Burdenko*. 2016;80(5):85–89. (In Russ.) DOI: 10.17116/neiro201680585-89
5. Mustafayev BS, Mustafayeva AS. Posttraumatic liquorrhea: diagnosis and surgical treatment. *Neurokhirurgiya i nevrologiya Kazakhstana*. 2017; (3):37–40. (In Russ.)
6. Shelesko EV, Kravchuk AD, Capitanov DN. A modern approach to the diagnosis of nasal liquorrhea. *Voprosy Neurokhirurgii im. NN. Burdenko*. 2018;82(3):103–111. (In Russ.) DOI: 10.17116/neiro2018823103
7. Agger P, Langhoff J, Smerup MH. Comparison between TachoComb and TachoSil for surgical hemostasis in arterial bleeding: an animal experimental study. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2010;68 (4):838–842. DOI: 10.1097/ta.0b013e3181b1388c
8. Alekseev DE, Svistov DV, Nevrotin AI. The ultrastructure of dura mater of brain and its substitutes. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2016;(4):103–112. (In Russ.)
9. Reddy M, Schöggel A, Reddy B. Watertightness and effectiveness of a fibrinogen-based collagen fleece (TachoComb®) in neurosurgery. *European Surgery*. 2003;35:278–281. DOI: 10.1007/s10353-003-0027-6
10. Yoshioka N. Cranial reconstruction following the removal of an infected synthetic dura mater substitute. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2014;2(4):e134. DOI: 10.1097/gox.0000000000000087

ОБ АВТОРАХ

***Вячеслав Вадимович Виноградов**, курсант;
e-mail: ulytreack@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5930-3805
Дмитрий Евгеньевич Алексеев, кандидат медицинских наук; e-mail: dealekseev@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8685-3965
Дмитрий Владимирович Свистов, кандидат медицинских наук, доцент; e-mail: dvsvistov@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-3922-9887

17. Cho J.M., Ahn J.Y., Chang J.H. Prevention of cerebrospinal fluid rhinorrhea after transsphenoidal surgery by collagen fleece coated with fibrin sealant without autologous tissue graft or postoperative lumbar drainage // *Operative Neurosurgery*. 2011. Vol. 68, No. 1. P. 130–137. DOI: 10.1227/neu.0b013e318207b4ea
18. Wiatr M., Składzień J., Moskała M. Massive posttraumatic otorrhea // *The Journal of International Advanced Otolaryngology*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 55–59.
19. Kim Y.W., Kang M.J., Lee H.J. The efficacy of TachoComb on reducing postoperative complications after tonsillectomy in children // *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015. Vol. 79, No. 8. P. 1337–1340. DOI: 10.1016/j.ijporl.2015.06.006

11. Hao WA, Hui NG, Kang CG. Preliminary exploration of the development of a collagenous artificial dura mater for sustained antibiotic release. *Chinese Medical Journal*. 2013;126(17):3329–3333.
12. Târcoveanu E, Lupașcu C, Moldovanu R. Fibrin-collagen patch (TachoComb) in general surgery. Indications and results. *Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi*. 2007;111(2):396–401.
13. Kawasaki S, Origasa H, Tetens V. Comparison of TachoSil and TachoComb in patients undergoing liver resection – a randomized, double-blind, non-inferiority trial. *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2017;402(4):591–598. DOI: 10.1007/s00423-017-1571-z
14. Komatsu K, Fujii A, Higami T. Haemostatic fleece (TachoComb®) to prevent intrapleural adhesions after thoracotomy: a rat model. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 2007;55(6):385–390. DOI: 10.1055/s-2007-965174
15. Lee JY, Ebel H, Friese M. Influence of TachoComb® in comparison to local hemostyptic agents on epidural fibrosis in a rat laminectomy model. *Minimally Invasive Neurosurgery*. 2003;46(2):106–109. DOI: 10.1055/s-2003-39335
16. Karasu H, Güzel I. Comparison TachoComb with SurgiWrap, Surgicel and Lyodura in epidural fibrosis: an experimental rat model. *Idegyogy Sz.* 2016;69(5–6):195–200. DOI: 10.18071/isz.69.0195
17. Cho JM, Ahn JY, Chang JH. Prevention of cerebrospinal fluid rhinorrhea after transsphenoidal surgery by collagen fleece coated with fibrin sealant without autologous tissue graft or postoperative lumbar drainage. *Operative Neurosurgery*. 2011;68(1):130–137. DOI: 10.1227/neu.0b013e318207b4ea
18. Wiatr M, Składzień J, Moskała M. Massive posttraumatic otorrhea. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*. 2013;9(3):55–59.
19. Kim YW, Kang MJ, Lee HJ. The efficacy of TachoComb on reducing postoperative complications after tonsillectomy in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;79(8):1337–1340. DOI: 10.1016/j.ijporl.2015.06.006

AUTHORS INFO

***Vyacheslav V. Vinogradov**, cadet;
e-mail: ulytreack@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5930-3805
Dmitriy E. Alekseev, candidate of medical sciences;
e-mail: dealekseev@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8685-3965
Dmitriy V. Svistov, candidate of medical sciences, associate professor; e-mail: dvsvistov@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-3922-9887

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author